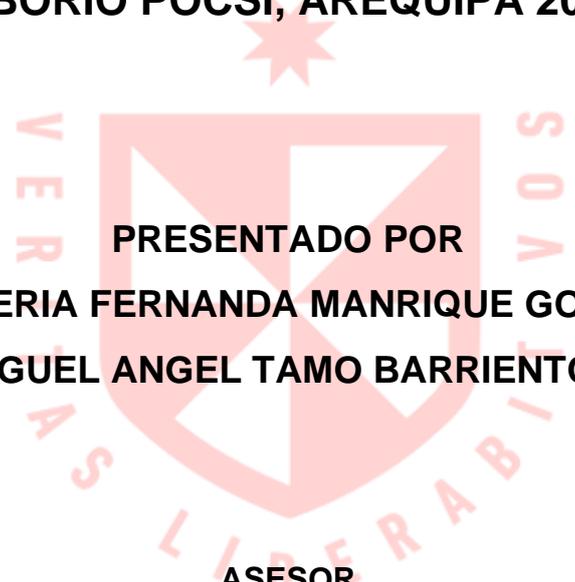


FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DEL
SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS AHP – TOPSIS
EN LA ESTABILIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL TEMPLO
CIBORIO POCSI, AREQUIPA 2023**



**PRESENTADO POR
VALERIA FERNANDA MANRIQUE GOMEZ
MIGUEL ANGEL TAMO BARRIENTOS**

**ASESOR
MARIO BRYAN ARAUJO MONTAÑO**

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

**AREQUIPA – PERÚ
2023**



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

Facultad de
Ingeniería y
Arquitectura

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DEL SUELO A
PARTIR DE MULTICRITERIOS AHP – TOPSIS EN LA ESTABILIZACIÓN
ESTRUCTURAL DEL TEMPLO CIBORIO POCSI, AREQUIPA 2023**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR

MANRIQUE GOMEZ, VALERIA FERNANDA

TAMO BARRIENTOS, MIGUEL ANGEL

ASESOR

MG. MARIO ARAUJO MONTAÑO

AREQUIPA – PERU

2023

DEDICATORIA

A dios y a la virgen por guiarme en cada paso de este proyecto. A mis padres Mariela y Luis, porque su apoyo y esfuerzo me permitieron culminar esta etapa de mi vida. A mi hermano menor Salvador, por creer en mí y considerarme la más inteligente del mundo. A mi bisabuela y abuela Edelmira y Julia, por velar, compartir y acompañarme en cada logro de mi vida. A mi mascota Bombón, por estar cada noche de estudio. Y a mi pareja Miguel, por motivarme a cumplir mis metas.

Valeria Fernanda Manrique Gomez

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Mario y Carmen porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, todo el esfuerzo a pesar de que uno de ellos ya no está presente en esta vida terrenal. También se lo dedico con todo amor y cariño a Valeria quien, aunque es mi compañera de tesis también es mi pareja, la cual ha sacrificado y dado tantas cosas durante este viaje, hasta el punto más alto de nuestros futuros. De igual manera a mis hermanos quienes me enseñaron a no rendirme a pesar de las adversidades que padecíamos. En memoria de MDTS y YTC.

Miguel Angel Tamo Barrientos

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres, por siempre apostar por nosotros y creer en que podemos lograr todo. A nuestro mentor de tesis el Ing. Mario Araujo Montaña, por su guía, tiempo, compromiso y alegría en este proyecto. De igual forma, a la Ing. Luz Matilde García Godos Peñaloza, por su cariño, paciencia y motivación para alcanzar esta meta. También a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad de San Martín de Porres.

Valeria Fernanda Manrique Gomez

Miguel Angel Tamo Barrientos

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCION	xiv
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Situación Problemática	1
1.2. Definición del Problema	2
1.3. Formulación del problema	2
1.4. Objetivos de la Investigación	3
1.5. Importancia de la Investigación	4
1.6. Viabilidad de la Investigación	4
CAPITULO II. MARCO TEORICO	6
2.1. Antecedentes de la Investigación	6
2.2. Bases teóricas	10
2.3. Definición de términos básicos	39
CAPITULO III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.1. Tipo y enfoque de la investigación	41
3.2. Diseño de la Investigación	42
3.3. Hipótesis	42
3.4. Variables	43
3.5. Población y muestra	44
3.6. Herramientas de recolección de datos	44
3.7. Herramientas de procesamiento de datos	45
CAPITULO IV. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	46
4.1. Descripción del área de estudio	46
4.2. Características de caso estudio templo ciborio	48

4.3.	Condición Climática.....	50
4.4.	Topografía y calidad del suelo	50
4.5.	Geología y sismicidad	50
4.6.	Trabajo de campo.....	52
4.7.	Trabajo de Laboratorio	56
4.8.	Cuestionario	62
	CAPITULO V. RESULTADOS.....	66
5.1.	Procesamiento de los ensayos de laboratorio	66
5.2.	Procesamiento para la interacción del suelo	76
5.3.	Procesamiento de cuestionarios para método multicriterio	79
5.4.	Diseño de Elemento Estructural	87
5.5.	Estabilización de suelo	96
5.6.	Comparativa de Costo- Beneficio	99
	CAPITULO VI. DISCUSION.....	101
6.1.	Discusión de antecedentes.....	101
	CONCLUSIONES	103
	RECOMENDACIONES	104
	FUENTES DE INFORMACION	105
	ANEXOS.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perfil del suelo residual	12
Figura 2. Etapas y procesos en la formación del suelo.....	13
Figura 3. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS	15
Figura 4. Modelo de Falla según Terzaghi.....	18
Figura 5. Tabla de factores de capacidad de carga modificados de Terzagui	19
Figura 6. Características de los materiales empleados en la inyección	29
Figura 7. Esquemas de algunas técnicas de inyecciones.....	31
Figura 8. Tipos de inyección de micropilotes	32
Figura 9. Resumen de multicriterio.....	34
Figura 10. Mapa del Perú.....	46
Figura 11. Mapa del departamento de Arequipa, Perú.....	47
Figura 12. Distrito de Pocsi de la provincia y departamento de Arequipa	47
Figura 13. Delimitación de la zona del templo ciborio.....	48
Figura 14. Templo ciborio, vista central	49
Figura 15. Modelo 3D – Templo ciborio	49
Figura 16. Zonas Sísmicas.....	51
Figura 17. Zona Sísmica del Departamento de Arequipa	52
Figura 18. Calicatas para la construcción de la Plaza principal de la localidad de Pocsi	53
Figura 19. Ubicación Calicata A	54
Figura 20. Excavación Calicata A.....	54
Figura 21. Ubicación de Calicata B	55
Figura 22. Excavación de Calicata B.....	55
Figura 23. Cuarteo de Muestra.....	57
Figura 24. Procedimiento ensayo de laboratorio	57
Figura 25. Procesamiento de muestra en tamiz N°40	58
Figura 26. Ensayo Límite líquido	59
Figura 27. Muestra procesada.....	59
Figura 28. Muestra seca.....	60
Figura 29. Proceso de introducción de muestra en la caja de corte.....	60
Figura 30. Previo a dar inicio al ensayo.....	61
Figura 31. Muestra Saturada.....	61
Figura 32. Anillo y piedra porosa	62

Figura 33. Cuestionario multicriterio	65
Figura 34. Escala de medida según Thomas Saaty.....	65
Figura 35. Curva granulométrica - Calicata A	66
Figura 36. Curva Granulométrica – Calicata B	68
Figura 37. Envolvente de Resistencias – Calicata A.....	73
Figura 38. Envolvente de Resistencia – Calicata B	73
Figura 39. Curva de asentamiento general – Calicata A.....	74
Figura 40. Curva de asentamiento general – Calicata B.....	75
Figura 41. Factores de capacidad de carga modificados - Terzaghi	76
Figura 42. Medición de Ciborio Pocsi – Monumento Nacional.....	77
Figura 43. Sexo de los decisores	80
Figura 44. Edad de los decisores	80
Figura 45. Grado académico de los decisores.....	81
Figura 46. Reducción de espesor.....	89
Figura 47. Coeficiente de minoración (Fuc).....	90
Figura 48. Tipos de coacción lateral.....	90
Figura 49. Coeficiente adimensional	91
Figura 50. Límites elásticos de acero para barras corrugadas.....	92
Figura 51. Límite elástico acero armadura tubular	92
Figura 52. Coeficiente de minoración (Fut).....	93
Figura 53. Diseño de micropilotes con carga.....	96
Figura 54. Ubicación de micropilotes.....	97
Figura 55. Modelado de micropilotes.....	97
Figura 56. Detalle de Micropilotes	98
Figura 57. Verificación de micropilotes	98
Figura 58. ACU - Inyecciones de concreto	99
Figura 59. ACU - Micropilotes.....	99
Figura 60. Presupuesto Micropilotes	100
Figura 61. ACU - Proyecto.....	100

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación entre grava y suelo.....	13
Tabla 2. Comparación de Arenas y Arcillas.....	14
Tabla 3. Comparación de Arenas y Limos.....	14
Tabla 4. Tipos de cimentaciones superficiales.....	20
Tabla 5. Pasos generales para realizar el diseño de una cimentación superficial.....	21
Tabla 6. Tipos de cimentaciones profundas.....	23
Tabla 7. Pasos generales para realizar el diseño de una cimentación profunda.....	24
Tabla 8. Resumen de los grupos de método multicriterio.....	36
Tabla 9. Desglose de variables.....	43
Tabla 10. Excavación de calicatas.....	56
Tabla 11. Lista de Profesiones con postgrado en Arequipa – Periodo Junio a Diciembre 2022.....	63
Tabla 12. Análisis granulométrico – Calicata A.....	66
Tabla 13. Cálculo de diámetro efectivo.....	67
Tabla 14. Cálculo de coeficiente de uniformidad y curvatura.....	67
Tabla 15. Clasificación según SUCS.....	67
Tabla 16. Análisis granulométrico – Calicata B.....	68
Tabla 17. Cálculo de diámetro efectivo.....	69
Tabla 18. Cálculo de coeficiente de uniformidad y curvatura.....	69
Tabla 19. Clasificación según SUCS.....	69
Tabla 20. Datos Límite líquido – Calicata A.....	70
Tabla 21. Cálculo Límite líquido – Calicata A.....	70
Tabla 22. Datos Límite plástico – Calicata A.....	70
Tabla 23. Calculo limite plástico – Calicata A.....	70
Tabla 24. Índice de plasticidad – Calicata A.....	70
Tabla 25. Datos Límite líquido – Calicata B.....	71
Tabla 26. Cálculo Límite líquido – Calicata B.....	71
Tabla 27. Datos Límite plástico – Calicata B.....	71
Tabla 28. Cálculo Límite plástico– Calicata B.....	72
Tabla 29. Índice de plasticidad.....	72
Tabla 30. Resultados de ensayo de corte directo – Calicata A.....	72
Tabla 31. Resultados de ensayo de corte directo – Calicata B.....	73
Tabla 32. Lecturas de ensayo – Calicata A.....	74

Tabla 33. Carga aplicada según su relación de vacíos - Calicata A	74
Tabla 34. Lecturas de ensayo – Calicata B.....	75
Tabla 35. Carga aplicada según su relación de vacíos - Calicata B	75
Tabla 36. Datos para procesamiento de formula.....	76
Tabla 37. Cálculo de Carga Muerta General.....	77
Tabla 38. Cálculo de Carga Muerta (SCP).....	77
Tabla 39. Cálculo de Carga Viva.....	78
Tabla 40. Datos para el cálculo de asentamiento por consolidado.....	78
Tabla 41. Datos para el cálculo de tiempo de asentamiento por consolidación.....	79
Tabla 42. Promedio final de matrices de comparación de criterios.....	81
Tabla 43. Matriz de comparación por pares normalizada	82
Tabla 44. Multiplicación de matriz por comparación de pares normalizada por vector de ponderación	82
Tabla 45. Resultado de multiplicación de matrices	83
Tabla 46. Alternativas con criterios	84
Tabla 47. Sumatoria de alternativas.....	84
Tabla 48. División de sumatoria entre valor de tabla.....	85
Tabla 49. Valores obtenidos del método multicriterio AHP	85
Tabla 50. Multiplicación de cada valor por su peso obtenido en AHP	85
Tabla 51. Matriz de valores ideales.....	85
Tabla 52. Matriz de ponderación de mejor ideal.....	86
Tabla 53. Matriz de ponderación de peor ideal	86
Tabla 54. Matriz sumatoria raíz de mejor ideal.....	86
Tabla 55. Matriz sumatoria raíz de peor ideal	86
Tabla 56. Matriz de mejor ideal de raíces	86
Tabla 57. Resumen de mejor y peor ideal.....	87
Tabla 58. Comparación de Normativas	87
Tabla 60. Dimensiones iniciales de Micropilote.....	94
Tabla 61. Cálculo de resistencia de lechada a la compresión (Fcd).....	94
Tabla 62. Cálculo de la resistencia del acero de la armadura (Fyd).....	94

RESUMEN

La ingeniería civil actualmente sigue trabajando con el análisis del comportamiento geotécnico del suelo ante cualquier tipo de proyecto a desarrollarse o que ya se haya puesto en marcha; sin embargo, en algunas zonas alejadas, este análisis no es determinado correctamente y provoca déficit en los diseños estructurales que a futuro implican daños en la edificación.

El templo ciborio fue descubierto en 2011 cuando se realizaban excavaciones para la construcción de la posta médica del Distrito de Pocsi. Donde se encontró los restos de la antigua iglesia de Pocsi incluido su Ciborio totalmente intacto y enterrado a un cinco por ciento, por lo que se paralizaron los trabajos preliminares y, hasta la fecha no se ha realizado ninguna otra gestión ni proyecto de inversión.

Para esta investigación, se realizó un estudio del comportamiento geotécnico del suelo con el objetivo de analizarlo, dado que el Ciborio sufre un asentamiento de suelo y es necesario determinar las causas que ocasionaron este lamentable suceso, para proponer una alternativa de estabilización estructural.

Con el fin de elegir la mejor alternativa de solución ante el asentamiento, se desarrollará una encuesta enfocada a especialistas del rubro de estructuras y geotécnica, para poder aplicar el Método Multicriterio de tipo AHP con TOPSIS. Con el resultado de su aplicación, se pudo determinar que la mejor alternativa de solución para la conservación estructural de los cimientos es la utilización de los micropilotes, con una ponderación 0.6986 en comparación de otro elemento.

Palabras claves: asentamiento, estabilidad estructural, comportamiento geotécnico, ciborio.

ABSTRACT

Civil engineering currently continues to work with the analysis of the geotechnical behavior of the soil in any type of project to be developed or that has already been launched; However, in some remote areas, this analysis is not determined correctly and causes deficits in structural designs that imply damage to the building in the future.

The Ciborio temple was discovered in 2011 when excavations were being carried out for the construction of the Pocsi District medical post. Where the remains of the old Pocsi church were found, including its Ciborio completely intact and five percent buried, so the preliminary work was paralyzed and, to date, no other management or investment project has been carried out.

For this research, a study of the geotechnical behavior of the soil was carried out with the objective of analyzing it, given that the Ciborio suffers from soil settlement and it is necessary to determine the causes that caused this unfortunate event, to propose an alternative for structural stabilization.

In order to choose the best alternative solution to the settlement, a survey will be developed focused on specialists in the field of structures and geotechnics, in order to apply the AHP-type Multicriteria Method with TOPSIS. With the result of its application, it was possible to determine that the best alternative solution for the structural conservation of the foundations is the use of micropiles, with a weighting of 0.6986 compared to another element.

Keywords: settlement, structural stability, geotechnical behavior, ciborium.

NOMBRE DEL TRABAJO

**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEO
TÉCNICO DEL SUELO A PARTIR DE MUL
TICRITERIOS AHP – TOPSIS EN LA ESTA
B**

AUTOR

**MANRIQUE GOMEZ, VALERIA FERNAN T
AMO BARRIENTOS, MIGUEL ANGEL**

RECUESTO DE PALABRAS

24967 Words

RECUESTO DE CARACTERES

144584 Characters

RECUESTO DE PÁGINAS

166 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

9.4MB

FECHA DE ENTREGA

Mar 13, 2024 8:45 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Mar 13, 2024 8:47 AM GMT-5**● 14% de similitud general**

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

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material citado

Mario Bryan, Araujo Montaña
DNI: 70547169



INTRODUCCION

A lo largo del mundo y de nuestro país existen grandes regiones con una gran variedad de suelos que albergan maravillosas estructuras, estas tienen grandes historias que contarnos; a través de los años nos han demostrado la capacidad del ser humano al crear y construir estructuras en zonas de alto riesgo siendo capaces de resistir por una cantidad basta de años, hasta pasar por desafíos geotécnicos y estructurales debido a los cambios volumétricos o por las características de suelo en los que se encuentran.

El Ciborio de Pocsi se encuentra entre las ruinas arqueológicas del antiguo templo del Distrito de Pocsi de la provincia y departamento de Arequipa, una estructura expuesta a los daños, dado que no ha tenido ningún estudio o interés de protección.

Y que, en los últimos sesenta años, se asentó quedando en el medio de la estructura el ciborio. Por consiguiente, la presente investigación plantea determinar la razón de su asentamiento a través del estudio del comportamiento geotécnico del suelo y brindar una solución para la estabilización estructural de los cimientos. Esta investigación parte con la recolección de información, seguida de la visita al lugar de estudio, realización de calicatas y el transporte de las muestras al laboratorio, para determinar la interacción suelo-estructura.

Para alcanzar la estabilización estructural, es imprescindible elegir el mejor elemento de estabilización, por ello se plantea la utilización de métodos multicriterio para evaluar las mejores alternativas de solución según valores numéricos obtenidos de encuestas dirigidas a expertos dentro del rubro. En este método, se pudo abordar la comparación de alternativas planteadas por los expertos, además de criterios en los que se pudo determinar el nivel de importancia de cada uno de estos.

Para Corral Quintana y Quintero de Conteras (2017) los métodos multicriterio son herramientas útiles y funcionales para poder determinar el impacto de acciones para el desarrollo

sobre sostenibilidad, los cuales permiten la inclusión de conflictos que existen entre objetivos económicos, ambientales y sociales, es una herramienta en la que se toma en cuenta los criterios más importantes (factores y limitantes del templo ciborio) para luego procesar esta información y poder dar una mejor comparación de elementos de estabilización a emplear.

Entre los elementos de estabilización planteados por los expertos, tenemos a los micropilotes e inyecciones de concreto.

Según Alarcón (2020) al estabilizar el suelo, se modifica de manera positiva la caracterizas y la capacidad portante del suelo; sin embargo, para poder modificar las características del suelo, se deben de evaluar el elemento de estabilización.

Piques (2019) nos menciona que los micropilotes son elementos de pequeño diámetro de perforación, normalmente de 80 a 300mm compuestos por una barra, tubo de acero o de armadura de acero, estos nos permiten soportar grandes capacidades de carga normalmente entre 100 a 200kN, tanto a la tracción como a la compresión con deformaciones mínimas y siendo lo menos invasivos, para este caso estudio en el cual se pone a prueba la eficiencia entre elementos capaces de cumplir con todos los criterios a evaluación.

Por otro lado, Barbarán (2017) nos menciona que las inyecciones de concreto en el suelo son los métodos de estabilización más usados en la actualizad ya que mejora las propiedades de resistencia y permeabilidad, esta técnica surge como una necesidad de construir obras civiles sobre terrenos blandos y deformables, esto a causa de escasez de terrenos con propiedades mecánicas inadecuadas.

La presente investigación está compuesta de la siguiente manera:

El primer capítulo comprende la situación problemática principal del trabajo de investigación, definición del problema. Así mismo la formulación del problema, los objetivos de la investigación, su importancia y viabilidad de la investigación.

El segundo capítulo plantea las bases teóricas, los antecedentes que nos permiten identificar alternativas de solución empleadas en otras investigaciones, su aplicabilidad y funcionalidad para este caso, y también en este capítulo se encuentran los términos básicos del trabajo.

El tercer capítulo expone la metodología de la investigación que describe su tipo, enfoque, diseño, además de las hipótesis de la investigación, variables, población, muestra, herramienta del proyecto y/o técnicas de recolección de datos, para su procesamiento.

El cuarto capítulo se explica la zona del proyecto y sus características, el proceso de toma de muestras y de igual manera los ensayos realizados, como son: análisis granulométrico, clasificación SUCS, límites de Atterberg y consolidación. Además del detalle de la encuesta para la aplicación del método multicriterio.

El quinto capítulo comprende los resultados de laboratorio con sus respectivos cálculos, el cálculo del asentamiento, cálculo del método multicriterio, la propuesta de solución con su respectivo diseño, verificación de la estabilización estructural y una comparación del costo-beneficio de la propuesta de solución.

El sexto capítulo presenta la discusión en relación de los antecedentes.

Por último, se presenta las conclusiones, recomendaciones y fuentes de información. Y en sus anexos se encuentra el estudio de mecánica de suelos, las encuestas realizadas, la validación de las encuestas y planos del proyecto.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación Problemática

Según el sistema de información para la gestión del riesgo de desastres, el suelo del distrito Pocsi se divide en dos tipos de superficies agrícolas, por un lado la superficie agrícola bajo riego con un porcentaje equivalente al cuarenta y nueve punto quince por ciento que contempla a los suministros artificiales y deliberados de agua para los cultivos, y a su vez se tiene la superficie agrícola bajo secano con un porcentaje equivalente al cincuenta punto ochenta y cinco por ciento que contempla a las tierras que son cultivadas con el agua de lluvia. (CENEPRED, 2023)

En general se puede determinar que un suelo agrícola contiene en sus componentes material mineral, materia orgánica, aire y agua; específicamente las partículas minerales están compuestas por arenas, limos y arcillas; en estas zonas no es recomendable la construcción dado que las arcillas sufren cambios en presencia con el agua. Según lo antes mencionado se podría decir que el suelo del caso estudio templo ciborio es una zona agrícola, dado que a través de los años se fue asentando. Sin embargo, hasta que no se realicen los estudios correspondientes no se puede definir ningún tipo de suelo. (Acosta, 2019)

Entonces, esta problemática parte del comportamiento geotécnico del suelo del templo ciborio. Este, fue construido a mediados del siglo XIX y destruido por segunda vez por un terremoto un 13 de agosto de 1960, donde solo quedo ileso de la destrucción el ciborio. Es por ello por lo que fue nombrado Monumento Nacional Cultural según la Resolución directoral nacional N° 787 un 23 de agosto de 2002 y es el único bien mueble cultural Arquitectónico del Distrito de Pocsi que genera arribo turístico. Además de ser considerado un monumento con arquitectura civil arequipeña colonial en sillar que comprende un valor religioso, cultural e histórico. (Perú B. C., 2020)

Con la necesidad de plantear una solución, el método multicriterio es ideal para la toma de decisiones, siendo útil en seleccionar alternativas que eviten el asentamiento del caso estudio templo ciborio. Según Scientific Report los métodos multicriterio o también conocido por sus siglas en inglés como MCDM (Multicriteria Decision-Making) ayudan a gestionar los problemas de selección de materiales donde se evalúa el desempeño de las alternativas bajo criterios, comparando sus ventajas y desventajas para finalmente obtener una decisión con criterios matemáticos. Dentro de los más utilizados para investigaciones en la ingeniería tenemos al tipo multicriterio AHP y TOPSIS. (Shervin Zakeri, 2023)

Entonces, con la revisión de literatura expuesta es evidente la necesidad de realizar una investigación a profundidad que nos permita lograr la estabilización estructural del caso estudio templo ciborio. Por lo tanto, se realizará el estudio de suelo donde se el templo ciborio, para analizar su comportamiento geotécnico del suelo y para plantear posibles soluciones se hará uso del método multicriterio AHP y TOPSIS.

1.2. Definición del Problema

El templo ciborio que se encuentra ubicado en el distrito de Pocsi de la provincia y departamento Arequipa; actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado, por lo que a través de multicriterio AHP y TOPSIS se plantea lograr su estabilización estructural.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿De qué manera el análisis del comportamiento geotécnico del suelo estabilizara estructuralmente el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023?

1.3.2. Problema específico

¿De qué manera el comportamiento geotécnico del suelo se relaciona con la interacción suelo estructura del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023?

¿Cómo el determinar multicriterio en la elección del elemento de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023?

¿De qué manera el comportamiento geotécnico del suelo se relaciona con los elementos de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023?

¿Cuál es el diseño de la mejor alternativa de elemento de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023?

¿Cuál es la mejor alternativa del costo beneficio del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo general

Analizar el comportamiento geotécnico del suelo en la estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023

1.4.2. Objetivo específico

Determinar como el comportamiento geotécnico del suelo se relaciona con la interacción suelo estructura del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023

Determinar multicriterio en la elección del elemento de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023

Determinar como el comportamiento geotécnico del suelo se relaciona con los elementos de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023

Diseñar la mejora alternativa de elemento de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023

Comparar el costo beneficio de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023

1.5. Importancia de la Investigación

Según el sistema de información para la gestión del riesgo de desastres, el distrito de Pocsi se caracteriza por tener un suelo agrícola que contine estratos de arenas, limos y arcillas, que con el contacto al agua cambia; por ello el suelo influye un papel relevante en esta investigación.

Como es probable que el templo ciborio este sobre un suelo agrícola y durante el paso de los años se generó un asentamiento. Por tanto, su importancia parte de la preservación del templo ciborio evitando su asentamiento y logrando una estabilización estructural; como se expuso anteriormente el templo ciborio es Monumento Nacional Cultural al que se debe cuidar su integridad y permanencia.

1.6. Viabilidad de la Investigación

Viabilidad Técnica: Se tendrá que realizar un estudio de suelo con las muestras del terreno donde se ubican el templo ciborio en el distrito de Pocsi, para poder determinar su comportamiento geotécnico; todo el estudio de suelo se llevara a cabo en el laboratorio certificado TechLab.

Viabilidad económica: Los gastos a realizarse en laboratorio se encuentran al alcance de los autores, así mismo como las visitas técnicas y traslado de muestras desde el distrito de Pocsi a la ciudad de Arequipa, ya que solo se encuentra a una hora distancia. Por otro lado, se cuenta con la licencia del software en uso que fue GEO5.

Viabilidad Social: Parte de la aplicación de la metodología multicriterio fue la recolección de información a través de encuestas solo a ingenieros civiles con especialidad, maestría o doctorado en geotecnia y donde se logró alcanzar la meta propuesta.

Viabilidad de consentimiento: Según la ley general del Patrimonio cultural de la Nación 28296, capítulo II, Artículo 8, indican que los bienes muebles propiedad de la iglesia católica están a su cargo y cuidado. Por ello se tiene el consentimiento del Arzobispado de Arequipa y la familia Tamo, ya que ambas partes son dueños del templo ciborio.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

El caso estudio templo ciborio fue construido a inicios del siglo XVIII y un terremoto de nueve grados en la escala de Richter lo destruye un 13 de agosto de 1868. Doce años después en 1881, el sacerdote Emeterio Retamozo comenzó la construcción de una nueva iglesia, con el apoyo de Patricio Tamo Diaz, que 33 años después en 1914, dio fruto a un templo de nueve metros de ancho por treinta metros de largo, que tenía un altar, mesa para celebración de misa, sagrario de pan y ciborio para exponer al santísimo. Lamentablemente 46 años después, un 15 de enero de 1958 un terremoto destruye nuevamente este templo, y dos años más tarde un 13 de agosto de 1960 otro terremoto lo devasta aún más y queda ileso del terremoto el ciborio. (Tamo, 2012)

Con el paso de los años el templo ciborio fue asentándose en la superficie y al ejecutarse trabajos preliminares para la construcción de la posta médica del Distrito de Pochi en 2012 se detuvieron todos, al encontrarse restos del ciborio. Entonces, se puede deducir que el tipo de suelo sobre el que se encuentra el templo ciborio no tiene estabilidad estructural y podría estar sobre estratos arenosos, limosos, arcillosos o simplemente contar con nivel freático que ocasiona su hundimiento. (Acosta, 2019)

Un caso similar al caso estudio templo ciborio, fue Louis Cereceda (2018) donde realiza la intervención de un patrimonio cultural en una iglesia del siglo diecisiete que paso por dos terremotos, el primero dejo en ruinas al templo y el segundo lo dejo en ruinas parcialmente; el templo actual fue construido desde cero y tiene un estilo renacentista tardío. Entre sus características constructivas podemos encontrar un espesor de muros de sesenta y cinco a ochenta centímetros; sin embargo, el diagnóstico del caso desglosa una cimentación que presenta hundimientos puntuales ocasionados por filtraciones de estancamiento de agua

interior. Para su solución, se planteó un refuerzo de zapatas con hormigón armado, este se realizó a través de la cripta de la iglesia y al mismo tiempo se colocó a sus alrededores un forjado sanitario que evita el paso de la humedad. Por otro lado, en la investigación a la catedral de San Pedro construida en el siglo del oro francés, una destacada construcción debido a la esbeltez de los pilares; el objetivo de estudio fue evitar el hundimiento de las bóvedas centrales del coro, es preciso mencionar que durante el paso de los años se agregaron vigas de madera reforzadas con acero de muro a muro. Entonces, el fallo de su hundimiento se debe al viento sobre la catedral, en la geografía francesa los elementos construidos son más altos y están expuestos a fuertes vientos. Para resolver el problema, se planteó un refuerzo de pilares tanto de forma interna como externa a través de tirantes de hierro u otra opción fue su reconstrucción total, el problema de la primera propuesta es que es muy invasiva para una construcción de este tipo, por otro lado, la segunda propuesta plantea la construcción de una nueva bóveda, alado de la existente que pueda soportar su peso propio y el peso de las anteriores con un refuerzo en la estructura. Finalmente, los autores concluyen que la segunda propuesta planteada es la óptima para este proyecto. (Mercedez, 2021)

Otra investigación fue la de Gulsum (2015) que realizo la investigación de una mezquita del siglo XVI, ubicada en un suelo arenoso-limoso y que tenía un nivel freático variado debido a las sequias de los últimos años, esta variación provoco el desplazamiento del suelo y al mismo tiempo del espécimen, afectando directamente la mampostería. Como es una estructura histórica y se encuentra sobre un suelo con expansión y contracción de la capa de arcilla que provoca el desplazamiento diferencial, los autores proponen el uso de minipilotes que no son expansivos a una profundidad de cuatro metros. Una propuesta diferente a la del último autor, es la que desarrolla Wang (2023) donde mejora las propiedades del suelo estabilizado y analiza las diferentes formas de su mejora. Primero plantea el uso de aditivos como el metacaolin, polvo de metacaolin, polvo microsíllice u otros, pero concluye que son demasiados caros o

dañan el sistema respiratorio humano. Una segunda alternativa, es la inyección de hormigón celular esterilizado dado que es respetuoso con el ambiente, no libera sustancias peligrosas y la que recomienda el autor. La propuesta de Gulsum (2015) es ratificada por Martin Gutiérrez (2021), porque en su investigación se desarrolla el uso de micropilotes para equilibrar desplazamientos dinámicos como medida preventiva de hundimiento. La aplicación de este trabajo fue en un edificio existente que tubo deslizamientos ocurridos por lluvias, se aplicó una metodología que aumenta la resistencia a la cortante del talud y se siguió la normativa de España para medir los valores de distorsión angular de la cimentación, además del diseño de micropilotes. Por último, se comprobó el mismo, en el programa SLIDE V5 y concluyen que los micropilotes son mecanismos útiles para reparación preservación y estabilización de emergencia.

Como se expuso anteriormente, cada autor ante una problemática con semejanza a la nuestra abarca una solución diferente, pero todos se relacionan con el propósito de alcanzar una estabilización del suelo. Por un lado, tenemos a Georges (1976) que define a la estabilización de suelo como el proceso de manipular a materiales que no cumplan con la resistencia requerida de un terreno, también explica que no se pueden construir cimientos si no existe una estabilización. Y, por ende, es fundamental un estudio de suelo que presente cualidades como bajo porcentaje de finos arcillosos o una granulometría conveniente con materiales difícil de segregarse, pero si no fuese el caso, es necesario abordar una estabilización física, mecánica o química según sea necesario.

Y una forma simple y respaldada de evaluar el tipo de estabilización que el caso estudio templo ciborio necesita es usando el juicio de experto a través de multicriterio. El caso que presenta Muñoz (2020), explica la aplicación de métodos multicriterio únicamente para la ingeniería civil. El fin de la investigación es tomar la mejor decisión al momento de elegir una maquinaria que será comprada por una empresa constructora, la empresa evalúa como

criterios de compra potencia, peso, capacidad cazo, profundidad excavación, anchura, altura de cabina, ruido, consumo de combustible y precio. Para su ponderación de valores numéricos aplica tanto una asignación directa e indirecta, ya que por un lado plantea valores propios y por otro lado utiliza la teoría de Saaty y para el uso de los tipos de multicriterio utilizan el método AHP y TOPSIS, que según la opinión de los autores son la mejor alternativa en la ingeniería. En el desglose de la aplicación del método AHP y método TOPSIS, se detalla su procedimiento y discusión del resultado, donde concluye el autor que el método ayuda a la toma de decisiones con el apoyo de expertos, dado que la recolección de la información es a través de encuesta y las mismas son llenadas por expertos en el tema. Una postura similar presenta la autora Ramírez (2022) que realizó en su investigación la comparación de dos sistemas constructivos de España y Colombia. Evaluó en ambas los planos de las edificaciones, materiales empleados y métodos de construcción a partir de las normativas de cada país, además de analizar sus igualdades y diferencias bajo el método multicriterio. Sin embargo, el tipo de método multicriterio fue MODM, donde básicamente solo se comprará un elemento (el sistema construcción de un país) contra otro y se evalúa de forma positiva o negativamente, para identificar cual es mejor; un diferente tipo de multicriterio en comparación de Muñoz.

Otra investigación planteada por Costa de Oliveira (2022) donde puntualiza su en tres etapas. La primera es la recolección de información, la segunda implicó el orden de la base de datos obtenida en la primera etapa y en el tercero se planteó el uso del método multicriterio. Dado que el objetivo de la investigación era el mapeo de la vulnerabilidad de procesos erosivos a través de mapas temáticos, se aplicó el método multicriterio AHP porque facilita comparaciones entre atributos y tomar decisiones de problemas inciertos, sus criterios fueron la geología, geomorfología, pedología, uso, cobertura y clima. Sin embargo, sus valores numéricos fueron por asignación directa, donde el autor define la importancia de cada valor numérico por decisión propia y en algunos casos significa errores en el método multicriterio.

Por último, la postura que presenta Chatterjee (2023) al realizar una comparación de cada enfoque del método multicriterio, y evaluar cada tipo de métodos de cada enfoque, es la comparación del método TOPSIS usado para investigaciones con enfoque subjetivo y el método AHP para investigaciones con enfoque objetivo. Entonces podemos decir que, estas últimas investigaciones reafirman el uso de método multicriterio AHP y TOPSIS como una forma práctica en la ingeniería civil.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El suelo

La historia de la ingeniería civil y la mecánica de suelos está repleta de importantes contribuciones y avances a lo largo de los siglos. Estos hitos han sentado las bases para el desarrollo de la disciplina y han proporcionado las herramientas y conocimientos necesarios para la construcción de infraestructuras seguras y eficientes.

Actualmente los suelos desempeñan un papel relevante para el soporte de estructuras, terraplenes viales, muros de contención, diques, rellenos, etc. Su conocimiento y comprensión son fundamentales para garantizar la seguridad y durabilidad de las estructuras construidas y el desarrollo sostenible del entorno construido. (Duque Escobar, 2016)

La forma para conocer y comprender los desafíos asociados a los suelos en la ingeniería civil es a través de mecánica de suelos. Algunos de los aspectos fundamentales de la mecánica de suelos son los siguientes:

Origen y formación del suelo: El estudio del origen y la formación del suelo permite comprender las diferentes formaciones litológicas y su influencia en el comportamiento de los suelos. Esto implica analizar su relación, clasificación y propiedades.

Relación de fases. La relación de fases en la mecánica de suelos se refiere al estudio de las proporciones y volúmenes de los componentes del suelo, como los sólidos, el agua y el aire. Esta relación es crucial para comprender el comportamiento del suelo bajo diferentes condiciones de humedad y para determinar su capacidad de soporte, su compresibilidad y su permeabilidad, entre otros aspectos.

Clasificación de suelos. La clasificación de suelos es un proceso mediante el cual se categorizan los suelos en función de sus características físicas y propiedades mecánicas. Esto se logra a través de pruebas de laboratorio, como la granulometría y la plasticidad, que permiten determinar la composición y las propiedades de los suelos granulares y finos. La clasificación de suelos es fundamental para seleccionar las técnicas de diseño y construcción más apropiadas.

Propiedades mecánicas de los suelos. La mecánica de suelos estudia las propiedades mecánicas de los suelos, como la resistencia al corte, la compresibilidad, la consolidación y la capacidad de carga. Estas propiedades son evaluadas mediante pruebas de laboratorio y análisis de datos para determinar la respuesta del suelo ante diferentes cargas y condiciones.

El análisis y entendimiento de estos aspectos en la mecánica de suelos permiten a los ingenieros diseñar y construir de manera segura y eficiente diversas estructuras y obras civiles. (Duque Escobar, 2016)

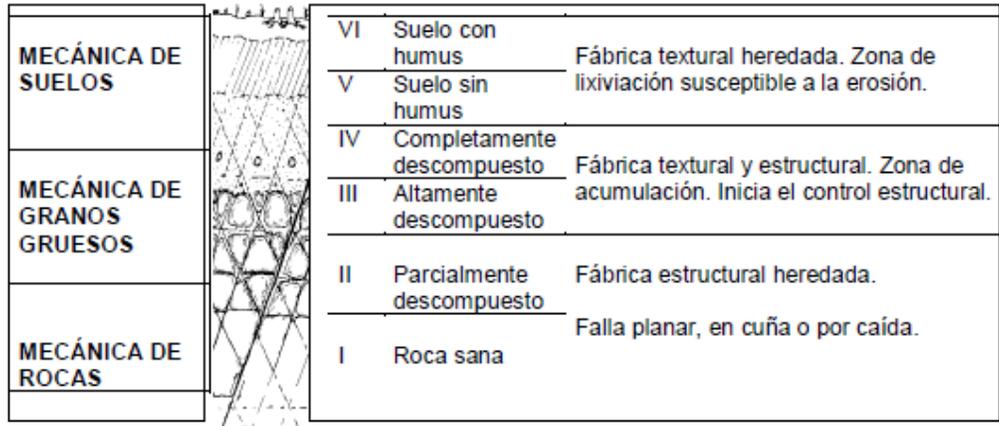
Entonces, podemos decir que la mecánica de suelos incluye:

- A. Teoría sobre el comportamiento de los suelos sujetos a cargas, basada en simplificaciones necesarias, dado el estado actual
- B. Investigación de las propiedades físicas de los suelos.
- C. Aplicación del conocimiento teórico y empírico de los problemas prácticos.

Por otro lado, la estructura del suelo puede ser natural (la del suelo “in situ”), como un talud; o el suelo de cimentación, o artificial (suelo como material de construcción), como un terraplén o un relleno.

Figura 1.

Perfil del suelo residual



Nota: El perfil geotécnico se describe con seis horizontes, del I, en la base al VI en la superficie, pudiendo en ocasiones estar el perfil incompleto por faltar en el algún horizonte. Adaptado de Etapas y procesos en la formación del suelo, por Geomecánica, 2016, Duque Escobar (<http://galeon.com/geomecánica>)

La alteración mecánica ocurre cuando la roca es sometida a esfuerzos tectónicos, lo que puede provocar su deformación y fracturación. La descarga por erosión disminuye las presiones sobre la roca, lo que a su vez permite el relajamiento y la expansión de las discontinuidades estructurales, como los planos de fractura. Esto conduce a una mayor permeabilidad en la roca fracturada, lo que permite la circulación de flujos de agua a través de ella.

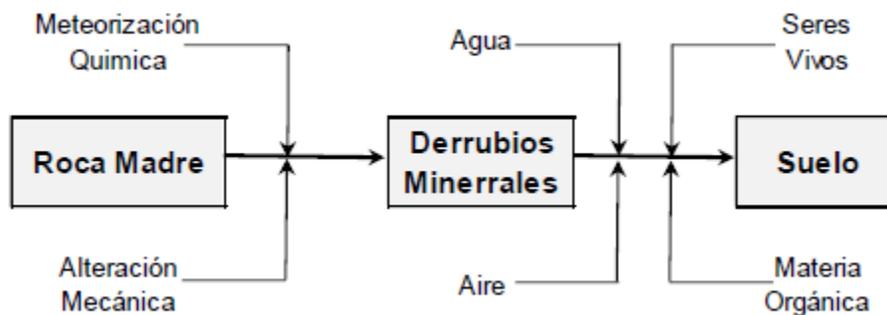
La presencia de agua es fundamental en el proceso de meteorización, que es la transformación de los minerales de la roca debido a la interacción con el agua. El agua disuelve minerales solubles, transporta sustancias disueltas y provoca reacciones químicas que alteran

la composición de la roca. Con el tiempo, estos procesos de meteorización y disolución de minerales contribuyen a la formación del suelo a partir de la roca madre.

En resumen, la formación del suelo implica tanto la alteración mecánica de la roca como la meteorización química causada por la presencia de agua. Estos procesos actúan en conjunto para transformar la roca en partículas más pequeñas y desarrollar las propiedades características del suelo.

Figura 2.

Etapas y procesos en la formación del suelo



Nota: Adaptado de Etapas y procesos en la formación del suelo, por Geomecánica, 2016, Duque Escobar (<http://galeon.com/geomecánica>)

Diferencia entre la roca y el suelo. Desde la perspectiva geotécnica, dicha diferencia depende de la resistencia a la compresión σ_c , según estos criterios:

Tabla 1.

Comparación entre grava y suelo

Roca es dura sí $\sigma_c > 300 \text{ kg/cm}^2$
Roca es blanda sí $200 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_c < 300 \text{ kg/cm}^2$
Suelo sí $\sigma_c \leq 10 \text{ kg/cm}^2$ (El concreto normalmente es de $\sigma_c = 210 \text{ kg/cm}^2$)

Los suelos homogéneos pueden presentar planos de las fallas circulares; las rocas tienen planos gobernados por la estructura del macizo rocoso en donde se puedan ubicar. (Duque Escobar, 2016)

Diferencia entre las arcillas y las arenas.

Tabla 2.

Comparación de Arenas y Arcillas

ARENAS	ARCILLAS
Volumen de los poros hasta 50% máximo	Volumen de los poros hasta 98% máximo.
No es plástica.	Es plástica.
No se retrae al secarse	Se retrae al secarse.
No es compresible o lo es muy poco	Muy compresible.
Se comprime rápidamente.	Por carga aplicada se comprime lentamente.
La humedad la afecta poco.	Su consistencia depende de la humedad.
Tamaño de las partículas mayor de 0,06 mm	Tamaño menor de 0,002 mm.
No presenta cohesión.	Presenta cohesión.

Diferencia entre las arcillas y los limos.

Tabla 3.

Comparación de Arenas y Limos

ARCILLAS	LIMOS
La resistencia seca es alta a muy alta, especialmente si se seca al horno.	La resistencia seca es baja, aún seca al horno.
No desprende polvo de la superficie.	Desprende polvo de la superficie.
Difícilmente desmenuzable con los dedos.	Es fácilmente desmenuzable con los dedos.
Plasticidad. Los rollitos del límite plástico son tenaces, secan lentamente y permanecen finos, con humedades bajo el	Plasticidad. Los rollitos para el límite plástico son frágiles. Secan rápido y se

estado plástico. Tienen resistencia alta a muy alta.
 Reacción muy lenta o nula a la vibración o dilatación. La superficie permanece lustrosa.
 Dispersión. Cuando está en suspensión, tarda días a semanas, en asentarse, a menos que haya floculación.

agrietan fácilmente con humedad bajo el estado plástico. Tienen resistencia baja.
 Reacción rápida frente a vibración o dilatación. La superficie se vuelve húmeda por vibración y se opaca al presionarla.
 Dispersión. Se asienta entre 15 y 60 minutos.

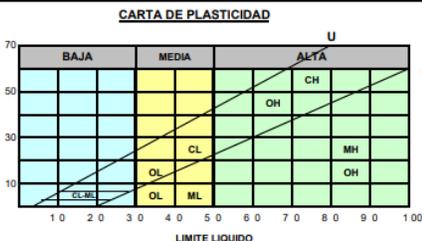
Clasificación de suelo. Norma NTP 339.134:1999. La clasificación según esta

normativa se basa en las características granulométricas que se pueden evaluar en laboratorio, además que cataloga suelos de toda zona geográfica. (Geotecnia C. T., 1998)

Figura 3.

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS

DIVISION	PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN EL CAMPO	SIMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN LABORATORIO			
SUELO DE PARTICULAS GRUESAS Número 200	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es RETENIDA por la malla N°4. GRAVAS LIMPAS (poco o nada de partículas finas)	GW	Gravas bien gradadas, mezclas de grava y arena con poco ó nada de finos	Coeficiente de uniformidad C_u : mayor de 4 Coeficiente de curvatura C_c : entre 1 y 3 $C_u = D_{60}/D_{10}$; $C_c = (D_{30})^2/D_{10}D_{60}$ No satisfacen todos los requisitos de gradación para GW. Debajo de "A" I.P. menor que 4 Arriba de "A" y con I.P. entre 4 y 7 casos de frontera, uso de símbolos dobles. Arriba de "A" I.P. mayor que 7			
		GP	Gravas mal gradadas, mezclas de grava y arena con poco ó nada de finos				
		GM, GU	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y arcilla.				
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa PASA por la malla N°4. ARENAS LIMPAS (poco o nada de partículas finas)	SW	Gravas bien gradadas, mezclas de grava y arena con poco ó nada de finos		Coeficiente de uniformidad C_u : mayor de 6 Coeficiente de curvatura C_c : entre 1 y 3 $C_u = D_{60}/D_{10}$; $C_c = (D_{30})^2/D_{10}D_{60}$ No satisfacen todos los requisitos de gradación para SW. Debajo de "A" I.P. menor que 4 Arriba de "A" y con I.P. entre 4 y 7 casos de frontera, uso de símbolos dobles. Arriba de "A" I.P. mayor que 7		
		SP	Gravas mal gradadas, mezclas de grava y arena con poco ó nada de finos				
		SM, SU	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y arcilla.				
SUELO DE PARTICULAS FINAS Número 200	PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN EN LA FRACCIÓN QUE PASA LA MALLA N° 40		FRACCIÓN QUE PASA POR LA MALLA N° 200 Menos del 5% : GW, GP, SW, SP, SM, SC. De 5% al 12% : Casos de frontera se requiere el uso de símbolos dobles.				
	LIMOS Y ARCILLAS LÍMITE LIQUIDO menor de 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (reacción a la reacción al rompimiento)		MOVILIDAD DEL AGUA (reacción al agitado)		TENACIDAD (consistencia cerca del límite plástico)	G = gravas, M = limo, O = orgánicos, W = bien gradadas, S = arenas, C = arcilla, P = mal gradado, L = baja compresibilidad, H = alta compresibilidad.
		Nula ó ligera		Rápida a lenta		Nula	
	LIMOS Y ARCILLAS LÍMITE LIQUIDO mayor de 50	Media a alta		Nula a muy lenta	media	CL	
		Ligera a media		Lenta	Ligera	OL	
	LIMOS Y ARCILLAS LÍMITE LIQUIDO mayor de 50	Ligera a media		Lenta a nula	Ligera a media	MH	
Alta a muy alta		Nula a muy lenta	Alta	CH			
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	Facilmente identificable por su color, olor, sensación esponjosa y, frecuentemente, por su textura fibrosa.	Pt	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.				



Nota: Adaptado de Clasificación SUCS por Enciclopedia de Suelos, 2016, Pérez Preciado.

Estudio de suelos.

Análisis granulométrico por tamizado (NTP 339.128).

Objetivo: Determinación de la distribución de tamaños de partículas de suelo. Esta norma describe el método para delimitar los diferentes porcentajes de suelo que pasan por los tamices, desde el tamiz de 75 milímetros hasta el de 0.0075 milímetros.

Equipos: Balanza. Tamices 75 milímetros, 50.8 milímetros, 38.1 milímetros, 25.4 milímetros, 19 milímetros, 9.5 milímetros, 4.76 milímetros, 2 milímetros, 0.840 milímetros, 0.425 milímetros, 0.250 milímetros, 0.106 milímetros y 0.075 milímetros (N° 200). Envases. Cepillo y brocha. (Geotecnia C. T., 1999)

Límites de Atterberg (NTP 339.129).

Objetivo: Determinar el contenido en humedad que define los límites, los estados de consistencia semilíquida, plástica y semisólida, de una muestra de suelo con el tamiz N° 40. El límite líquido es definido como el contenido de humedad en el límite entre los estados de consistencia y semilíquido. El límite plástico es definido como el contenido en el límite entre los estados de consistencia plástica semisólida.

Equipos: Dispositivo copa de Casagrande para (LL). Ranurador. Calibrador de metal. Balanza. Tamiz n°40. Mortero y mazo de porcelana. Espátula de acero. Pipeta. Horno. Vasija de evaporación. Recipiente. Placa de vidrio.

Formulas: El índice plástico (IP) se determina de la siguiente forma (Geotecnia C. T., 1999)

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP = indice plastico

LL = limite líquido

LP = Limite plástico

Ensayo de Corte directo (NTP 339.171 / ASTM D3080).

Objetivo: Su propósito es definir los parámetros del ensayo para poder determinar la resistencia al corte de un suelo consolidado.

Esta prueba se puede realizar en todo tipo de muestras remodeladas e inalteradas.

Equipos: Dispositivo de carga. Piedras Porosas. Balanza. Deformímetros. Horno de secado. Recipientes. Equipo para compactación de probetas. (Geotecnia C. T., 1999)

Ensayo de Consolidación (ASTM D2435).

Objetivo: Alcanzar un estimado de velocidad en el asentamiento total o diferencial de una estructura.

Equipos: Equipo de Carga. Consolidómetro. Piedras porosas. Balanza. Horno de secado. Extensómetro. Equipos diversos como espátulas, sierras, cuchillos y recipientes. (UNI, 2017)

Capacidad de carga de los suelos. El método según Terzagui, sólo se aplica en el caso de la capa freática profunda y de esfuerzos totales iguales a efectivos. Para su método, desprecia la resistencia al corte del suelo sobre la profundidad de la cimentación, que se considera como una sobrecarga en la cimentación (Gonzales, 2017)

$$q = \gamma * D_f$$

Donde:

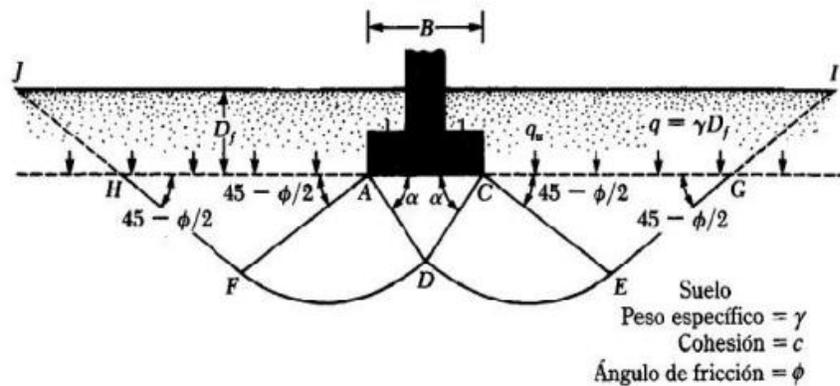
$$q = \text{carga}$$

$$\gamma = \text{Peso específico del suelo}$$

$$D_f = \text{Profundidad del desplante}$$

Figura 4.

Modelo de Falla según Terzaghi



Nota: Adaptado de Teoría de la capacidad de carga por Blog del Ingeniero, 2020, Atom

La anterior figura, muestra la zona de cimentación se separa en una zona triangular ACD (estado activo), zona de corte radial ADF-CDE, zona de curvas DE – DF y zonas pasivas AFH – CEG. Con el análisis de equilibrio, Terzaghi expresa la capacidad de la carga admisible y última. (Gonzales, 2017)

$$q_u = CN_c + \gamma hN_q + 0.5\gamma BN_\gamma$$

Donde:

$$q_u = \text{Maxima capacidad de carga (kN/m}^2\text{)}$$

$$C = \text{Cohesión efectiva (kPa)}$$

$$\gamma = \text{Peso específico (kN/m}^3\text{)}$$

$h = \text{Profundidad del cimiento (m)}$

$B = \text{Ancho del cimiento (m)}$

$N_c, N_q, N_\gamma = \text{Factores en función al ángulo de fricción interna}$

Figura 5.

Tabla de factores de capacidad de carga modificados de Terzagui

ϕ	N_c'	N_q'	N_γ'	ϕ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5.70	1.00	0.00	26	15.53	6.05	2.59
1	5.90	1.07	0.005	27	16.30	6.54	2.88
2	6.10	1.14	0.02	28	17.13	7.07	3.29
3	6.30	1.22	0.04	29	18.03	7.66	3.76
4	6.51	1.30	0.055	30	18.99	8.31	4.39
5	6.74	1.39	0.074	31	20.03	9.03	4.83
6	6.97	1.49	0.10	32	21.16	9.82	5.51
7	7.22	1.59	0.128	33	22.39	10.69	6.32
8	7.47	1.70	0.16	34	23.72	11.67	7.22
9	7.74	1.82	0.20	35	25.18	12.75	8.35
10	8.02	1.94	0.24	36	26.77	13.97	9.41
11	8.32	2.08	0.30	37	28.51	15.32	10.90
12	8.63	2.22	0.35	38	30.43	16.85	12.75
13	8.96	2.38	0.42	39	32.53	18.56	14.71
14	9.31	2.55	0.48	40	34.87	20.50	17.22
15	9.67	2.73	0.57	41	37.45	22.70	19.75
16	10.06	2.92	0.67	42	40.33	25.21	22.50
17	10.47	3.13	0.76	43	43.54	28.06	26.25
18	10.90	3.36	0.88	44	47.13	31.34	30.40
19	11.36	3.61	1.03	45	51.17	35.11	36.00
20	11.85	3.88	1.12	46	55.73	39.48	41.70
21	12.37	4.17	1.35	47	60.91	44.45	49.30
22	12.92	4.48	1.55	48	66.80	50.46	59.25
23	13.51	4.82	1.74	49	73.55	57.41	71.45
24	14.14	5.20	1.97	50	81.31	65.60	85.75
25	14.80	5.60	2.25				

Nota: Adaptado de Fundamentos Teóricos por Variación de la Capacidad portante de la losa de cimentación del tanque de combustible de la gasolinera, 2010, Merchan & Polo

2.2.2. Cimentaciones

Una cimentación es grupo de elementos estructurales, que tiene la función de transferir las cargas de los elementos que se encuentran apoyados en el suelo, para después puedan distribuirse sin exceder las presiones admisibles ni generar cargas superficiales. Al determinar sus tipos, depende de diversos aspectos a tomar en cuenta sobre las especificaciones mecánicas del terreno. (ICG, 2018)

Cimentaciones superficiales. La cimentación superficial son las usadas para edificaciones debido a su menor costo por carga soportada y facilidad de ejecución. Transmite al terreno cargas y origina que una estructura resista las deformaciones producidas, considerando que esta no debe superar la capacidad portante del terreno. Básicamente se caracterizan por transmitir carga a una estructura a través de una base de contacto. (Yepes Piqueras, 2019)

Se considera que su profundidad entre su ancho debe ser menor o igual a cinco para que sea una cimentación superficial. Estas se dividen según su forma de trabajo entre zapatas aisladas, conectadas y combinadas, cimentaciones continuas y plateas de cimentaciones. (ICG, 2018)

Tabla 4.

Tipos de cimentaciones superficiales

Tipo	Características
Zapatas aisladas	Cimentación puntual que recibe un único sistema de carga, que son las columnas y suelen ser empleadas en terreno firme. No se recomienda para terrenos blando o cargas grandes. Según la posición de la columna pueden ser centradas, medianeras o de esquina.
Zapatas conectadas	Es la unión de varias zapatas por vigas, a través de hormigón armado. Su misión es absorber cargas horizontales y evitar los corrimientos entra zapatas. Su atado perimetral depende de su aceleración sísmica
Zapatas combinadas	La zapata combinada es una cimentación donde se apoyan de una a más columnas, se emplea cuando las zapatas están cerca ya que complican la excavación.

Cimentación continua	Son zapatas continuas o corridas que reciben de tres a más columnas, estas se diferencian con las combinadas por su longitud en comparación con su sección transversal.
Plateas de cimentación	Se considera un emparrillado de gran rigidez, que reúne a todas las columnas en una única cimentación. Consiste en zapatas corridas entrecruzadas con malla de forma ortogonal. Se emplean cuando la presión admisible del terreno es baja y existe una deformación elevada.

Diseño de cimentaciones superficiales. Se cuenta con cargas verticales, cargas horizontales y momentos flexionantes. Provenientes de cargas vivas o muertas (cargas gravitacionales) y de vientos o sismos (cargas accidentales). Con lo anterior mencionado, pasamos a describir teóricamente el diseño de una zapata aislada (Rodríguez, 2017):

Tabla 5.

Pasos generales para realizar el diseño de una cimentación superficial

- 1 Dimensiones de las cimentaciones: Ya que sus dimensiones dependen de la capacidad portante del terreno y de la resistencia de los materiales a emplearse. Se propone una dimensión base y con la Teoría de Meyerhof se halla la capacidad portante del suelo.
 - 2 Factor de seguridad: Se divide la capacidad portante del suelo entre el factor de seguridad, según corresponda y se obtiene su capacidad de carga admisible.
 - 3 Nuevas dimensiones: Con la capacidad de carga admisible, se plantean nuevas dimensiones de la cimentación y según corresponda la posición de su carga vertical.
-

-
- 4 Materiales: Estas se definen según el Reglamento nacional de Edificaciones.
 - 5 Estabilidad: Es pertinente revisar la estabilidad ante volteo, sobre todo en casos con péndulo invertido ya que, al contar con una sola zapata, la estabilidad depende de eso. Para esos casos se suele profundizar la cimentación.
 - 6 Esfuerzos máximos: Al considerarse la cimentación como una estructura rígida, es necesario definir los esfuerzos producidos debajo de esta en sus cuatro esquinas. De los esfuerzos obtenidos de sus esquinas, se toma el esfuerzo máximo y mínimo, para finalmente verificar que cumpla que $q_{max} \leq q_{adm}$ y $q_{min} > 0$, de lo contrario se vuelve a modificar dimensiones.
 - 7 Flexión, cortante y punzonamiento: Para el punzonamiento es importante que la carga de compresión de la columna se extienda en la zapata, para la fuerza cortante máxima se define en sus cuatro esquinas y para su flexión se considera como viga ancha.
-

Optimización en su diseño. Para el diseño de una cimentación generalmente se toma en cuenta la economía, tecnología, durabilidad y seguridad. Así mismo, esta debe garantizar una transmisión adecuada de cargas sin que la base se deforme o se fracture. Por tanto, se toman en cuenta dos criterios:

Criterio geotécnico. Como requisito fundamental que cumpla un factor de seguridad tanto de vuelco como de deslizamiento, factor de seguridad de falla por capacidad de carga, base sin deformaciones y profundidad de cimentación adecuada ante socavaciones.

Criterio estructural. Elemento autoportante de su carga misma, con resistencia al hormigón y acero. (Chagoyén, 2019)

Cimentaciones profundas. Las cimentaciones profundas se caracterizan por elementos estructurales que necesitan el uso de maquinaria para su perforación. Para el uso

de sus elementos, se evalúa las características del suelo y entre sus tipos contamos con pilotes, micropilotes, pilares, cajones de cimentación y cualquier estructura que transmita cargas en estratos profundos. (Salle, 2016)

Se considera que su profundidad entre su ancho debe ser mayor a cinco para que sea una cimentación profunda. Suelen usarse comúnmente cuando una cimentación superficial no cumple con los factores de seguridad y se generan asentamientos, así mismo son usados para anclar estructuras contra fuerza de levantamiento, para dar resistencia en fuerza lateral y para suelos expansivos, erosionables o licuables. (ICG, 2018)

Tabla 6.

Tipos de cimentaciones profundas

Tipo	Características
Pilotes	Elemento que permite trasladar cargas hasta un estrato resistente del suelo, su uso es viable cuando una cimentación superficial no alcanza la profundidad requerida. Se logra una mejor resistencia cuando existe un rozamiento de la punta con la capa de terreno firme.
Micropilotes	Elemento resiste a esfuerzos de compresión y tracción, compuestos por acero y lechada de cemento. Suele colocarse como relleno por gravedad de un espacio perforado.
Pilares	Elementos utilizados para superestructuras de puentes, suelen ser de mampostería o concreto. Este elemento sobresale de la superficie del terreno y puede apoyarse directamente en terreno firme o en otra estructura de cimentación.

Diseño de cimentaciones profundas. A lo largo del tiempo los pilotes fueron diseñados utilizando diferentes materiales, como madera, concreto, acero, prefabricados y actualmente por su buen desempeño en calidad, seguridad, facilidad de instalación se utilizan de acero. Estos pueden trabajar a fricción donde transmiten sus cargas estructurales a lo largo de la superficie del terreno o también pueden trabajar a punta, en donde transfieren su carga directamente solo en el terreno resistente. Para este caso se describirá teóricamente el diseño de un pilote que trabaja a punta (Romero, 2021)

Tabla 7.

Pasos generales para realizar el diseño de una cimentación profunda

-
- 1 Capacidad de carga: este se calcula con la suma de una capacidad portante de la punta y del fuste. Después se calcula su capacidad límite y admisible, la misma que puede variar si el estrato del terreno está en contacto con arenas o arcillas.
 - 2 Diseño del encepado: para su diseño es necesario la longitud, punzonamiento, cortante y flexión. Y puede diseñarse por encepado rígido o flexible.
 - 3 Resistencia por fricción: su cálculo varía dependiendo de la longitud del pilote ya que varía según la profundidad del estrato firme. Su cálculo de resistencia varía en arcilla o arenas.
-

Falla por cimentación. Los fallos por cimentaciones son numerosas y variadas, pero se pueden especificar de modo puntual las siguientes: (INGEOEXPERT, 2016)

El desconocimiento de las características del terreno.

La ejecución de las cimentaciones.

Las alteraciones del terreno del entorno de una cimentación.

Falla por corte general. Cuenta con una superficie continua en el suelo, comenzando en el borde del cimiento y avanzando hasta la superficie del terreno afectado. Esta falla es

repentina en las cimentaciones desencadenando hinchamiento del suelo circundante a la cimentación, generalmente se presenta en materiales arenosos, compactos o de tipo arcilloso duro. (Serquen, 2013)

Falla por punzonamiento. Caracterizada por un movimiento en dirección vertical de la cimentación al comprimir inmediatamente el suelo situado debajo de esta. El quiebre del suelo se presenta por corte alrededor de la cimentación y casi ningún movimiento de este en torno a la cimentación, manteniendo equilibrio horizontal y vertical. (Serquen, 2013)

Falla por corte local. Ocurre cuando la cimentación superficial descansa esta sobre un terreno arenoso o sobre suelo moderadamente compactado y arcilloso y se caracteriza por ser una transición entre una falla general y una falla por punzonamiento del terreno. Esta falla existe debido a la tendencia del hinchamiento en los lados de la cimentación base y se también porque la compresión vertical debajo de la cimentación es fuerte y las superficies deslizantes comienzan en los bordes de la base como en el caso de falla general, pero se genera pérdida en algún lugar debajo de los cimientos, pero nunca desarrollándose hasta la superficie del suelo. Este tipo de ruptura es imprevista y catastrófico con la inclinación de los cimientos causando el hinchamiento del terreno adyacente. Esta falla se produce generalmente en materiales arenosos o suelos arcilloso-blandos. (Serquen, 2013)

2.2.1. Asentamientos

Se define al asentamiento como el hundimiento de una construcción a causa del efecto de compresión y la deformación del suelo. (Reimbert)

Según (ICG, 2018) los asentamientos se obtienen mediante ensayos in situ o de laboratorio, para que después a partir de formular puedan ser calculados.

Tipos de asentamientos.

Asentamiento diferencial. Se define como dos elementos adyacentes unidos que forman parte de una misma estructura y que uno comprende una máxima diferencia de nivel. Entonces el asentamiento diferencial se puede conceptualizar como la diferencia entre dos puntos de una cimentación.

Asentamiento diferencial tolerable. Se define como dos elementos adyacentes unidos que forman parte de una misma estructura y al momento del asentamiento de uno, no causa daños ni genera gran cambio. Se suele estimar el setenta y cinco por ciento de su asentamiento total en suelos granulares. (ICG, 2018)

Formas de cálculo.

Asentamiento por Consolidación. La teoría 1D es usada cuando un suelo sufre un incremento de esfuerzos y es aplicable a todos los suelos, pero básicamente se suele usar solo en depósitos de arcilla. (Alguacil, 2018)

$$S_c = \frac{H * C}{1 + e_0} * \text{Log} \left[\frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma'}{\sigma'_{vo}} \right]$$

Donde:

s = Asentamiento del estrato del suelo

H = Espesor del estrato de suelo

*e*₀ = Índice de vacíos inicial

*σ'*_{vo} = Tensión vertical efectiva inicial

Δσ' = Incremento de tensión efectiva

C = Índice de compresibilidad

Tiempo de asentamiento.

$$t = \frac{Hd^2 * Tv}{Cv}$$

Donde:

t = Tiempo de asentamiento del estrato del suelo

Hd² = Altura del suelo

Tv = Factor de tiempo (adimensional)

Cv = Coeficiente de consolidacion

2.2.4. Estabilización estructural

Se considera al proceso por el cual el suelo sufre un tratamiento o manipulación con el propósito de mejorar sus cualidades, obtener estabilidad y durabilidad. También es conocida como la corrección de un defecto del terreno, que necesita mayor resistencia. Para lograr una estabilización existen tres formas:

Estabilización física. Mejora el suelo a través de cambios físicos, como la mezcla de estratos de suelo. Se puede obtener con vibroflotación, geotextiles o consolidación previa.

Estabilización mecánica. Mejora el suelo a través del uso de elementos estructurales, entre los más utilizados tenemos a los pilotes, micropilotes, etcétera

Estabilización Química. Mejora el suelo con el uso de sustancias químicas que simboliza el cambio en la constitución del suelo, entre su grupo de sustancias más utilizadas tenemos a la cal, cemento, cloruro (sodio o calcio), polímeros, entre otros. (Areas, 2021)

2.2.5. Elementos de estabilización estructural

Inyecciones de concreto. El tratamiento del terreno con inyecciones es un procedimiento constructivo que tiene como objetivo modificar las propiedades del suelo mediante la introducción de un material, conocido como mortero de inyección, en el medio.

Este proceso se utiliza en diversas aplicaciones, como el refuerzo de cimentaciones, la impermeabilización de estructuras o la construcción de túneles.

Las inyecciones se aplican en diversas situaciones, como el tratamiento de cimentaciones de presas, donde se busca mejorar la resistencia y estabilidad del suelo. Sin embargo, es importante tener precaución al realizar inyecciones, ya que grandes volúmenes de material inyectado pueden causar desplazamientos en el terreno. Además, el material inyectado puede moverse a través de las capas más permeables o grietas débiles, lo que puede provocar su aparición a distancias considerables del punto de inyección.

La elección del mortero de inyección depende de las características del suelo y del objetivo del tratamiento. Pueden utilizarse conglomerados hidráulicos, materiales arcillosos, arenas, fillers, agua y productos químicos, según sea necesario. (Piqueras D. V., 2020)

A continuación, se detallan los componentes más comunes:

Conglomerantes hidráulicos: Los conglomerantes hidráulicos son principalmente cementos y productos similares que se utilizan en suspensión para preparar las lechadas. Es importante, ya que está relacionada con las dimensiones de los huecos o fisuras existentes en el terreno.

Materiales arcillosos: Las arcillas naturales, especialmente las bentoníticas, se utilizan en las lechadas de cemento para reducir la sedimentación y modificar la viscosidad y cohesión de la lechada. Esto mejora la capacidad de bombeo de la mezcla.

Arena y filleres: La adición de arena y filleres a las lechadas de cemento y suspensiones de arcilla permite variar su consistencia, mejorando su comportamiento frente al agua, su resistencia mecánica y su deformabilidad. Se utilizan arenas naturales, gravas, filleres calcáreos o silíceos, puzolanas y cenizas volantes que no contengan elementos perjudiciales.

Agua: El agua es un componente esencial en las lechadas de inyección, ya que permite la adecuada mezcla de los materiales y la fluidez necesaria para su aplicación en el terreno.

Productos químicos: Se emplean diferentes productos químicos para modificar las propiedades de las lechadas y controlar la viscosidad, el tiempo de fraguado, la estabilidad y las propiedades finales del suelo inyectado. Algunos productos químicos utilizados son silicatos y sus reactivos, resinas acrílicas y epoxi, materiales derivados de la lignina y poliuretanos.

Es importante destacar que la selección de los materiales de inyección depende de las características del suelo, los objetivos del tratamiento y las condiciones específicas de la obra.

Figura 6.

Características de los materiales empleados en la inyección

Tipo de producto y estructura			Campo de aplicación	Resistencia a rotura (Kp/cm ²)	Coste relativo aproximado
Cemento/arcilla (+arena)	Suspensiones estables	Cemento/arcilla	Arenas y gravas (K>5,10 ⁻⁴ m/s)	1-50	1
		Arcilla tratada		<0,001	1,1
		Morteros activados		≈σ _{hormigón}	2-4
	Suspensiones inestables	Lechadas de cemento	Fisuras de roca u obras de fábrica	≈σ _{hormigón}	4
Productos químicos	Geles duros o plásticos	Silicatos de Na y otros productos	(K>10 ⁻⁴ m/s) (K>10 ⁻⁵ m/s)	0,5-40	8-10
				0,5-0,05	2-4
	Resinas orgánicas	Monómeros polimerizados, polímeros precond	(K>10 ⁻⁶ m/s) y fisuras en obras fábrica	1-100	10-100
				100-1.000	100-500

Nota: La figura se relaciona con los distintos tipos de producto, su aplicación, resistencia y un coste relativo. Tomado de Materiales empleados en la inyección de terrenos, por Víctor Yepes 2018. Universidad Politécnica de Valencia.

Las técnicas de inyección se pueden dividir en los siguientes grupos:

Rellenos de huecos y fisuras. Se inyecta lechada en las fracturas, diaclasas o discontinuidades de las rocas; o se rellenan los huecos con una lechada con un alto contenido de partículas. En este caso, el producto se introduce básicamente por gravedad hasta colmatar

los huecos. Con grandes huecos, conviene introducir en las lechadas áridos o productos de alto rendimiento volumétrico. (Yepes, 2020)

Inyecciones de impregnación. No existe rotura del terreno. Se emplean mezclas muy penetrantes, cuyo objetivo principal es disminuir la permeabilidad del terreno rellenando poros y fisuras. Se sustituye el agua o el gas intersticial con una lechada inyectada a baja presión para no producir desplazamientos de terreno.

Inyecciones de compactación o de desplazamiento. Se introducen morteros de alta fricción interna que comprimen el terreno flojo y lo desplaza lateralmente de forma controlada, sin que el material inyectado se mezcle con él.

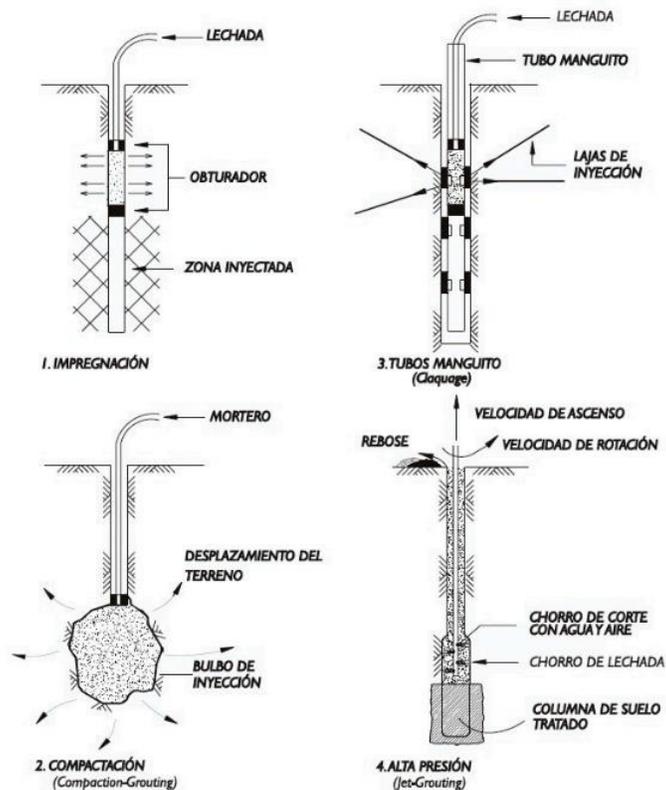
Inyecciones de fracturación hidráulica o por tubos manquito. Se fractura el terreno mediante la inyección de la lechada a una presión que supere su resistencia a tracción y su presión de confinamiento. La lechada no penetra en los poros, sino que se introduce en las fisuras creadas por la presión utilizada, formándose lantejones que recomprimen el terreno.

Inyección de alta presión. Se excava y mezcla el terreno con un chorro de lechada a alta velocidad (*jet-grouting*). (Yepes, 2020)

Y en cuanto a los parámetros de la inyección, los más importantes son la velocidad de la inyección, el volumen de inyección, y la presión de inyección. La presión está muy relacionada con el tipo de terreno y con la viscosidad del producto, aconsejándose un valor límite. (Peña, 2005)

Figura 7.

Esquemas de algunas técnicas de inyecciones



Nota: La figura se relaciona con las técnicas de inyección. Tomado de Materiales empleados en la inyección de terrenos, por Víctor Yepes 2018. Universidad Politécnica de Valencia.

Micropilotes. Se considera a pequeños pilotes con menor diámetro de perforación, también denominados elementos con la capacidad de desplazar y remplazar la masa del suelo que sirven como elementos estructurales y suelen tener una capacidad de carga entre 100 a 200 kN, tanto en compresión como en tracción. Se caracterizan por emplear hasta el cincuenta por ciento de su propio volumen con aceros de alta resistencia y diámetros entre 100 a 300mm. (Y.P., 2020)

Los micropilotes tienen como objetivo aumentar la capacidad de carga de una masa de terreno y reducir el asentamiento de estructuras en cimentaciones posteriores. (Fomento, 2005)

Clasificación de Micropilotes.

Basada en su procedimiento de inyección.

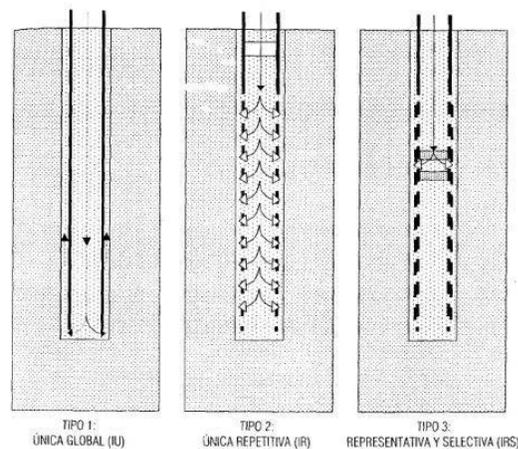
Global única (IU): la inyección solo tiene una fase y parte desde la base interior del tubo de armado, donde primero se envía la cabeza de la inyección hasta completar la totalidad del micropilote. Recomendado para suelos cohesivos y suelos granulares.

Repetitiva única (IR): la inyección tiene dos fases, la primera fase comienza con el relleno de la armadura y la segunda es la inyección que se coloca entre la armadura y el hueco de perforación. Recomendado para materiales granulares gruesos, rocas blandas, fisuradas.

Repetitiva selectiva (IRS): la inyección tiene diferentes fases, comenzado por el relleno entre la armadura y la perforación, seguida del relleno de lechada desde el interior de la armadura a través de las mangueras de inyección. Se recomienda para suelos de consistencia baja a media y suelos cohesivos no duros. (Y.P., 2020)

Figura 8.

Tipos de inyección de micropilotes



Nota: Adaptado de Guía para el proyecto de la ejecución de micropilotes en obras. 2005. Ministerio de Fomento

Basada en su tipo de transmisión de esfuerzos

Individual. Usado como cimentación profunda

Grupal. Usado para actuar sobre una zona profunda

Basada en su capacidad portante.

Obras de cimentación. Aplicación de esfuerzos axiales a tracción o compresión

Obras de estabilización. Aplicación de esfuerzos cortantes y momentos flectores
(Fomento, 2005)

Ejecución general de un micropilote.

- a. Perforación
- b. Instalación del refuerzo de acero
- c. Colocación y relleno con grout (agua, cemento y aditivos según sea necesario)
(Vincent, 2019)

Aplicación de micropilotes. La aplicación de un micropilote es muy variada, puede ser en una obra nueva, en reparaciones u otras edificaciones preexistentes, como se detalla a continuación: (Fomento, 2005)

Obras de nueva planta. Básicamente su aplicación es para estructuras con espacio reducido o de complicado acceso, pueden ser de difícil acceso por la intercalación de niveles rocosos, cantos rodados de grandes bloques u otros. Los micropilotes transmiten cargas menos concentradas de manera más uniforme que los pilotes.

Obras de reparación, rehabilitación, refuerzo, recalce de estructuras preexistentes mejora. Incluye la remodelación de todo aquello aquellos que adolezca de tensiones, se deberá analizar la actuación frente a determinadas patologías geotécnicas, etc.

Estructuras de contención o sostenimiento del terreno. Consecuentemente se dispondrá formando filas o grupos de números con varias alineaciones, van rematados y van acompañados de anclas u unidades de la obra.

Estabilización de taludes o laderas. Están dispuestas formando muchas alineaciones o como varias inclinaciones y están rematadas y pueden estar acompañadas de anclas u otras unidades de la obra. Estos producirán una mejoría en cuanto al coeficiente de seguridad de taludes o terraplenes al aumentar su resistencia al corte, dependiendo de los potenciales de falla de la superficie, incluidas las secciones transversales en la alineación de los micropilotes.

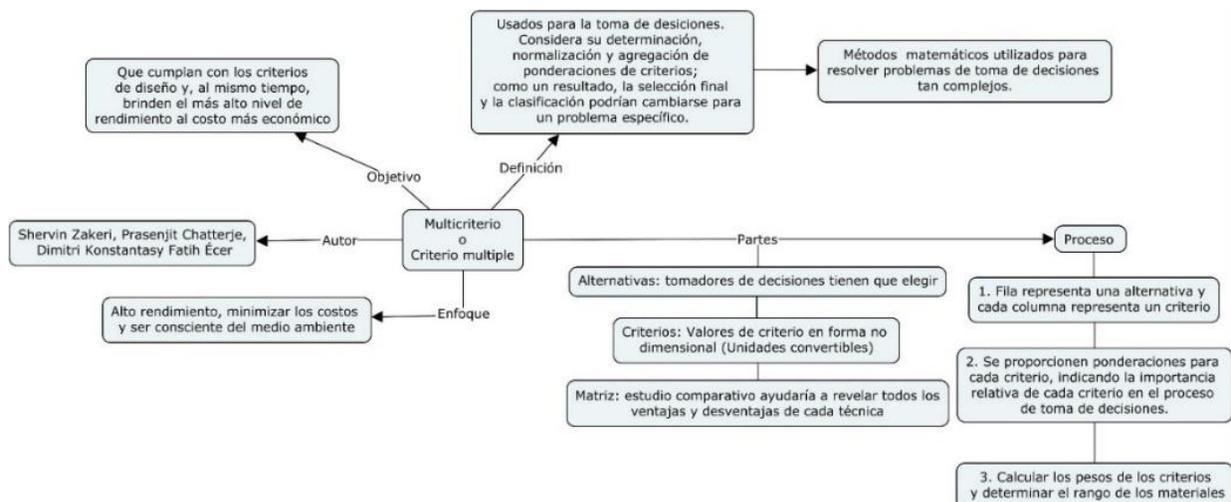
Paraguas de sostenimiento. Se realizan ejecutándolos como apoyo para la excavación de túneles, normalmente en fase de avance, o en general a lo largo de una obra, emboquillados, zonas de especial dificultad, etc. (Fomento, 2005)

2.2.6. Multicriterio

El uso de métodos multicriterio es una forma de realizar elecciones entre varias alternativas de manera justa. Estos métodos permiten asegurar que las decisiones y la resolución de problemas se realicen de manera imparcial, buscando siempre la mejor solución posible ante cualquier situación que se presente. Al considerar múltiples criterios en la evaluación de las alternativas, se tiene en cuenta una visión más completa y equilibrada de los distintos aspectos involucrados.

Figura 9.

Resumen de multicriterio



Nota: Elaboración propia de autores

Clasificación de los métodos multicriterio. Los métodos de decisión multicriterio pueden ser clasificados de diversas formas. Una de las clasificaciones sugeridas por Yoon y Hwang en 1981 los separa en MADM y MODM.

Los MADM son empleados para abordar conflictos discretos, donde se considera un conjunto predefinido de alternativas. Los expertos comparan cada una de estas alternativas en relación con cada criterio y señalan la importancia de cada uno de ellos.

Por otro lado, los MODM se utilizan para resolver problemas sencillos, donde las alternativas no están previamente definidas, sino que forman grupos de soluciones que podrían ser igualmente válidas. Los expertos intervienen posteriormente para tomar decisiones dentro de estos grupos de soluciones.

En cuanto a los MADM, Collins y Hajkowicz (2007) y Evers y De Brito (2016) propusieron una clasificación más detallada, la cual se puede consultar en la tabla mencionada.

Los métodos de puntuación directa son los más sencillos. Se basan en valorar las diferentes alternativas usando operaciones matemáticas muy sencillas.

Los métodos basados en la distancia miden la distancia entre un punto concreto y cada una de las alternativas. El método CP pretende conseguir la alternativa que más se acerque a un supuesto punto óptimo. Por otro lado, el método GP busca obtener la alternativa que cumpla una serie de requisitos y no un punto óptimo como en el caso anterior. TOPSIS y VIKOR se basan ambos en CP. Por un lado, VIKOR mide la distancia a la solución ideal y por otro TOPSIS mide la distancia a la solución ideal y la distancia a la solución no ideal.

Los métodos de superación ponen una relación preferencial sobre un grupo de soluciones. Estos métodos se pueden usar para casos donde la información sea difusa o este incompleta, y admite hacer una clasificación de las alternativas basándose en las relaciones que hay entre ellas.

Los métodos basados en funciones de valor o utilidad. Tales como MAVT o MAUT, establecen funciones que definen el grado de satisfacción de una alternativa para un determinado criterio. Dichas funciones transforman las valoraciones en un cierto grado de satisfacción. En este tipo de métodos hay que destacar también el método MIVES, el cual evalúa las alternativas disponibles utilizando un índice de valor. (V.Y.P., 2018)

Tabla 8.

Resumen de los grupos de método multicriterio

GRUPO MADM	METODO MADM
Métodos de puntuación directa	SAW COPRAS
Métodos basados en la distancia	GP CP TOPSIS VIKOR
Métodos de comparación por pares	AHP ANP MACBETH
Métodos de superación	PROMETHEE ELECTRE
Métodos basados en funciones de utilidad o valor	MAUT MAVT MIVES

Métodos basados en la distancia.

TOPSIS. El método TOPSIS fue propuesto por Hwang y Yoon en 1981 para determinar la mejor alternativa basada en los conceptos de la solución de compromiso. Se puede considerar que la solución de compromiso elige la solución con la distancia más corta desde la solución ideal y la distancia más lejana desde la solución ideal negativa. (Zakeri, 2022)

Para llevar a poner en marcha el método TOPSIS hay que seguir un determinado proceso que se detalla a continuación.

Dado un conjunto de alternativas, $A = \{A_k \mid k = 1, \dots, n\}$, y un conjunto de criterios, $C = \{C_j \mid j = 1, \dots, m\}$, donde $X = \{x_{kj} \mid k = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m\}$ denota el conjunto de calificaciones de rendimiento y $w = \{w_j \mid j = 1, \dots, m\}$ es el conjunto de pesos.

El primer paso del TOPSIS es calcular los pesos normalizados mediante la siguiente fórmula:

$$r_{kj} = \frac{X_{kj}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (X_{kj})^2}}$$

A continuación, el punto ideal positivo (PIS) y el punto ideal negativo (NIS) se deducen mediante:

$$\begin{aligned} PIS = A^+ &= \{v_1^+(x), v_2^+(x) \dots, v_j^+(x), \dots, v_m^+(x)\} \\ &= \{(max_k v_{kj}(x) \mid j \in J_1), (min_k v_{kj}(x) \mid j \in J_2) \mid k = 1, \dots, n\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} NIS = A^- &= \{v_1^-(x), v_2^-(x) \dots, v_j^-(x), \dots, v_m^-(x)\} \\ &= \{(min_k v_{kj}(x) \mid j \in J_1), (max_k v_{kj}(x) \mid j \in J_2) \mid k = 1, \dots, n\} \end{aligned}$$

Donde J_1 y J_2 son los atributos de coste y beneficio respectivamente. El siguiente paso es calcular la separación entre el PIS y el NIS y las alternativas. Los valores de separación se pueden medir utilizando la distancia euclidiana, que se da como:

$$D_k^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m [v_{kj}(x) - v_j^+(x)]^2}$$

$$D_k^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m [v_{kj}(x) - v_j^-(x)]^2}$$

La distancia a la solución ideal (PIS) puede calcularse mediante:

$$D_k^+ = \frac{D_k^-}{D_k^+ + D_k^-}$$

Finalmente, el orden preferido se puede obtener de acuerdo con las similitudes con el PIS (C^*k) en orden descendente para elegir las mejores alternativas.

Métodos de comparación por pares

AHP. El método AHP es una técnica utilizada para la ponderación de criterios en la toma de decisiones. Fue desarrollado por Thomas L. Saaty en la década de 1970 y ha sido ampliamente utilizado y perfeccionado desde entonces. Consiste en tres partes: el objetivo o problema a resolver, las posibles soluciones o alternativas, y los criterios mediante los cuales se evaluarán las alternativas.

El AHP proporciona un marco racional para tomar decisiones complejas al cuantificar los criterios y alternativas y relacionarlos con el objetivo general. Considera un conjunto de criterios de evaluación y un conjunto de alternativas entre las cuales se debe tomar la mejor decisión.

El AHP genera pesos para cada criterio mediante comparaciones por pares realizadas por la persona que toma las decisiones. Cuanto mayor sea el peso, mayor importancia tiene el criterio correspondiente. Luego, para cada criterio fijo, el AHP asigna puntuaciones a las

alternativas basadas en comparaciones por pares respecto a ese criterio. Cuanto más alta sea la puntuación, mejor será el rendimiento de la alternativa en relación con ese criterio específico.

Finalmente, el AHP combina las ponderaciones de los criterios y las puntuaciones de las alternativas, lo que resulta en una puntuación global para cada criterio y una clasificación consecuente. La puntuación global de una alternativa es una suma ponderada de las puntuaciones obtenidas en todos los criterios. (Zakeri, 2022)

Para implementar el AHP, se siguen estos simples pasos:

- a. Crear una matriz de comparación de criterios
- b. Realizar una matriz normalizada y ponderación de sus filas
- c. Comprobación del método con la relación de consistencia

2.3. Definición de términos básicos

Capacidad de Carga: Es la Presión necesaria para producir el corte del suelo que soporta la cimentación

Carga Admisible: Sinónimo de presión admisible

Carga Muerta: Se refiere al peso (que genera una carga vertical) de todos los elementos de la propia estructura. Pueden ser elementos estructurales o no estructurales,

Carga Viva: Es la carga que se produce con el uso de la estructura, también se conoce como carga impuesta o carga probabilística.

Ciborio: Altar mayor o cúpula, se encuentra en el parte central de las iglesias

Pilotes: Es considerado un tipo de cimentación consistente en una especie de columna embebida en el terreno, cuya misión es transmitir las cargas de las estructuras que soporta a un estrato resistente del suelo.

Micropilotes: Es considerado un elemento estructural utilizado en la ingeniería civil en cimentación profundas con un diámetro no mayor a 350mm

Inyecciones de concreto: Líquido lechoso de concreto

MADM: Métodos de Decisión Multiatributo

MODM: Métodos de Decisión Multi-Objetivo

SAW: Simple additive weighting

COPRAS: Complex proportional assessment

GP: Goal programming

CP: Compromise programming

TOPSIS: Technique for order of preference by similarity to ideal solution

VIKOR: Multicriteria optimization and compromise solution

AHP: Analytic hierarchy process (AHP)

ANP: Analytic network process (ANP)

MACBETH: Measuring Attractiveness by a categorical based evaluation technique

PROMETHEE: Preference ranking organization method for enrichment of evaluations

ELECTRE: Elimination and choice expressing reality

MAUT: Multi-attribute utility theory

MAVT: Multi-attribute value theory

MIVES: Modelo integrado de valor para evaluaciones sostenibles

CAPITULO III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo y enfoque de la investigación

3.1.1. *Tipo de investigación*

Esta investigación es de tipo aplicada, ya que busca solucionar un problema en un contexto determinado de forma inmediata para poder alcanzar metas específicas. Se basa en resolver problemas de manera práctica, centrándose en la consolidación del conocimiento para poder aplicarlo. (Borja, 2012)

Por lo tanto, como el propósito de esta investigación es la estabilización estructural de los cimientos del templo ciborio. Entonces, la aplicación del método multicriterio sirve como guía para poder elegir el mejor elemento estructural que mejore el comportamiento geotécnico del suelo.

3.1.2. *Enfoque*

Esta investigación tendrá un enfoque mixto también conocido como realidad intersubjetiva. Ya que por un lado es cualitativo con realidad subjetiva basada en la recolección de datos no predeterminados ni estandarizados y tiene una acción indagatoria con proceso circular que varía según el estudio y se caracteriza por ser naturalista al estudiar fenómenos o ambiente naturales e interpretativa al encontrar la dirección del fenómeno o ambiente natural estudiado. Al mismo tiempo es cuantitativa, de realidad objetiva con el propósito de formular y demostrar una teoría, siguiendo un patrón estructurado con un conjunto de procesos secuenciales, que reflejan una investigación formulada y demostración de teorías. (Sampieri, 2014)

En el enfoque cualitativo se abordará el estudio de mecánica de suelos y su capacidad portante, ya que este nos permitirá saber el comportamiento geotécnico del suelo.

Y, por otro lado, con los cuestionarios realizados a especialista en geotécnica se obtendrá un punto de vista técnico acerca de los criterios más relevantes al momento de elegir un elemento estructural. Después con el método multicriterio y su procesamiento de datos numéricos se definirá cual es el elemento estructural que logrará una estabilización y dará la verificación de las hipótesis.

3.2. Diseño de la Investigación

Para el siguiente proyecto se desarrollará un diseño de investigación experimental, al caracterizarse en que los sujetos examinadores actúan sobre el templo ciborio para probar su hipótesis. Este diseño de investigación se considera a la variable independiente como la causa y la dependiente como el efecto, básicamente influye la variable independiente sobre la variable dependiente. Por otro lado, se considera que este tipo de investigaciones generan un conocimiento válido y científico, con un proceso planificado donde el primer beneficiario de la investigación es el humano y responde la relación causa-efecto de un fenómeno. (Aigner, 2018)

Por lo tanto, se determinará la causa del comportamiento geotécnico del suelo como efecto de la estabilización estructural del caso estudio templo ciborio.

3.3. Hipótesis

Hipótesis General

Analizar el comportamiento geotécnico del suelo estabilizara la estructura del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023

Analizar el comportamiento geotécnico del suelo no estabilizara la estructura del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023

Hipótesis Específicas

El comportamiento geotécnico del suelo si se relaciona con la interacción suelo estructura para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023

Los multicriterios concretaron la elección del elemento de estabilización estructural para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023

El comportamiento geotécnico del suelo si se relaciona con los elementos de estabilización estructural para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023

Los micropilotes son la mejor alternativa de elemento de estabilización estructural para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023

Los micropilotes son más costosos que las inyecciones de concreto para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023

3.4. Variables

Variable dependiente

Estabilización estructural

Variable independiente

Comportamiento geotécnico del suelo

Tabla 9.

Desglose de variables

Variable Independiente		Variable Dependiente	
Comportamiento geotécnico del suelo		Estabilización estructural	
Dimensión	Indicador	Dimensión	Indicador
Estudio de suelo	Análisis granulométrico	Interacción del suelo	Medición de asentamiento actual

	Límites de Atterberg	Elemento de estabilización estructural	Medición de asentamiento posterior Inyecciones de concreto Micropilotes
Capacidad portante del suelo	Corte Directo Consolidación	Costo – Beneficio	Costos

3.5. Población y muestra

Población

La población de la investigación está delimitada por el área del caso estudio templo ciborio, con una delantera de 3.97 metros de ancho por 5.91 metros de largo.

Muestra

La muestra fue tomada de un área total de 3,085 m² del terreno donde se sitúa los restos arqueológicos del caso estudio templo ciborio, y se admitirá una muestra representativa de 30 kg para ser procesada en los ensayos de laboratorio según el Manual de ensayos de materiales.

3.6. Herramientas de recolección de datos

Laboratorio de suelos

Para el estudio de suelos se realizaron los ensayos: Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Clasificación de suelo, Corte Directo y Consolidación.

Cuestionarios de método multicriterio

Se hará uso de cuestionarios para la recolección de información del método multicriterio, para elegir el elemento estructural más adecuado con el propósito de lograr la estabilización del suelo.

3.7. Herramientas de procesamiento de datos

Hojas de cálculo de Microsoft Excel

Su uso se aplicará en los diferentes ensayos de laboratorio, cálculos del método multicriterio y capacidad portante, para su rápido proceso del resultado.

Software GEO5

Se hará uso del programa GEO5, para poder comprobar si se alcanzó la estabilización del suelo con el elemento estructural y para el diseño final del elemento estructural.

Área de Estudio

El caso estudio templo ciborio, se encuentra lejos de áreas transitables, lo que es óptimo para la extracción de la muestra. Y su área se delimita a continuación:

Por el norte: Cp. Pocsi y Comisaria de Pocsi

Por el este: Pasaje 1

Por el sur: Calle Pocsi

Por el oeste: Cp. Pocsi, Plaza Principal de Pocsi e Iglesia de Pocsi

Se cuenta con un fácil acceso a partir de la carretera camino a Polobaya, que se encuentra a 76m de distancia del caso estudio-templo ciborio.

Figura 13.

Delimitación de la zona del templo ciborio.



Nota: Elaboración de autores

4.2. Características de caso estudio templo ciborio

Coordenadas: 16°31'4.62"S 71°23'21.05"O

Área de caso estudio-templo ciborio: 15.76 m²

Perímetro caso estudio-templo ciborio: 15.88 metros

Distribución: Está formado por cuatro columnas unidas por arcos que sostiene una cúpula.

Figura 14.

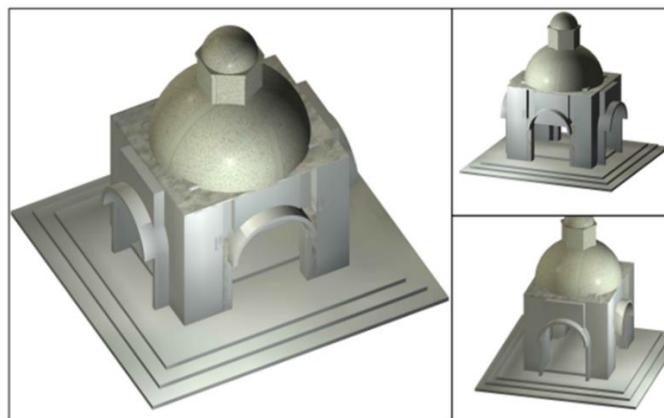
Templo ciborio, vista central



Nota: Elaboración de autores

Figura 15.

Modelo 3D – Templo ciborio



Nota: Elaboración de autores

4.3. Condición Climática

Según el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú), la provincia de Arequipa pertenece a la sierra sur occidental que tiene precipitaciones desde Enero hasta Marzo y ocasionalmente en Setiembre y Noviembre, así mismo con intensidad de lluvia menores al percentil 90 lo que implica días lluviosos. (SENAMHI, 2022)

El Distrito de Pocsi se caracteriza por tener veranos secos, de poca humedad y parcialmente nublados desde el periodo de Abril a Diciembre, así mismo cuenta con inviernos fríos, húmedos y nublados desde el mes de Enero hasta Marzo; con temperaturas que varían de 4°C a 19°C. Para el periodo de invierno del presente año, se registró lluvias igual a un milímetro con porcentaje menor a 90 que se distingue por tener días lluviosos, con nieve o una combinación de ambos. (Spark, 2021)

4.4. Topografía y calidad del suelo

El Distrito de Pocsi cuenta con una topografía abrupta, basada en laderas de gran inclinación, con altitud máxima de 5652m y altitud mínima de 2337m. La textura que presenta sus suelos es agrícola comúnmente y varía desde arena franco a franco arenoso, retentiva a humedad, en ocasiones con problemas de drenaje y salinidad del suelo. (Alberto, 2019)

4.5. Geología y sismicidad

Geología

La provincia de Arequipa cuenta con gnesis perteneciente a la edad Precambiana de hace 4000 millones de años. Dicha unidad tiene la presencia de depósitos Aluviales (Tufosvolcanicos y Flujo de lodo), depósitos Cenozoicos (Flujos de Barro) y depósitos recientes (aluviales y eluviales). El Distrito de Pocsi, contaría con deposito reciente - Eluvial,

caracterizado por suelos con terrenos agrícolas y compuesto por arenas limosas de color marrón oscuro. (Perú I. G., 2020)

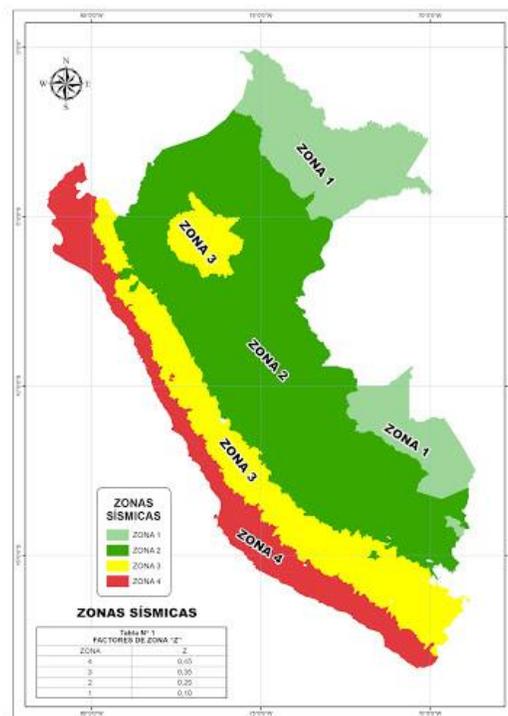
Sismicidad

Según la Estación Telesísmica de Characato de la UNSA, la provincia de Arequipa presenta una actividad sísmica de tipo superficial que durante los últimos años ha disminuido considerablemente. Para el año pasado, se tuvieron un total de 2798 movimientos sísmicos y solo 36 con intensidad de II a III en la escala de Richter. (Arequipa L. , 2022)

El Distrito de Pocsi pertenece a la Zona 4 de la Zonificación Sísmica del Perú, por ello tendría un factor de zona de 0.45 y formaría parte de un perfil de suelo blando. Así mismo tiene un factor de suelo de 1.10 y por último un factor de amplificación sísmica de 2.5.

Figura 16.

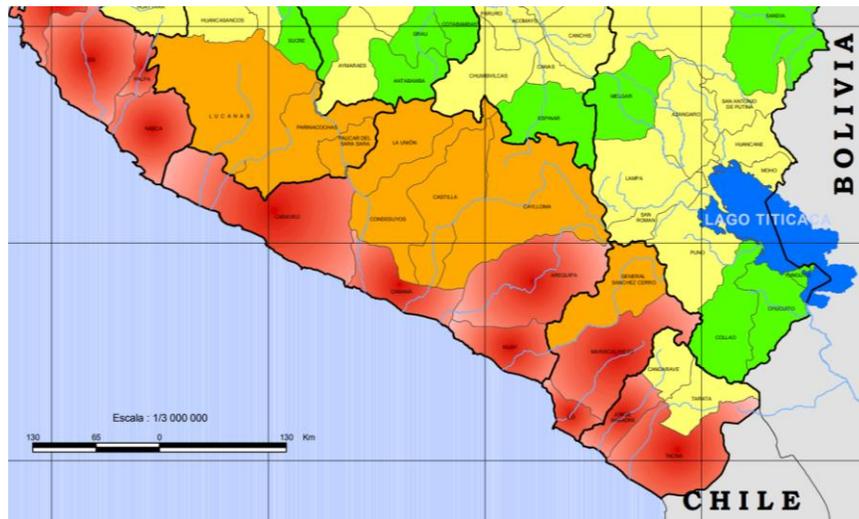
Zonas Sísmicas



Nota: Adaptado de Norma E.030 por Ministerio de Vivienda, 2021.

Figura 17.

Zona Sísmica del Departamento de Arequipa



Nota: Adaptado de CMRRD por Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2021.

4.6. Trabajo de campo

Para el proceso de investigación y evaluación del comportamiento geotécnico del suelo, se llevó a cabo dos calicatas denominadas C-A y C-B, con profundidad de 2.00 metros. Se tomó una muestra de 30kg para cada calicata y estas se transportaron hasta el laboratorio de suelos. A continuación, se muestra la ubicación de las calicatas en Google Earth y los puntos de exploración según georreferencias.

Figura 18.

Calicatas para la construcción de la Plaza principal de la localidad de Pocsi



Nota: Elaboración de autores

Figura 19.

Ubicación Calicata A



Nota: Elaboración de autores

Figura 20.

Excavación Calicata A



Nota: Elaboración de autores

Figura 21.

Ubicación de Calicata B



Nota: Elaboración de autores

Figura 22.

Excavación de Calicata B



Nota: Elaboración de autores

Tabla 10.

Excavación de calicatas

CALICATA	COORDENADAS UTM		PROFUNDIDAD DE CALICATA (m)
	ESTE (X)	NORTE (Y)	
C-A	244955.92 m	8172253.26 m	2.00
C-B	244989.76 m	8172225.32 m	2.00

Nota: Elaboración de autores

4.7. Trabajo de Laboratorio

Para esta investigación se realizaron EMS con el Manual de ensayos de Materiales y según las Normas Técnicas Peruanas. Dichos ensayos fueron realizados en el laboratorio TECHLAB, que cuenta con los certificados de verificación.

Ensayo N°1: Análisis granulométrico por tamizado

Para este ensayo se realizó un previo cuarteo de la muestra, donde se descartó dos partes opuestas y se tomó las dos muestras sobrantes como muestra final, con el objetivo que la muestra sea lo más homogénea posible. Con la muestra final se realizó el ensayo granulométrico, que consiste en introducir parte de la muestra en los tamices, luego tapar la parte inferior y superior, seguidamente agitarlos, para posteriormente clasificar en recipientes la muestra retenida y finalmente pesar cada recipiente con la muestra retenida según el número de tamiz. Es preciso mencionar que se realizó dicho procedimiento con cada muestra de calicatas (CA – CB).

Figura 23.

Cuarteo de Muestra



Nota: Elaboración de autores

Figura 24.

Procedimiento ensayo de laboratorio



Nota: Elaboración de autores

Ensayo N°2: Limite Líquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad

En este ensayo previamente se procesó las muestras por el tamiz N°40, para evitar cualquier material retenido. Así mismo, primero la muestra es dividida en dos recipientes para hallar el límite líquido con la mitad y el límite plástico con la otra.

Figura 25.

Procesamiento de muestra en tamiz N°40



Nota: Elaboración de autores

Para el límite líquido iniciamos vertiendo pequeñas cantidades de agua hasta que la muestra llegue a un estado húmedo. Seguido colocamos la misma en la copa Casagrande y compactamos hasta que llegue a tener un aspecto plano (liso). Luego ranuramos en el medio de la copa considerando una igualdad en ambos lados. Después comenzamos a dar respectivos golpes girando la palanca de la copa, hasta lograr que ambos lados se junten. Finalmente pesamos la muestra húmeda y como último paso se mete al horno las muestras y después de su secado se pesa.

Figura 26.

Ensayo Límite líquido



Nota: Elaboración de autores

Para el límite plástico se inicia vertiendo pequeñas cantidades de agua a la muestra, hasta lograr un estado plástico. Luego de llegar al estado, se moldea la muestra hasta obtener la forma de pequeños gusanos y llenar el recipiente con dicha forma, para posteriormente ser pesado. Después, se colocan en el horno y cuando la muestra este seca, se pesa nuevamente.

Figura 27.

Muestra procesada



Nota: Elaboración de autores

Figura 28.

Muestra seca



Nota: Elaboración de autores

Ensayo N°3: Corte Directo

En este ensayo la muestra fue tamizada por el tamiz N°10, y después se introducirá delicadamente en el muestreador de 2cm de espesor y se enraza, para el cálculo de la densidad. La muestra neta se pesa, para luego pasarla a la caja de corte y encender la máquina. Es preciso mencionar que la maquina tubo una velocidad de cuatros revoluciones por minuto.

Figura 29.

Proceso de introducción de muestra en la caja de corte



Nota: Elaboración de autores

Figura 30.

Previo a dar inicio al ensayo



Nota: Elaboración de autores

Ensayo N°4: Consolidación

En este ensayo a la muestra inalterada se le añade agua, para que esté totalmente saturada.

Figura 31.

Muestra Saturada



Nota: Elaboración de autores

Después del anterior paso mencionado, se coloca la muestra dentro del anillo para llevarlo al consolidometro. En este, se coloca por la parte inferior una piedra porosa, encima de la piedra va la muestra dentro del anillo y encima de la muestra va una piedra porosa. Seguidamente se ensambla el consolidometro y se lleva al marco de carga para iniciar el ensayo. Para este caso, a través de su brazo de palanca se aplicaron cargas de 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2 y 6.4 kg/cm² y con la ayuda del micrómetro se pudo ver la deformación del suelo en el tiempo, que fue anotado para realizar los cálculos correspondientes.

Figura 32.

Anillo y piedra porosa



Nota: Elaboración de autores

4.8. Cuestionario

En esta investigación para la recolección de información del método multicriterio, se hará uso de un cuestionario. El mismo será dirigido al sector de la construcción, específicamente a Ingenieros Civiles Colegiados de la ciudad de Arequipa, que tengan especialidad, maestría, doctorado en Geotecnia, Geología o semejantes.

Dado que no existe un registro verídico de postgrado de cada profesional, se revisó los repositorios de todas las universidades que ofrezcan postgrado en la ciudad de Arequipa y se presenta la población a continuación:

Tabla 11.

Lista de Profesiones con postgrado en Arequipa – Periodo Junio a Diciembre 2022

Universidad	Especialidad, Maestría o Doctorado	Link de Repositorio
Universidad Nacional de San Agustín	16	https://repositorio.unsa.edu.pe/collections/8442918d-46ec-45f7-9bb7-d5b4211ce27c
Universidad Católica de Santa María	No se encontró estudios de Postgrado relacionados a la población objetivo	https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/2867
Universidad Tecnológica del Perú	No se encontró estudios de Postgrado relacionados a la población objetivo	https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/1812
Universidad Continental	No se encontró estudios de Postgrado relacionados a la población objetivo	https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/129
Universidad de San Martín de Porres	No se encontró estudios de Postgrado relacionados a la población objetivo	https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6050
Pontificia Universidad Católica del Perú	4	https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/2
TOTAL	20	

Teniendo una población total de 21 personas de la ciudad de Arequipa, que tienen postgrado en geotécnica, geología o semejantes. Se procede a realizar el cálculo del tamaño de encuestados, se aplicará la fórmula para población finita; donde el nivel de confianza (**Z**)

equivaldrá a los noventa y cinco por ciento por que se espera una probabilidad de verdad de lo que se estudiará, por otro lado el valor de la probabilidad que ocurra o no (**p,q**) será equivalente al cincuenta porque se desconoce la probabilidad que ocurra o no el evento y finalmente el error de estimación máximo aceptado (**E**) equivale al cinco por ciento por un lado al ser equivalente al nivel de confianza y por otro lado por la precisión que se espera de esta investigación. (Aguilar-Barojas, 2005)

Su desglose se detalla a continuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

n = Tamaño de la muestra buscado

N= Tamaño de la población o universo

Z = Parámetros estadísticos que dependen del nivel de confianza

E = Error de estimación máximo aceptado

p = Probabilidad de que ocurra

q = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

$$n = \frac{20 * 1.960^2 * 0.5 * 0.5}{5\%^2 * (20 - 1) + 1.960^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = 20 \text{ personas}$$

Ahora, se muestra la propuesta de formulario, este mismo será realizado a través del programa Google Forms.

Figura 33.

Cuestionario multicriterio

Nombre:		Edad:	35-45	46-55	56-65	65 a +
Sexo:		Carrera:				
		Grado:				

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos; para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo mas adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: Arena limosa con grava .
 Ciborio: Cupula o altar mayor de iglesia.
 Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.
 Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Comparacion de j1 con k1			Valor numérico				
Criterio j1	Vs.	Criterio k1	1	3	5	7	9
Capacidad portante	Vs.	Precio	1	3	5	7	9
Capacidad portante	Vs.	Invasivo	1	3	5	7	9
Capacidad portante	Vs.	Durabilidad	1	3	5	7	9
Capacidad portante	Vs.	Tiempo de instalacion	1	3	5	7	9
Precio	Vs.	Invasivo	1	3	5	7	9
Precio	Vs.	Durabilidad	1	3	5	7	9
Precio	Vs.	Tiempo de instalacion	1	3	5	7	9
Invasivo	Vs.	Durabilidad	1	3	5	7	9
Invasivo	Vs.	Tiempo de instalacion	1	3	5	7	9
Durabilidad	Vs.	Tiempo de instalacion	1	3	5	7	9

Nota: Elaboración de autores

En la asignación de valores numéricos, se aplicó el método de asignación indirecta de valor más conocido como el método jerárquico de Saaty. Este método suele ser usado para la comparación de criterios, dando más importancia a uno de ellos por encima de los demás. (Ramirez, 2004)

Figura 34.

Escala de medida según Thomas Saaty

1	igualmente importante
3	ligeramente más importante
5	notablemente más importante
7	demostrablemente más importante
9	absolutamente más importante

Nota: Escala de valores numéricos para la toma de decisiones del método multicriterio. Tomado The Analytic Hierarchy Process, por Thomas L. Saaty, 2016.

CAPITULO V. RESULTADOS

5.1. Procesamiento de los ensayos de laboratorio

Ensayo N°1: Análisis granulométrico por tamizado

CALICATA A.

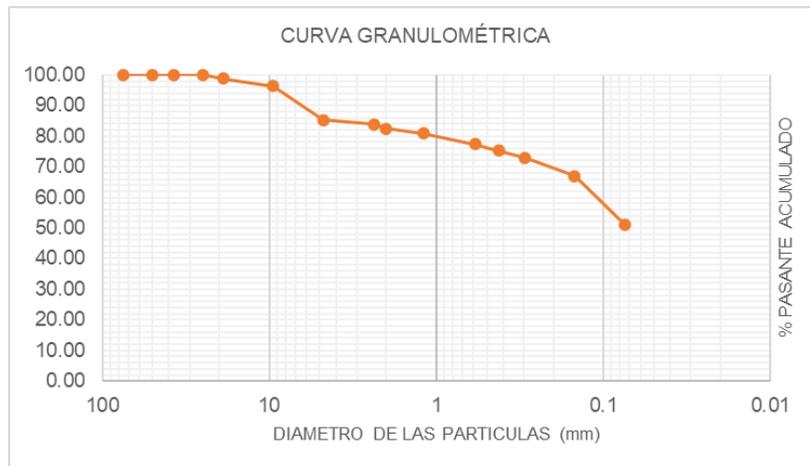
Tabla 12.

Análisis granulométrico – Calicata A

N° TAMIZ	ABERTURA (mm)	Wr (g)	%RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3"	75	0	0.00	0.00	100.00
2"	50	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0	0.00	0.00	100.00
1"	25	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	13	1.13	1.13	98.87
3/8"	9.5	28	2.44	3.57	96.43
4	4.76	129	11.22	14.79	85.21
8	2.38	15.58	1.36	16.14	83.86
10	2	16.99	1.48	17.62	82.38
16	1.19	16.82	1.46	19.08	80.92
30	0.59	41.44	3.60	22.69	77.31
40	0.425	23.26	2.02	24.71	75.29
50	0.297	26.03	2.26	26.98	73.02
100	0.149	69.7	6.06	33.04	66.96
200	0.075	182.1	15.84	48.88	51.12
FONDO	-	587.7	51.12	100.00	0.00
TOTAL Σ		1149.62	100.00		

Figura 35.

Curva granulométrica - Calicata A



Nota: Elaboración de autores

Tabla 13.*Cálculo de diámetro efectivo*

Diametro Efectivo	Tamiz	%Pasante
D1	0.075	51.12
D2	0	0.00
D10%		0.01
D1	0.075	51.12
D2	0	0.00
D30%		0.04
D1	0.149	66.96
D2	0.075	51.12
D60%		0.12

Tabla 14.*Cálculo de coeficiente de uniformidad y curvatura*

Coefficiente de Uniformidad	7.94
Coefficiente de Curvatura	1.13

Tabla 15.*Clasificación según SUCS*

Nº TAMIZ	ABERTURA (mm)	% PASANTE
3"	75	100.00
2"	50	100.00
1 1/2"	37.5	100.00
1"	25	100.00
3/4"	19	98.87
3/8"	9.5	96.43
4	4.76	85.21
8	2.38	83.86
10	2	82.38
16	1.19	80.92
30	0.59	77.31
40	0.425	75.29
50	0.297	73.02
100	0.149	66.96
200	0.075	51.12
FONDO	-	0.00

Comentario: Tomando como referencia la clasificación SUCS, se tiene una muestra donde más del cincuenta por ciento pasa por el tamiz N°200, un coeficiente de uniformidad mayor a 6 y un coeficiente de curvatura que está entre uno y tres, se puede deducir que se tiene un suelo de partículas finas.

CALICATA B.

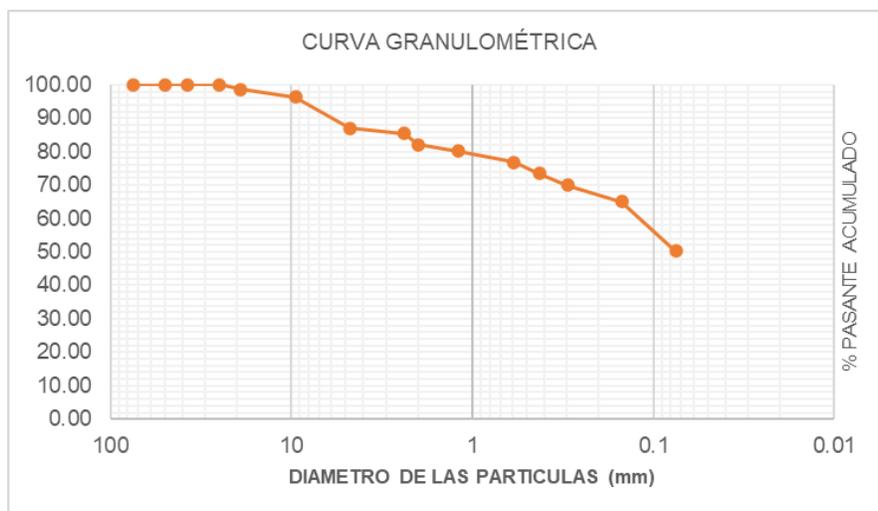
Tabla 16.

Análisis granulométrico – Calicata B

Nº TAMIZ	ABERTURA (mm)	Wr (g)	%RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3"	75	0	0.00	0.00	100.00
2"	50	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0	0.00	0.00	100.00
1"	25	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	17	1.44	1.44	98.56
3/8"	9.5	26	2.20	3.64	96.36
4	4.76	111	9.40	13.04	86.96
8	2.38	18.68	1.58	14.62	85.38
10	2	38.68	3.27	17.89	82.11
16	1.19	22.68	1.92	19.81	80.19
30	0.59	40.13	3.40	23.21	76.79
40	0.425	39.35	3.33	26.54	73.46
50	0.297	41.79	3.54	30.08	69.92
100	0.149	56.56	4.79	34.87	65.13
200	0.075	176.31	14.93	49.80	50.20
FONDO	-	593.02	50.20	100.00	0.00
TOTAL Σ		1181.20	100.00		

Figura 36.

Curva Granulométrica – Calicata B



Nota: Elaboración de autores

Tabla 17.*Cálculo de diámetro efectivo*

Diámetro Efectivo	Tamiz	% Pasante
D1	0.075	50.20
D2	0	0.00
D10%		0.01
D1	0.075	50.20
D2	0	0.00
D30%		0.04
D1	0.149	65.13
D2	0.075	50.20
D60%		0.12

Tabla 18.*Cálculo de coeficiente de uniformidad y curvatura*

Coefficiente de Uniformidad	8.27
Coefficiente de Curvatura	1.09

Tabla 19.*Clasificación según SUCS*

Nº TAMIZ	ABERTURA (mm)	% PASANTE
3"	75	100.00
2"	50	100.00
1 1/2"	37.5	100.00
1"	25	100.00
3/4"	19	98.56
3/8"	9.5	96.36
4	4.76	86.96
8	2.38	85.38
10	2	82.11
16	1.19	80.19
30	0.59	76.79
40	0.425	73.46
50	0.297	69.92
100	0.149	65.13
200	0.075	50.20
FONDO	-	0.00

Comentario: Para esta segunda muestra se obtuvo un coeficiente de curvatura igual anterior con rango entre uno y tres, un coeficiente de uniformidad mayor a seis y finalmente como más del cincuenta por ciento pasa por el tamiz N°200 se tiene un suelo de partículas finas.

Ensayo N°2: Límites de Atterberg

CALICATA A.

Tabla 20.

Datos límite líquido – Calicata A

DATOS LIMITE LIQUIDO (gr)				
ENSAYO N°	N° GOLPES	RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	RECIPIENTE + MUESTRA SECA	RECIPIENTE
N°1	27	42.89	36.23	22.46
N°2	30	51.23	43.45	24.17
N°3	34	57.46	48.97	22.32

Tabla 21.

Cálculo límite líquido – Calicata A

APLICACIÓN LIMITE LIQUIDO			
ENSAYO N°	%CONTENIDO DE HUMEDAD	LL	PROMEDIO
N°1	48.37	48.82	
N°2	40.35	41.25	45.04
N°3	31.86	33.07	

Tabla 22.

Datos límite plástico – Calicata A

DATOS LIMITE PLASTICO(gr)				
ENSAYO N°	RECIPIENTE + MUESTRA SECA	RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	RECIPIENTE	MASA DE AGUA
N°1	61.04	68.48	22.46	7.44
N°2	62.45	69.14	24.17	6.69
N°3	60.24	68.57	22.32	8.33

Tabla 23.

Calculo limite plástico – Calicata A

APLICACIÓN LIMITE PLASTICO		
ENSAYO N°	LP	PROMEDIO
N°1	19.28	
N°2	17.48	19.58
N°3	21.97	

Tabla 24.

Índice de plasticidad – Calicata A

INDICE PLASTICO		
LL	LP	IP
45.04	19.58	25.46

Comentario: Como se obtuvo un promedio de límite líquido equivalente a 45.04 y un promedio de límite plástico equivalente a 19.58, entonces la diferencia nos da el índice plástico equivalente a 25.46. Por tanto, aplicando en la carta de plasticidad, los resultados del límite líquido e índice plástico se consigue un tipo de suelo CL (Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres).

CALICATA B.

Tabla 25.

Datos límite líquido – Calicata B

ENSAYO N°	N° GOLPES	DATOS LIMITE LIQUIDO (gr)		
		RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	RECIPIENTE + MUESTRA SECA	RECIPIENTE
N°1	29	49.14	40.71	21.49
N°2	32	53.56	44.12	21.49
N°3	34	53.22	44.65	22.32

Tabla 26.

Cálculo límite líquido – Calicata B

ENSAYO N°	APLICACIÓN LIMITE LIQUIDO		
	%CONTENIDO DE HUMEDAD	LL	PROMEDIO
N°1	43.86	44.66	43.82
N°2	41.71	42.98	
N°3	38.38	39.83	

Tabla 27.

Datos límite plástico – Calicata B

ENSAYO N°	DATOS LIMITE PLASTICO(gr)			
	RECIPIENTE + MUESTRA SECA	RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	RECIPIENTE	MASA DE AGUA
N°1	69.87	78.16	21.49	8.29
N°2	60.14	68.64	21.49	8.5
N°3	62.15	71.15	22.32	9

Tabla 28.*Cálculo límite plástico– Calicata B*

APLICACIÓN LIMITE PLASTICO		
ENSAYO N°	LP	PROMEDIO
N°1	17.14	20.57
N°2	21.99	
N°3	22.60	

Tabla 29.*Índice de plasticidad*

INDICE PLASTICO		
LL	LP	IP
43.82	20.57	23.24

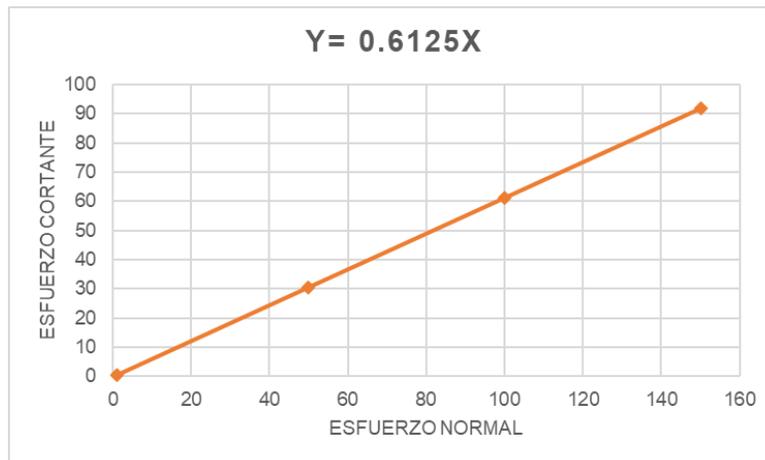
Comentario: Aplicando la carta de plasticidad, se obtiene un suelo de partículas finas CL (Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres), ya que obtuvo un índice de plasticidad equivalente a 23.24 y un límite líquido equivalente a 43.82.

Ensayo N°3: Corte Directo**CALICATA A.****Tabla 30.***Resultados de ensayo de corte directo – Calicata A*

ENSAYO N°	FUERZA NORMAL (N)	ESFUERZO NORMAL (kPa)	FUERZA CORTANTE (N)	ESFUERZO CORTANTE (kPa)	PESO (kg)
N°1	150	50	87.1	29	1.275
N°2	300.1	100	182.6	60.9	2.55
N°3	450.1	150	278.1	92.7	3.825

Figura 37.

Envolvente de Resistencias – Calicata A



Nota: Elaboración de autores

CALICATA B.

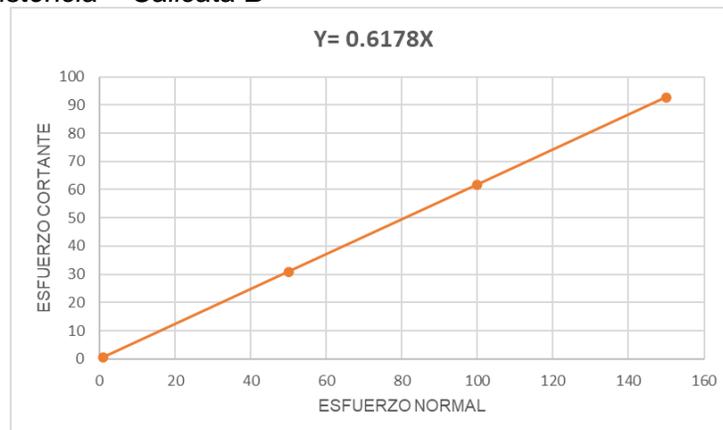
Tabla 31.

Resultados de ensayo de corte directo – Calicata B

ENSAYO N°	FUERZA NORMAL (N)	ESFUERZO NORMAL (kPa)	FUERZA CORTANTE (N)	ESFUERZO CORTANTE (kPa)	PESO (kg)
N°1	150	50	95.5	31.8	1.275
N°2	300.1	100	188.2	62.7	2.55
N°3	450.1	150	275.3	91.8	3.825

Figura 38.

Envolvente de Resistencia – Calicata B



Nota: Elaboración de autores

Ensayo N°4: Consolidación

CALICATA A.

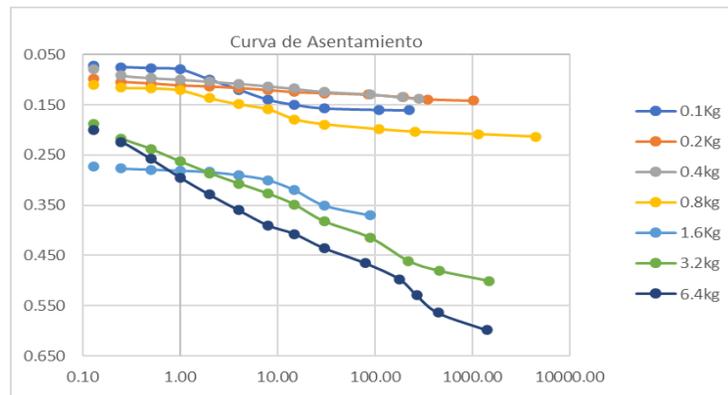
Tabla 32.

Lecturas de ensayo – Calicata A

TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)	TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)	TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)	TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)	TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)	TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)	TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)
Minutos	0.1	Minutos	0.20	Minutos	0.40	Minutos	0.80	Minutos	1.60	Minutos	3.20	Minutos	6.40
0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
0.13	0.073	0.13	0.099	0.13	0.080	0.13	0.110	0.13	0.273	0.13	0.188	0.13	0.200
0.25	0.075	0.25	0.105	0.25	0.092	0.25	0.116	0.25	0.277	0.25	0.217	0.25	0.224
0.50	0.078	0.50	0.108	0.50	0.097	0.50	0.117	0.50	0.279	0.50	0.238	0.50	0.258
1.00	0.080	1.00	0.112	1.00	0.100	1.00	0.121	1.00	0.281	1.00	0.263	1.00	0.295
2.00	0.100	2.00	0.114	2.00	0.104	2.00	0.137	2.00	0.284	2.00	0.286	2.00	0.329
4.00	0.120	4.00	0.117	4.00	0.108	4.00	0.149	4.00	0.290	4.00	0.307	4.00	0.360
8.00	0.140	8.00	0.121	8.00	0.113	8.00	0.159	8.00	0.300	8.00	0.327	8.00	0.390
15.00	0.150	15.00	0.125	15.00	0.118	15.00	0.179	15.00	0.320	15.00	0.349	15.00	0.407
30.00	0.157	30.00	0.127	30.00	0.124	30.00	0.189	30.00	0.350	30.00	0.382	30.00	0.435
110.00	0.160	85.00	0.130	90.00	0.129	110.00	0.199	80.00	0.370	90.00	0.415	80.00	0.465
225.00	0.161	195.00	0.135	190.00	0.135	260.00	0.204	275.00	0.380	220.00	0.461	180.00	0.497
-	-	345.000	0.139	285.000	0.138	1150.000	0.209	485.000	0.390	460.000	0.481	270.000	0.529
-	-	1030.000	0.142	-	-	4450.000	0.214	1445.000	0.400	1480.000	0.501	450.000	0.564
-	-	-	-	-	-	-	-	2885.000	0.425	-	-	1410.000	0.598
-	-	-	-	-	-	-	-	4315.000	0.430	-	-	-	-

Figura 39.

Curva de asentamiento general – Calicata A



Nota: Elaboración de autores

Tabla 33.

Carga aplicada según su relación de vacíos - Calicata A

Carga aplicada (kg/cm ²)	Relacion de vacíos e
0.00	0.789
0.10	0.725
0.20	0.733
0.40	0.734
0.80	0.704
1.60	0.619
3.20	0.591
6.40	0.553
3.20	0.547
1.60	0.542
0.80	0.537
0.40	0.532
0.20	0.525
0.10	0.519
0.00	0.000

CALICATA B.

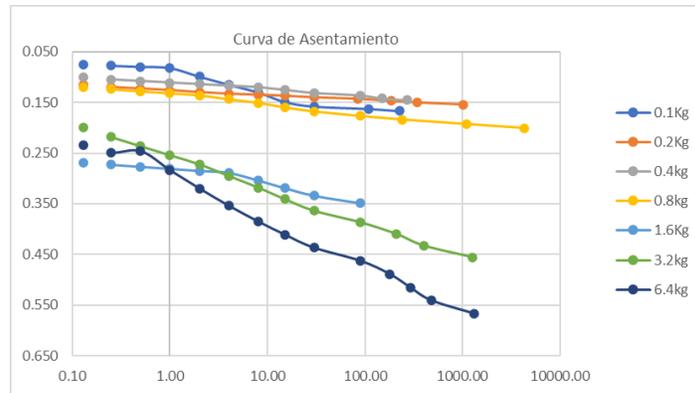
Tabla 34.

Lecturas de ensayo – Calicata B

TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)	TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)	TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)	TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)	TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)	TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)	TIEMPO	LECTURA SEGÚN CARGA (Kg/cm ²)
Minutos	0.1	Minutos	0.20	Minutos	0.40	Minutos	0.80	Minutos	1.60	Minutos	3.20	Minutos	6.40
0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000
0.13	0.075	0.13	0.115	0.13	0.100	0.13	0.120	0.13	0.269	0.13	0.200	0.13	0.235
0.25	0.077	0.25	0.120	0.25	0.105	0.25	0.124	0.25	0.273	0.25	0.218	0.25	0.249
0.50	0.080	0.50	0.123	0.50	0.108	0.50	0.128	0.50	0.277	0.50	0.236	0.50	0.246
1.00	0.082	1.00	0.126	1.00	0.111	1.00	0.132	1.00	0.281	1.00	0.254	1.00	0.284
2.00	0.099	2.00	0.130	2.00	0.114	2.00	0.136	2.00	0.285	2.00	0.272	2.00	0.320
4.00	0.115	4.00	0.133	4.00	0.117	4.00	0.144	4.00	0.289	4.00	0.295	4.00	0.354
8.00	0.130	8.00	0.135	8.00	0.120	8.00	0.151	8.00	0.304	8.00	0.318	8.00	0.385
15.00	0.149	15.00	0.137	15.00	0.125	15.00	0.160	15.00	0.319	15.00	0.341	15.00	0.411
30.00	0.158	30.00	0.140	30.00	0.131	30.00	0.168	30.00	0.334	30.00	0.364	30.00	0.437
110.00	0.163	85.00	0.143	90.00	0.136	90.00	0.177	80.00	0.349	90.00	0.387	90.00	0.463
225.00	0.167	185.00	0.147	150.00	0.142	240.00	0.184	250.00	0.364	210.00	0.410	180.00	0.489
-	-	340.000	0.150	270.000	0.145	1100.000	0.193	475.000	0.379	400.000	0.433	290.000	0.515
-	-	1025.000	0.154	-	-	4300.000	0.201	1450.000	0.394	1270.000	0.456	480.000	0.541
-	-	-	-	-	-	-	-	2875.000	0.409	-	-	1310.000	0.567
-	-	-	-	-	-	-	-	4210.000	0.424	-	-	-	-

Figura 40.

Curva de asentamiento general – Calicata B



Nota: Elaboración de autores

Tabla 35.

Carga aplicada según su relación de vacíos - Calicata B

Carga aplicada (kg/cm ²)	Relacion de vacíos e
0.00	0.789
0.10	0.723
0.20	0.728
0.40	0.732
0.80	0.709
1.60	0.621
3.20	0.609
6.40	0.565
3.20	0.559
1.60	0.554
0.80	0.550
0.40	0.544
0.20	0.538
0.10	0.532
0.00	0.000

5.2. Procesamiento para la interacción del suelo

Capacidad Portante del suelo – Terzhagi

Con los resultados anteriormente obtenidos de laboratorio, pasamos a calcular la capacidad portante del suelo.

Tabla 36.

Datos para procesamiento de formula

Cohesión	C	0.25	kg/cm ²
Angulo Friccion	φ	31.6	grado
Peso especifico del suelo	γ	1.135	g/cm ³
Profundidad de desplante	h	2	m
Menor ancho de la estructura	B	0.4	m

Figura 41.

Factores de capacidad de carga modificados - Terzaghi

N'<i>c</i>	21.16
N'<i>q</i>	9.82
N'<i>γ</i>	5.51

Nota: Elaboración de autores

Cálculo de carga admisible del suelo

$$qu = C * N'c + \gamma * h * N'q + 0.5 * \gamma * B * N'y$$

$$qu = 0.25 * 21.16 + 1.135 * 2 * 9.82 + 0.5 * 1.135 * 0.4 * 5.51$$

$$qu = 28.83 \text{ kg/m}^3$$

Cálculo de capacidad portante del suelo

$$\frac{qu}{FS} = \frac{\text{Carga admisible del suelo}}{\text{Factor de Seguridad}}$$

$$\frac{qu}{FS} = \frac{28.83}{3} = 9.61 \approx 10 \text{ kg/m}^3$$

Metrado de Carga de caso estudio templo- Ciborio

Para el metrado de cargas se realizó previamente las medidas correspondientes del templo ciborio. Así mismo se tomó en consideración la norma técnica de Cargas (E.020) y Diseño Sismorresistente (E.030).

Figura 42.

Medición de Ciborio Pocsi – Monumento Nacional



Nota: Elaboración de autores.

Tabla 37.

Cálculo de Carga Muerta General

Elemento	#	P.e. (kg/m3)	L (m)	B (m)	H (m)	Pi (kg/m3)
Vx 80x80	2	163	3.17	0.8	0.8	661.39
Vy 80x80	2	163	3.17	0.8	0.8	661.39
CUPULA	1	163	1.33	3.14	3.375	2304.36
LM70	1	163	3.97	3.97	0.5	1284.51
Col 0.4 x 0.4	4	163	1.6	0.4	0.4	166.91
S=						5078.56

Tabla 38.

Cálculo de Carga Muerta (SCP)

Elemento	#	SCP (kg/m2)	L (m)	B (m)	Pi (kg)
Acabados	1	90.76	3.97	3.97	1430.44
S=					1430.44

Tabla 39.*Cálculo de Carga Viva*

Elemento	#	SC (kg/m ²)	L (m)	B (m)	Pi (tonf)
Sobrecarga	1	362.87	3.97	3.97	5719.22
				S=	5719.22

Nota: Elaboración de autores

Resumen

TOTAL, DE CARGA VIVA = 6509.00 Kg

TOTAL, DE CARGA MUERTA = 5719.22 * 0.5 = 2859.61 Kg

TOTAL, DE CARGA DEL TEMPLO CIBORIO = 9368.61 Kg

TOTAL, ESFUERZO DEL TEMPLO CIBORIO = 123.84 Kg/m²

Medición de asentamiento Actual del suelo

Para el cálculo del asentamiento actual, se aplicará la fórmula mencionada en las bases teóricas con los resultados de laboratorio. Además, se calculará el tiempo proporcional que se asentó y finalmente cuanto se asienta en un año.

Tabla 40.*Datos para el cálculo de asentamiento por consolidado*

Espesor del estrato del suelo	H	150.000	cm
Índice de compresibilidad	Cc	0.298	kg/cm ²
Vacios iniciales	e₀	0.789	
Tensión vertical efectiva inicial	σ'vo	0.001	kg/cm ³
Incremento de tensión vertical efectiva inicial	Δσ	0.010	kg/cm ³

Cálculo de asentamiento por consolidación

$$S_c = \frac{H * C_c}{1 + e_0} * \text{Log} \left[\frac{\sigma'_{vo} + \Delta\sigma'}{\sigma'_{vo}} \right]$$

$$S_c = \frac{150 * 0.298}{1 + 0.789} * \text{Log} \left[\frac{0.001 + 0.010}{0.001} \right]$$

$$S_c = 29.43 \text{ cm}$$

Tabla 41.

Datos para el cálculo de tiempo de asentamiento por consolidación

Altura del suelo	Hd²	4.000	m
Factor de tiempo	Tv	0.287	
Coefficiente de consolidación	Cv	0.019	m
Promedio de lectura	Pron	0.433	cm

Nota: Se considero un valor de tiempo equivalente a sesenta años, ya que el caso estudio templo ciborio se encuentra desde 1960 a la fecha con asentamiento.

Cálculo de tiempo de asentamiento por consolidación

$$t = \frac{Hd^2 * Tv}{Cv} = \frac{4^2 * 0.287}{0.019}$$

$$t = 60 \text{ años}$$

Como se obtuvo un asentamiento de 29.43 cm en 60 años, se puede decir que el asentamiento por año es de 0.004 cm.

5.3. Procesamiento de cuestionarios para método multicriterio

Análisis de los decisores

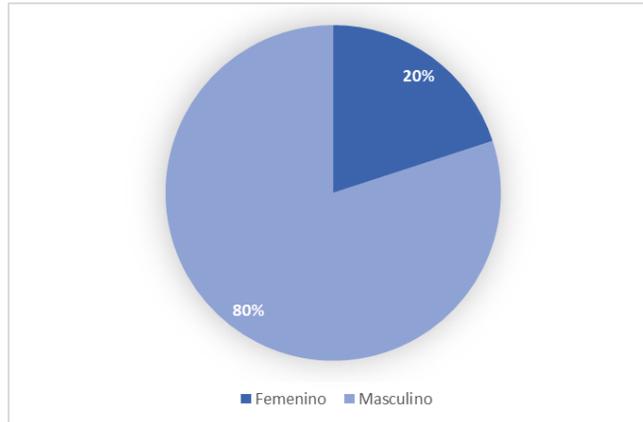
Como se mencionó con anterioridad, los encuestados fueron ingenieros civiles de la ciudad de Arequipa con especialidad, maestría o doctorado en geotecnia, geología o afines.

Para el cálculo de muestra, salió un resultado equivalente a veinte personas y a continuación, se realizará el análisis de los encuestados.

En esta primera figura se muestra que, de las veinte personas encuestadas cuatro son de sexo femenino y dieciséis de sexo masculino.

Figura 43.

Sexo de los decisores

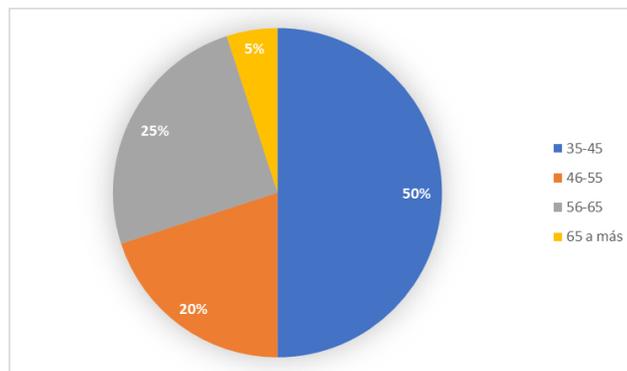


Nota: Elaboración de autores

En la siguiente figura, se clasificó por rango de edad a los decisores; donde diez decisores pertenecen al rango de treinta y cinco hasta cuarenta y cinco, cinco decisores pertenecen al rango de edad entre cincuenta y seis hasta sesenta y cinco, cuatro decisores pertenecen al rango de edad desde cuarenta y seis hasta cincuenta y cinco, finalmente solo un decisor forma parte del rango de sesenta y cinco a más.

Figura 44.

Edad de los decisores

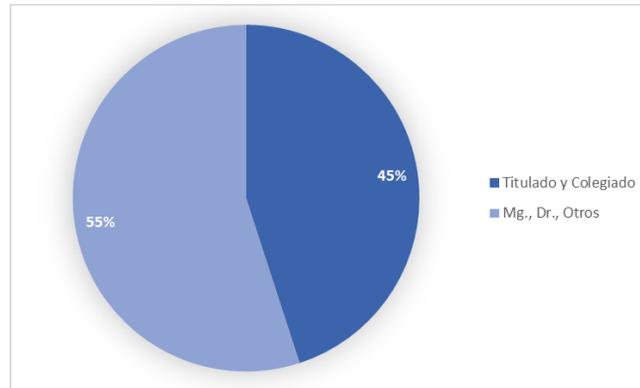


Nota: Elaboración de autores

Y en la última figura, se puede apreciar que once de los decisores tienen grado académico entre magister y doctorado, mientras que nueve solo tienen especialidad. Pero todos siguen siendo ingenieros colegiados y titulados de la ciudad de Arequipa.

Figura 45.

Grado académico de los decisores



Nota: Elaboración de autores

Aplicación de multicriterio – AHP

Para la aplicación del Método AHP, primero se procede a tabular cada una de las encuestas de cada decisor e ingresarlo a la matriz de comparación de criterios. Y seguidamente se hace un promedio final, de la suma de todas las matrices, como se muestra a continuación:

Tabla 42.

Promedio final de matrices de comparación de criterios

Criterios	Capacidad portante	Precio	Invasivo	Durabilidad	Tiempo de instalación
Capacidad portante	1	7 3/5	6 3/5	6 2/7	6 1/2
Precio	1/7	1	4 1/5	5	5 1/2
Invasivo	1/6	2/7	1	5 3/5	6
Durabilidad	1/6	1/4	1/5	1	7
Tiempo de instalación	1/6	1/5	1/6	1/7	1
ΣSUMA	1 2/3	9 1/3	12 1/6	18	26 1/5

Con los resultados anteriores, se pasa a realizar una matriz normalizada, en donde primero multiplicamos cada valor por la sumatoria de cada columna y después realizamos una ponderación de cada fila, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 43.

Matriz de comparación por pares normalizada

Criterios	Capacidad portante	Precio	Invasivo	Durabilidad	Tiempo de instalación	Ponderacion
Capacidad portante	0.6090	0.8119	0.5419	0.3510	0.2481	0.5124
Precio	0.0835	0.1068	0.3448	0.2730	0.2099	0.2036
Invasivo	0.0986	0.0307	0.0821	0.3120	0.2328	0.1512
Durabilidad	0.1061	0.0279	0.0165	0.0557	0.2710	0.0954
Tiempo de instalación	0.1027	0.0227	0.0147	0.0084	0.0382	0.0373

Hasta este punto, tendríamos que el criterio más importante para elegir un elemento estructural que mejore el comportamiento geotécnico del suelo es la capacidad portante y el criterio menos importante es el tiempo de instalación. Para comprobar que se realizó correctamente el método, se aplica la relación de consistencia que consiste en multiplicar la matriz de la Tabla anterior por el vector de ponderación.

Tabla 44.

Multiplicación de matriz por comparación de pares normalizada por vector de ponderación

Criterios	Capacidad portante	Precio	Invasivo	Durabilidad	Tiempo de instalación	Ponderación
Capacidad portante	0.6090	0.8119	0.5419	0.3510	0.2481	0.5124
Precio	0.0835	0.1068	0.3448	0.2730	0.2099	0.2036
Invasivo	0.0986	0.0307	0.0821	0.3120	0.2328	0.1512
Durabilidad	0.1061	0.0279	0.0165	0.0557	0.2710	0.0954
Tiempo de instalación	0.1027	0.0227	0.0147	0.0084	0.0382	0.0373

Y se obtiene como resultado, la siguiente tabla:

Tabla 45.

Resultado de multiplicación de matrices

AXP
0.6021
0.1506
0.1077
0.0780
0.0617
1

Después se procede a calcular el índice de consistencia (CI) donde n_{max} equivale a la suma de la anterior tabla y donde n equivale a la cantidad de criterios que para este caso son cinco. Después se calcula la conciencia aleatoria (RI) que equivale a uno punto doce según la teoría de Saaty y finalmente la relación de consistencia que se calcula con la división del índice de consistencia entre la consistencia aleatoria.

$$CI = \frac{(n_{max} - n)}{(n - 1)} = 1$$

$$RI = 1.12$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{1}{1.12} = 0.893$$

Como la relación de consistencia sale menor a uno, se puede considerar una ponderación correcta y confiable, si saliera mayor a uno, el método no estaría correctamente realizado.

Aplicación de multicriterio – TOPSIS

Anteriormente, cuando se aplicó el método AHP, se obtuvo ponderaciones de criterios diferentes. Una de ellas fue calculada a partir de la media de todas las respuestas de los encuestados. Ahora se hará uso de esas ponderaciones y de la recomendación de los

encuestados para la elección del elemento de estabilización estructural, donde se obtenido "los micropilotes" y "las inyecciones de concreto" como buenas alternativas.

En la tabla podemos observar que los micropilotes son superiores en los criterios de capacidad portante, precio, invasivo y tiempo de instalación. Esto resulta bastante coherente al evaluar el caso estudio templo ciborio, donde se requiere la mejor alternativa de solución para la estabilización estructural, con costo asequible, un tiempo de instalación prudente, que evite su asentamiento y que no sea una solución invasiva dado que el caso estudio templo ciborio es un monumento nacional. En este sentido, estas cuatro alternativas se ajustan a los requisitos del caso de estudio.

Para comenzar con el método TOPSIS, es necesario obtener valores numéricos para la evaluación e implementación del método TOPSIS, por lo que como primer paso se determinara con valores la capacidad portante, precio, que tan invasivo son, su durabilidad y su tiempo de instalación para las dos alternativas que se obtuvieron de los comentarios post-encuesta.

Tabla 46.

Alternativas con criterios

Alternativas	Capacidad portante	Precio	Invasivo	Durabilidad	Tiempo de instalación
Micropilotes	0.20 Tn	S/ 172.02	114.3 mm	10 años	2.88 h
Inyecciones	0.18 Tn	S/ 185.94	150.0 mm	15 años	3.24 h

Para el paso número dos, es necesario sacar la raíz de la sumatoria al cuadrado de cada valor obtenido de las alternativas a evaluar.

Tabla 47.

Sumatoria de alternativas

SUMA	0.269072481	253.3073	188.585498	18.0277564	4.334974048
-------------	-------------	----------	------------	------------	-------------

Para el paso número tres, es importante realizar la división entre el valor de la primera tabla entre su sumatoria total de cada valor.

Tabla 48.*División de sumatoria entre valor de tabla*

ALTERNATIVA	Capacidad portante	Precio	Invasivo	Durabilidad	Tiempo de instalación
Micropilotes	0.7433	0.6791	0.6061	0.5547	0.6644
Inyecciones	0.6690	0.7340	0.7954	0.8321	0.7474

Para el paso número cuatro, es muy importante ya tener los valores y pesos de cada criterio a analizar para poder realizar la evaluación correspondiente.

Tabla 49.

Valores obtenidos del método multicriterio AHP

PESOS	0.6021	0.1506	0.1077	0.078	0.0617
--------------	--------	--------	--------	-------	--------

Para el paso número cinco, se debe de realizar la multiplicación de cada valor por su peso obtenido y nos da como resultado la siguiente tabla.

Tabla 50.*Multiplicación de cada valor por su peso obtenido en AHP*

ALTERNATIVA	Capacidad portante	Precio	Invasivo	Durabilidad	Tiempo de instalación
Micropilotes	0.4475	0.1023	0.0653	0.0433	0.0410
Inyecciones	0.4028	0.1105	0.0857	0.0649	0.0461

Ahora, para el paso número seis, se debe de determinar coherentemente los valores que están dentro de la consigna del caso estudio a evaluar, para determinar cuál es el mejor valor y el peor valor.

Tabla 51.*Matriz de valores ideales*

IDEAL BEST VALUE	0.4475	0.1023	0.0653	0.0649	0.0410
IDEAL WORST VALUE	0.4028	0.1106	0.0857	0.0433	0.0461

Tabla 52.*Matriz de ponderación de mejor ideal*

ALTERNATIVA	Capacidad portante	Precio	Invasivo	Durabilidad	Tiempo de instalación
Micropilotes	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000
Inyecciones	0.0020	0.0001	0.0004	0.0000	0.0000

Tabla 53.*Matriz de ponderación de peor ideal*

ALTERNATIVA	Capacidad portante	Precio	Invasivo	Durabilidad	Tiempo de instalación
Micropilotes	0.0020	0.0001	0.0004	0.0000	0.0000
Inyecciones	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000

Tabla 54.*Matriz sumatoria raíz de mejor ideal*

SUMATORIA	RAIZ
0.0005	0.0216
0.0025	0.0501

Tabla 55.*Matriz sumatoria raíz de peor ideal*

SUMATORIA	RAIZ
0.0025	0.0501
0.0005	0.0216

Tabla 56.*Matriz de mejor ideal de raíces*

SUMA RAICES	RAIZ M-/TOTAL	ALTERNATIVAS
0.0718	0.6986	Micropilotes
0.0718	0.3014	Inyecciones

Tabla 57.

Resumen de mejor y peor ideal

MEJOR A	0.6986	Micropilotes
PEOR A	0.3014	Inyecciones

Analizando resultados, quizás se podría haber elegido las inyecciones de concreto como alternativa de solución teniendo como premisa su durabilidad por ser netamente de concreto, pero no sucedió, dado que al tener como criterio principal la capacidad portante, la evaluación dio que la alternativa de inyecciones de concreto no cumple con las necesidades mínimas que se necesitaban para el caso estudio y que los micropilotes sí las cumple.

5.4. Diseño de Elemento Estructural

Normativa para diseño de Elemento Estructural

Para cumplir los objetivos del proyecto, es necesario el diseño del elemento estructural obtenido según los métodos multicriterio, para el caso estudio se obtuvo que la mejor alternativa son los micropilotes, por lo tanto, considerando la procedencia de nuestros antecedentes a continuación se presenta las normativas tentativas para el diseño.

Tabla 58.

Comparación de Normativas

Normativa	Descripción	Comentario
Perú	E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES Contempla los requisitos para cimentaciones y asegura la estabilidad de la obra. Dentro de su capítulo cinco podemos encontrar las cimentaciones profundas, donde hace mención del uso de los micropilotes y pilotes como un tipo de cimentaciones profunda, pero solo hace desglose del diseño de pilotes mas no de micropilotes. (ICG, 2018)	Normativa no cuenta con el diseño de micropilotes, por tanto, no puede ser empleada en el diseño

México	N-CTR-CAR-1-06-003/01: CONSTRUCCION Contempla los aspectos para la construcción de pilotes y micropilotes como cimentaciones profundas. Hace referencia a sus normativas en la ejecución de obras, uso del concreto, acero y pruebas de carga, además de las normativas para el diseño.	Normativa cuenta con el diseño de micropilotes, pero hace referencia que se basa en la normativa de España
Argentina	IGVO-OA-001: CARGA DE PILOTES Contempla las metodología y directivas a seguir para cimentaciones con pilotes. Además de valores de aceptación al momento de generar cálculos. (Argentina, 1989)	Normativa no cuenta con el diseño de micropilotes, por tanto, no puede ser empleada en el diseño
Colombia	NSR-10: ESTUDIOS GEOTÉCNICOS Contempla los requisitos para cimentaciones superficiales, compensadas, con pilotes y en roca. En la parte de cimentaciones con pilotes evalúa el estado límite de la falla, el estado límite de servicio y el uso en control de asentamientos, acompañado de sus fórmulas. (territorial, 1997)	Normativa no cuenta con el diseño de micropilotes, por tanto, no puede ser empleada en el diseño
España	UNE-EN 14199:2019 EJECUCION DE TRABAJOS ESPECIALES. MICROPILOTES Contempla los principios base para la ejecución de un micropilote, su aplicación según los tipos de micropilotes, los materiales cubiertos de estos elementos (acero, hormigón o las combinaciones de ambos) y finalmente para que casos pueden ser utilizados. (Española, 2019)	Normativa cuenta con el diseño de micropilotes, es ideal para ser empleada en esta investigación.

Con la comparación anteriormente realizada, se usará la normativa de España dado que es la normativa padre en micropilotes, cuenta con años de investigación y estudios.

Criterios de diseño Normativa Española

a. **Reducción de espesor.** La corrosión de las armaduras debe basarse calculando su vida útil, teniendo en cuenta la presencia o no de agua.

Figura 46.

Reducción de espesor

TIPO DE TERRENO	VIDA ÚTIL REQUERIDA AL MICROPILOTE ³ (años)				
	5	25	50	75	100
Suelos naturales sin alterar	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Suelos naturales contaminados o suelos industriales	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Suelos naturales agresivos (turbas, ciénagas, etc.)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Rellenos no agresivos sin compactar ²	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Rellenos agresivos sin compactar (cenizas, escorias, etc.) ²	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75

Notas: Adaptado de Instrucciones de construcción, guía de ejecución de Micropilotes, Fomento

b. Fallo estructural – Resistencia a compresión del micropilote.

Calculo previo 1:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

Donde:

$$f_{cd} \left(\frac{Kg}{cm^2} \right) = \text{Resistencia de la lechada a compresión}$$

$$f_{ck} \left(\frac{Kg}{cm^2} \right) = \text{Resistencia de la lechada a compresión de 28 días}$$

$$\gamma_c = \text{Coeficiente de seguridad para lechada} = 1.50$$

Calculo previo 2:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_a} \leq 400 \text{ Mpa}$$

Donde:

$$f_{yd} \left(\frac{Kg}{cm^2} \right) = \text{Resistencia del acero de la armadura tubular}$$

$$f_y \left(\frac{Kg}{cm^2} \right) = \text{Limite Elastico de acero de armaduras}$$

$$\gamma_a = \text{Coeficiente de seguridad para armadura tubular} = 1.10$$

Calculo previo 3:

$$A_a = \frac{\pi}{4} * [(de - 2re)^2 - di^2] * f_{uc}$$

Donde:

$$A_a (cm^2) = \text{Area de calculo de armadura tubular}$$

$$de = \text{Diametro exterior de armadura tubular}$$

$$re = \text{Reduccion de espesor de la armadura por corrosión}$$

$$di = \text{Diametro interior de armadura tubular}$$

$$F_{uc} = \text{Coeficiente de minoracion de la armadura tubular segun su tipo de union}$$

Figura 47.

Coeficiente de minoración (Fuc)

TIPO DE UNIÓN	F _{u,c}
Mediante manguitos exteriores doblemente roscados, sin disminución de sección	1,0
De rosca machihembrada con sección ensanchada	
De rosca machihembrada, sin sección ensanchada y con contacto a tope en ambos extremos	
Otras uniones diseñadas específicamente para no sufrir pérdidas de resistencia	
Resto de casos	0,5

Notas: Adaptado de Instrucciones de construcción, guía de ejecución de Micropilotes, Fomento

Figura 48.

Tipos de coacción lateral (Cr= coeficiente adimensional)

TIPO DE COACCIÓN LATERAL	C _R
Fangos y turbas con 15 kPa ≤ s _v (kPa) ≤ 25	18 - 12
Arcillas y limos blandos con 15 kPa ≤ s _v (kPa) ≤ 25	12 - 8
Suelos no cohesivos de compacidad ²¹ media (0,35 < I _p < 0,65) que cumplan alguno de los siguientes requisitos: <ul style="list-style-type: none"> – Encontrarse permanentemente por encima del nivel freático – Presentar un coeficiente de uniformidad mayor o igual que dos (D₆₀/D₁₀ ≥ 2) 	8 - 7
Suelos cohesivos de consistencia media (25 kPa ≤ s _v (kPa) ≤ 50)	
Libre (sin terreno o rodeado de terreno inestable ²²)	H/D _R

Notas: Adaptado de Instrucciones de construcción, guía de ejecución de Micropilotes, Fomento

Calculo previo 4:

$$R = 1.07 - 0.027 CR \leq 1$$

$R =$ Coeficiente de reduccion de la capacidad estructural

Figura 49.

Coeficiente adimensional

TIPO DE TERRENO Y DE PERFORACIÓN	F_e
Terreno con nivel freático por encima de la punta del micropilote y perforación sin revestir, sin empleo de lodos	1,50
Terreno con nivel freático permanentemente bajo la punta del micropilote y perforación sin revestir, sin empleo de lodos	1,30
Cualquier tipo de terreno perforado con lodos	1,15
Cualquier tipo de terreno perforado al amparo de revestimiento recuperable	1,05
Micropilote con tubería de revestimiento dejada «in situ» de forma permanente (camisa perdida)	1,00

Notas: Adaptado de Instrucciones de construcción, guía de ejecución de Micropilotes, Fomento

Cálculo final:

$$N_{c,Rd} = (0.85 * A_c f_{cd} + A_s f_{sd} + A_a f_{yd}) * \frac{R}{1.2 * F_e}$$

Donde:

$A_c(cm^2)$ = Resistencia del acero de armaduras corrugadas

$A_s(cm^2)$ = Area total de las barras corrugadas de acero

$A_a(cm^2)$ = Area de la armadura tubular de acero

c. Fallo estructural – Resistencia a tracción del micropilote

Calculo previo 1:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_a}$$

Donde:

$f_{yd}(Kg/cm^2)$ = Resistencia del acero de armaduras tubular

$$f_y \left(\frac{Kg}{cm^2} \right) = \text{Limite elastico del acero}$$

$$\gamma_a \left(\frac{Kg}{cm^2} \right) = \text{Coeficiente de seguridad para acero de armaduras tubular} = 1.10$$

Figura 50.

Limites elásticos de acero para barras corrugadas

DESIGNACIÓN UNE EN 36068:94	LÍMITE ELÁSTICO f_{yk} (MPa)
B 400 S	400
B 500 S	500

Notas: Adaptado de Instrucciones de construcción, guía de ejecución de Micropilotes, Fomento

Figura 51.

Limite elástico acero armadura tubular

DESIGNACIÓN UNE EN 10027	LÍMITE ELÁSTICO f_y (MPa)
S 235	235
S 275	275
S 355	355
S 420	420
S 460	460

Nota: Adaptado de Instrucciones de construcción, guía de ejecución de Micropilotes, Fomento

Calculo previo 2:

$$A_a = \frac{\pi}{4} * [(de - 2re)^2 - di^2] * fut$$

$A_a(cm^2)$ = Area de calculo de armadura tubular

de = Diametro exterior de armadura

re = Reduccion de espesor de la armadura por corrosión

di = Diametro interior de armadura

$F_{u,t}$ = Coeficiente de minoracion de la armadura tubular

Figura 52.

Coeficiente de minoración (F_{ut})

TIPO DE UNIÓN	$F_{u,t}$
Mediante manguitos exteriores doblemente roscados, sin disminución de sección	1,0
De rosca machihembrada con sección ensanchada	
Otras uniones diseñadas específicamente para no sufrir pérdidas de resistencia	
Resto de casos	0,5

Notas: Adaptado de Instrucciones de construcción, guía de ejecución de Micropilotes, Fomento

Cálculo final:

$$N_{t,Rd} = (As f_{sd}) * \frac{1}{1.10}$$

Donde:

$N_{t,Rd} (tn)$ = Resistencia estructural del micropilote

As = Area total de las barras corrugadas de acero

Aa = Area de armadura tubular del acero

d. Fallo estructural – Resistencia a cortante del micropilote

Calculo previo 1:

$$A_{pr} = \frac{\pi * ((de - 2re)^2 - (di)^2)}{4}$$

Donde:

$V_{c,Rd}(tn)$ = Resistencia a esfuerzo cortante

$V_{pl,Rd}(tn)$ = Valor de calculo de la resistencia plástica a esfuerzo cortante

$A_{pr}(cm^2)$ = Sección reducida de armadura de acero

de = Diametro exterior de armadura

re = Reduccion de espesor de la armadura por corrosión

di = Diametro interior de armadura

Calculo final:

$$V_{c,Rd} = V_{pl,Rd} = \frac{2A_{pr}}{\pi} * \frac{1}{3^{\frac{1}{2}}} * \frac{f_y}{\gamma_a}$$

Cálculo de diseño de micropilotes

Primero se realiza un predimensionamiento de la estructura del micropilote y con el mismo se evalúa su resistencia a la compresión, tracción y cortante.

Tabla 59.

Dimensiones iniciales de Micropilote

PREDIMENSIONAMIENTO			
Símbolo	Concepto	Valor	Unidad
de	Diametro exterior nominal de armadura tubular	11.00	cm
di	Diametro interior nominal de armadura tubular	9.00	cm
re	Reducción de espesor de la armadura	0.75	
Fuc	Coefficiente de minoración del área de la armadura tubular	1.00	
Ac	Area de armadura tubular	63.62	cm
Aa	Área de armadura tubular de acero	7.265	cm

Ahora, con los datos anteriores evaluaremos su resistencia a la compresión.

Resistencia de lechada a compresión.

Tabla 60.

Cálculo de resistencia de lechada a la compresión (Fcd)

Símbolo	Concepto	Valor	Resultado	Unidad
fck	Cálculo de resistencia de la lechada a compresión de 28 días	250		
yc	Coefficiente de seguridad para lechada	1.5	166.67	(kg/cm ²)

Resistencia de acero de la armadura tubular a compresión.

Tabla 61.

Cálculo de la resistencia del acero de la armadura (Fyd)

Símbolo	Concepto	Valor	Resultado	Unidad
f _y	Limite elástico de acero de armaduras	2400		
γ _a	Coefficiente de seguridad para acero de armaduras	1.1	2181.82	(kg/cm ²)

Coefficiente de reducción de la capacidad estructural del micropilote.

$$R = 1.07 - 0.027 * CR \leq 1$$

$$R = 1.07 - 0.027 * 8 \leq 1$$

$$R = 0.854 \leq 1$$

$$R = \text{Si cumple}$$

Resistencia estructural del micropilote a compresión. Finalmente, con los datos anteriormente obtenidos se tendría una resistencia estructural del micropilote a compresión:

$$N_{c,Rd} = (0.85 * A_c f_{cd} + A_s f_{sd} + A_a f_{yd}) * \frac{R}{1.2 * F_e}$$

$$N_{c,Rd} = (0.85 * 63.62 * 166.67 + 0 + 7.265 * 2181.82) * \frac{0.854}{1.2 * 1.5}$$

$$N_{c,Rd} = 1.653 \text{ Tn}$$

Seguidamente, se evaluará su resistencia a la tracción.

Resistencia estructural del micropilote sometido a la tracción. Con los datos se tendría una resistencia estructural del micropilote a tracción:

$$N_{t,Rd} = (A_a * f_{yd}) * \frac{1}{1.10}$$

$$N_{t,Rd} = (7.265 * 2181.82) * \frac{1}{1.10}$$

$$N_{t,Rd} = 1.441 \text{ Tn}$$

Y finalmente, se calcula la resistencia a cortante.

Cálculo de sección reducida de la armadura tubular de acero.

$$A_{pr} = \frac{\pi * ((de - 2re)^2 - (di)^2)}{4}$$

Del programa determinamos que, para estabilizar una estructura con aproximadamente un peso de nueve toneladas, se necesita de 9 a 15 micropilotes de 4m de longitud con cabeza de 0.38m, un diámetro de pilote de 0.11m y con ello se daría una correcta verificación al predimensionamiento empírico.

Figura 54.

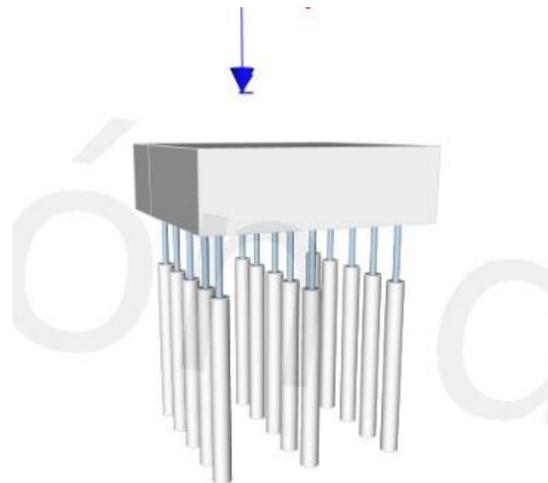
Ubicación de micropilotes



Nota: Elaboración de autores

Figura 55.

Modelado de micropilotes



Nota: Elaboración de autores

Figura 56.

Detalle de Micropilotes

Fuerzas internas máximas sobre pilotes

Pilote	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]	M_{max} [kNm]	Q_{max} [kN]
pilote 1	-42.30	-9.41	8.27	8.84
pilote 2	-44.71	-10.39	10.23	10.93
pilote 3	-50.15	-11.29	4.00	4.31
pilote 4	-54.22	-11.87	7.24	7.74
pilote 5	-39.89	-8.42	7.31	7.80
pilote 6	-46.08	-10.71	1.00	1.12
pilote 7	-44.71	-10.78	5.54	5.94
pilote 8	-48.79	-11.36	8.19	8.76
pilote 9	-42.16	-9.82	3.96	4.25
pilote 10	-41.03	-9.13	5.60	5.99
pilote 11	-43.57	-10.47	2.32	2.51
pilote 12	-43.42	-10.11	6.76	7.24
pilote 13	-47.46	-11.03	4.40	4.74
pilote 14	-51.64	-11.63	7.46	7.99
pilote 15	-45.86	-11.08	8.99	9.61

Nota: Elaboración de autores

Ahora para la medición del asentamiento posterior, se calculó que los micropilotes funcionan repeliendo el asentamiento del suelo a 7mm y logrando una estabilidad interna satisfactoria equivalente a 54.22kN. Y finalmente, solo se tiene un desplazamiento máximo horizontal del cabezal del micropilote de 7.3mm por año.

Figura 57.

Verificación de micropilotes

Verificación de la sección transversal 1

El análisis se llevó a cabo con una selección automática de los casos de carga más desfavorables.

Verificación de estabilidad interna: Método geométrico (Euler)

Fuerza normal crítica $N_{crd} = 2289.63$ kN

Fuerza normal máxima $N_{max} = 54.22$ kN

Estabilidad interna de la sección del micropilote ES
SATISFACTORIA

Nota: Elaboración de autores

5.6. Comparativa de Costo- Beneficio

Del método TOPSIS, se mostró la comparación de precios de alternativas. Estos fueron tomados de las partidas y análisis de costos unitarios que se muestran a continuación.

Figura 58.

ACU - Inyecciones de concreto

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio parcial
AMI010 m Inyecciones de lechada de cemento. S/. 185,94					
Columna de terreno consolidado mediante inyecciones de lechada de cemento, 300 kg/m de consumo medio.					
1 Materiales					
mt08aaa010a	m³	Agua.	0,375	4,21	1,58
mt08cet020a	t	Cemento CEM II / A-P 32,5 N, a granel.	0,300	260,78	78,23
			Subtotal materiales:		79,81
2 Equipos					
m03mp040	h	Equipo para inyecciones de lechada de cemento, con bomba de presión y carro de perforación para taladros.	0,090	1.075,26	96,77
			Subtotal equipos:		96,77
3 Mano de obra					
mo020	h	Operario de construcción.	0,220	15,60	3,43
mo113	h	Peón de construcción.	0,110	10,26	1,13
mo112	h	Peón especializado de construcción.	0,110	10,47	1,15
			Subtotal mano de obra:		5,71
4 Herramientas					
	%	Herramientas	2,000	182,29	3,65
Costos directos (1+2+3+4):					185,94

Nota: Análisis de costos unitarios de inyecciones. Tomado de Generador de Precios Perú por CYPE Ingenieros S.A, 2023.

http://www.peru.generadordeprecios.info/obra_nueva/Acondicionamiento_del_terreno/Mejoras_del_terreno/Inyecciones/Inyecciones_de_lechada_de_cemento.html

Figura 59.

ACU - Micropilotes

Descompuesto	Ud	Descripción	Rend	p.s.	Precio partida	
CPM010 m Micropilote. 172,02\$/						
Micropilote para cimentación, de hasta 15 m de longitud, 114,3 mm de diámetro nominal, compuesto de armadura tubular con rosca, de acero EN ISO 11960 N-80, con límite elástico 562 N/mm², de 60,3 mm de diámetro exterior y 5,5 mm de espesor , y lechada de cemento CEM I 42,5N , con una relación agua/cemento de 0,4 dosificada en peso, verificada por el interior de la armadura mediante sistema de inyección única global (IU) .						
mt07mp020aa	m	Perfil tubular con rosca, para armar micropilotes, de 60,3 mm de diámetro exterior y 5,5 mm de espesor, de acero EN ISO 11960 N-80, con límite elástico 562 N/mm² y carga de rotura 690 N/mm².	1,020	23,61	24,08	
mt08cem010c	kg	Cemento Portland CEM I 42,5 N, en sacos.	25,000	0,28	7,00	
mt08aaa010a	m³	Agua.	0,010	2,91	0,03	
m03pva020a	h	Equipo para inyecciones profundas, con bomba de baja presión y carro de perforación, para taladros de hasta 200 mm de diámetro.	0,136	895,07	121,73	
mo011	h	Oficial 1ª construcción.	0,343	13,21	4,53	
mo059	h	Peón especializado construcción.	0,172	12,31	2,12	
mo046	h	Ayudante construcción.	0,343	12,40	4,25	
	%	Medios auxiliares	2,000	163,74	3,27	
	%	Costes indirectos	3,000	167,01	5,01	
Coste de mantenimiento decenal: 5,16 \$/ en los primeros 10 años.					Total:	172,02

Nota: Análisis de costos unitarios de inyecciones. Tomado de Generador de Precios Perú por CYPE Ingenieros S.A, 2023.

http://www.peru.generadordeprecios.info/obra_nueva/Cimentaciones/Pilotes/Micropilotes/Micropilote.html

Como se puede observar, el precio de los micropilotes e inyecciones varía en diez punto noventa y dos, en donde las inyecciones de concreto tienen el precio mayor. Y este precio varía directamente entre ambos por los materiales empleados.

Seguidamente se realizó la simulación de la partida de micropilotes, como se muestra en el ACU anterior, su unidad de medida es en metros y cada micropilote mide 4m, entonces como se empleó en el programa GEO5 15 micropilotes eso en metros equivaldría a 60m y cada metro valdría 172.02 nuevos soles, obteniendo un resultado que se muestra a continuación:

Figura 60.

Presupuesto Micropilotes

Presupuesto

Proyecto ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS AHP - TOPSIS EN LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL TEMPLO CIBORIO POCSI, AREQUIPA-2023

Sub Presupuesto **01 - MICROPILOTES**

Cliente Miguel Tamo Barrientos & Valeria Manrique Gómez

Ubicación POCSI - AREQUIPA - AREQUIPA *Costo a :* **Qhapaq sitwa - 2023**

<i>Item</i>	<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Metrado</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>	<i>Subtotal</i>	<i>Total</i>
01	MICROPILOTES	M	60.00	172.02	10,321.20		
	COSTO DIRECTO						10,321.20

Son : CERO CON 00/100 NUEVOS SOLES

Nota: Elaboración de autores

Figura 61.

ACU - Proyecto

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS AHP - TOPSIS EN LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL TEMPLO CIBORIO POCSI, AREQUIPA-2023

Sub Presupuesto **01 - MICROPILOTES**

Cliente Miguel Tamo Barrientos & Valeria Manrique Gómez

Ubicación POCSI - AREQUIPA - AREQUIPA *Costo a :* **Qhapaq sitwa - 2023**

<i>Partida</i>	<i>Código</i>	<i>Descripción Insumo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cuadrilla</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Parcial</i>
01		MICROPILOTES					Rend: 54.0000 M/DIA
		Mano de Obra					
	47 00042	OFICIAL	HH	1.000	0.1481	20.07	2.97
	47 00004	PEON	HH	1.000	0.1481	18.14	2.69
	47 00061	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	1.000	0.1481	12.40	1.84
							7.50
		Materiales					
	05 00006	AGUA	M2		0.0100	2.92	0.03
	21 00007	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5KG)	KG		25.0000	0.28	7.00
	50 00380	PERFIL TUBULAR CON ROSCA, PARA ARMAR MICROPILOTE.	M		1.0200	24.44	24.93
							31.96
		Equipo					
	49 00379	EQUIPO PARA INYECCION PROFUNDA, CON BOMBA DE BAJA PRESION Y CARRO DE PERFORACIÓN.	HE	1.000	0.1481	895.07	132.56
							132.56
							172.02

Costo Unitario por M : 172.02

Nota: Elaboración de autores

CAPITULO VI. DISCUSION

6.1. Discusión de antecedentes

En relación con el método multicriterio, la investigación de Muñoz (2020), explica la aplicación de métodos multicriterio únicamente para la ingeniería civil, que son el método AHP y TOPSIS. En el método AHP evalúa criterios como potencia, peso, capacidad cazo, profundidad excavación, anchura, altura de cabina, ruido, consumo de combustible y precio. Donde obtiene como criterio más relevante la potencia y en el método TOPSIS realizan la comparación de cada maquinaria y obtienen que Cat 303.5E2 CR como la mejor opción. Para nuestro caso se tomó como criterios a invasivo, tiempo de instalación, costo, durabilidad y capacidad portante, obteniendo como más importante la capacidad portante. Sin embargo, para las alternativas de solución se tomó en consideración la experiencia de expertos en casos parecidos y a partir de ello se definición como alternativa a los micropilotes y a las inyecciones de concreto. En cambio, en la investigación de Muñoz (2020) hizo uso de maquinaria empleada con anterioridad en la empresa constructora. Por otro lado, Ramírez (2022) en su investigación nos muestra la comparación de dos sistemas constructivos de España y Colombia, y hace la aplicación del método multicriterio MODM, donde solo comparó los sistemas de construcción del país. Mientras que en nuestra investigación el método multicriterio MADM (TOPSIS y AHP) nos brindó la comparación entre elementos de estabilización ya elegidos por la opinión de expertos quienes nos brindaron su basto conocimiento para poder reconocer de mejor manera el elemento siendo evaluados de forma positiva o negativamente

Ahora con respecta a los micropilotes Gutiérrez (2021), desarrolla en su investigación el uso de ellos para equilibrar desplazamientos dinámicos como medida preventiva de hundimiento de un talud. Aplicó la normativa de España para medir los valores de distorsión angular de la cimentación, además del diseño de micropilotes. En nuestro caso estudio se tomó la decisión de emplear micropilotes a partir del método multicriterio y se aplicó la normativa

española, la resistencia al hundimiento con micropilotes obtenido en su investigación fue de 10mm y la altura de micropilotes fue de 6.15m, dado que se emplearán de 2 a 4. Por otro lado, en la investigación de Louis Cereceda (2018) se realiza la intervención de un patrimonio cultural, el que presenta rasgos de hundimiento ocasionados por filtraciones de estancamiento de agua interior y da como solución un refuerzo de la zapata con hormigón armado y se colocó un forjado sanitario. En nuestro caso estudio se encontró que el suelo contiene partículas de arcilla y tiene permeabilidad capilaridad que produce el asentamiento; y en comparación con el autor se tomó la decisión de emplear micropilotes dado que no son invasivos, además que en la intervención de Louis Cereceda (2018) se tenía una cripta con un acceso sencillo para el refuerzo de zapatas y no era necesario perforar el patrimonio.

CONCLUSIONES

1. Al realizar el análisis del comportamiento geotécnico del suelo para la estabilización estructural del caso estudio templo ciborio, se obtuvo como resultado un suelo con relleno a 0.50m de profundidad y a partir de 0.51m hasta 2m de profundidad se obtuvo un suelo con partículas de arcilla de baja y media plasticidad. (CL).
2. La relación del comportamiento geotécnico del suelo con la interacción del suelo es el asentamiento que genera el suelo tipo CL, por tener capilaridad permeable. Por medio del metrado de cargas se obtuvo que la estructura pesa 9.36 tn, la capacidad portante del suelo es 10 tn/m³ y se tiene un asentamiento de 4mm por año.
3. La aplicación del método multicriterio en la elección del elemento de estabilización estructural que cumple con los criterios de durabilidad, invasivo, precio, capacidad portante y el tiempo de instalación, como mejor alternativa de solución son los micropilotes.
4. La relación del comportamiento geotécnico del suelo con los elementos de estabilización estructural es la estabilización propia del caso estudio templo ciborio es decir evitar su asentamiento. Esta estabilización fue evaluada en el programa GEO5 donde se obtuvo que los micropilotes repelen el asentamiento.
5. La mejor alternativa de elemento de estabilización según multicriterio son los micropilotes, en su diseño empírico y en el programa GEO5 se comprobó que funcionan de 9 a 15 micropilotes con características como una longitud de 4m, con cabeza de 0.38m y un diámetro de pilote de 0.11m.
6. El beneficio que aportan los micropilotes es una alternativa funcional y poco invasiva para el caso estudio templo ciborio. En relación con el costo, el precio en comparación con el uso de las inyecciones varia en 13.92 nuevos soles y para 15 micropilotes se tiene un costo total de 10,321.02 nuevos soles

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que en la aplicabilidad del cuestionario del método multicriterio se tome como consideración la variedad de preguntas a expertos, considerándose como (valor agregado) ya que nos brinda una mejor visión sobre alternativas de solución enfocada a proyectos en la Ingeniería.
2. Se recomienda el uso del método multicriterio de tipo AHP y TOPSIS para la correcta elección de materiales, equipos y máquinas en la Ingeniería Civil, ya que nos da un punto de vista más amplio con un mayor margen de conocimientos poniendo en orden por el nivel de aceptación o mejor uso para las alternativas que se pondrán a prueba, y todo esta en base a recomendaciones de expertos en el ámbito.
3. Se recomienda que para la estabilización de una estructura existente como la del caso estudio con comportamiento geotécnico inadecuado y siendo una estructura con más de 60 años de antigüedad, se haga uso de software para evaluar si funciona la alternativa de solución y no solo se use métodos empíricos.
4. Se recomienda el uso del programa de GEO5 en comparación del uso del programa SAP2000, dado que su uso es más fácil y se puede obtener mayor variedad de características del suelo para la elaboración y diseño de las alternativas de solución. Como en este caso es el uso de micropilotes, también tiene elementos estructurales como pilotes, gaviones, muros de mampostería, entre otros.

FUENTES DE INFORMACION

- Acosta, C. (2019). El suelo agrícola, un ser vivo. 55 - 59. <https://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/713>
- Aguilar-Barojas, S. (2005). *Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones*. Mexico: Salud en Tabasco. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Aignerren, A. y. (2018). *Diseños de investigación experimental y no-experimental*. Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.col/handle/10495/2622>
- Alberto, L. S. (2019). *“Evaluación de la calidad constructiva y análisis de la vulnerabilidad sísmica de viviendas de albañería*. Arequipa: UCSM. <https://core.ac.uk/download/pdf/287059631.pdf>
- Alguacil, P. (2018). *Consolidación 1-D en medios multicapa*. Ecuador: UPCT. <https://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/5677/tfg-alg-con.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Areas, W. V. (2021). *Estabilización del suelo*. Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Arequipa, A. (2021). *Productos y servicios*. Arequipa. <https://www.acerosarequipa.com/sites/default/files/catalogo/2020-02/Catalogoproductosacerosarequipa.pdf?fv=kn1R6n0g>
- Arequipa, L. (13 de Enero de 2022). Arequipa se registraron 2.798 sismos durante el 2021. *La República*. <https://larepublica.pe/sociedad/2022/01/13/en-arequipa-se-registraron-2798-sismos-durante-el-2021-lrsd/>
- Argentina, G. d. (1989). *Carga de Pilotes*. Argentina: Gerencia de Infraestructura Argentina.
- Barbarán, N. A. (2017). *Control del Contenido de Cemento de Inyecciones en Suelo. Aplicación Práctica*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. https://oa.upm.es/48642/1/Tesis_master_Novaro_Arones_Barbaran.pdf
- Borja, M. (2012). *Metodología de la Investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- CENEPRED. (2023). *SIGRIP*. SIGRIP: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/reporte-estadistico>
- certificación, A. E. (2006). *Norma Española UNE-EN 14199:2006*. Madrid, España. doi:<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0061919>
- Chagoyén, N. C. (2019). *Diseño óptimo de cimentaciones superficiales*. Santiago, Chile: Revista de la Construcción. <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127619798005.pdf>
- Chatterjee, K. y. (2023). *Un modelo de análisis de decisiones para la selección de materiales utilizando un proceso de clasificación simple*. España: Scientific Reports. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-023-35405-z>

- Costa de Oliveira, A. B. (Abril de 2022). Analisis de aread de vulnerabilidad a procesos erosivos mediante logicadifuso y analisis Multicriterio. *Revista Geociencias*, pág. 16.
- Duque Escobar, G. y. (2016). Geomecanica. 14. <http://galeon.com/geomecanica>
- Española, N. (2019). *UNE-EN 14199:2019*. España: España Digital. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0061919>
- Fomento, M. d. (2005). *Guia de ejecucion de micropilotes*. España : https://www.mitma.es/recursos_mfom/0710200.pdf.
- Georges, J. (1976). *Proyecto y construcción*. Navarra, España: Editores tecnicos asociados. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=tOpIv6sfaRAC&oi=fnd&pg=PR13&dq=estabilizacio+n+de+cimientos&ots=v39xfcl2Td&sig=k9oczD6cxqmFj7QB41uxoVllq9w#v=onepage&q=estabilizacio+n%20de%20cimientos&f=false>
- Geotecnia, C. T. (1998). *DOKUMEN*. Ntp 339.134 1999 Metodos Clasificacion Suelos SUCS: <https://dokumen.tips/documents/ntp-339134-1999-metodos-clasificacion-suelos-sucs.html>
- Geotecnia, C. T. (1999). *DOCZ*. NTP 339.128: <https://www.udocz.com/apuntes/26394/ntp-339-128-1999-suelos-metodo-de-ensayo-para-el-analisis-granulometrico>
- Geotecnia, C. T. (1999). *BAIZARDOC*. NTP 339.129: <https://baixardoc.com/preview/ntp-339129-limite-plastico-5c72fede4e556>
- Geotecnia, C. T. (1999). *PDFCOFFEE*. NTP 339.171 : <https://pdfcoffee.com/ntp-339-171-2-pdf-free.html>
- Gonzales, L. Q. (2017). *Determinación de la capacidad de carga en cimentaciones superficiales sobre bases estratificadas en suelos friccionales*. Santa Clara. <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/8693/TD%20Liset%20Quesada%20Gonz%C3%A1lez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gulsum, C. K. (2015). *Evaluación y rehabilitación del Cenab histórico dañado*. Turquía: Análisis de fallas de ingeniería. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.engfailanal.2015.08.015>
- Gutiérrez-Martin, J. P.-M. (2021). *Cálculo de micropilotes y anclajes para reforzar un talud en situaciones de emergencia: aplicación en Málaga, España*. Malaga: Geomatica, peligros naturales y riesgos. doi:<https://doi.org/10.1080/19475705.2021.1887373>
- ICG. (2018). *Norma Tecnica - E.050*. Lima. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf
- INGEOEXPERT. (2016). *INGEOEXPERT*. Causas de fallos en las cimentaciones: <https://ingeoexpert.com/articulo/causas-fallos-las-cimentaciones-desconocimiento-las-caracteristicas-intrinsecas-del-terreno/>
- J. Alarcón, M. J. (2020). Estabilización de suelos. *Revista ingeniería de construcción*. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732020000100005
- Louis Cereceda, M. S. (2018). *Restauracion de la iglesia de San Jerónimo*. España: CICOP.

- Mercedez, V. R. (2021). *Catedral de Beauvais. El hundimiento de las bóvedas del coro*. España: Universidad Politécnica de Madrid .
- Muñoz, B. T. (2020). *Aplicación de los métodos de decisión multicriterio a la ingeniería de la construcción*. España: Universidad de Cantabria.
- Peña, A. S. (Noviembre de 2005). Recomendaciones para obras Marítimas y Portuarias. (P. d. Estado, Ed.) <https://www.puertos.es/es-es/BibliotecaV2/ROM%200.5-05.pdf>
- Perú, B. C. (2020). *Arequipa: Síntesis de Actividad Económica*. Arequipa. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Arequipa/2020/sintesis-arequipa-03-2020.pdf>
- Perú, I. G. (2020). *Zonificación sísmica - geotécnica de Arequipa*. Arequipa. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/1327>
- Piqueras, D. V. (1 de junio de 2020). Materiales empleados en la inyección de terrenos. *Revista JCR*. poliBlogs: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2020/06/01/materiales-empleados-en-la-inyeccion-de-terrenos/>
- Piqueras, V. Y. (12 de FEBRERO de 2019). *poli(Blogs)*. (U. P. VALENCIA, Editor) <https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/02/12/que-son-los-micropilotes/>
- Ramirez, M. L. (2004). *El método de jerarquías analíticas de Saaty en la ponderación de variables*. Argentina: Universidad nacional del noreste.
- Ramírez, P. D. (2022). *Estudio Multicriterio de dos Tipologías Constructivas Ejecutadas en dos Obras Localizadas en Colombia y España*. Colombia: Universidad de Santander.
- Reimbert, M. (s.f.). *PRESIONES Y ASENTAMIENTOS DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES*. Barcelona: Ingenieurs Coseils. https://www.google.com.pe/books/edition/Presiones_y_asentamientos_de_las_cimenta/AQ09HYAMyywC?hl=es&gbpv=1&dq=cimentaciones&printsec=frontcover
- Rodríguez, F. J. (2017). *Análisis y Diseño de Cimentaciones Superficiales*. Distrito Federal, Mexico: Verano de la Ciencia. <https://n9.cl/c5h8z>
- Romero, L. S. (2021). *Análisis y Comparación del Diseño de la Cimentación de una Estructura con el Uso de Pilotes de Concreto y el Uso de Pilotes Metálicos*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/24494/1/VillaLiliana_2021_AnalisisDisenoCimentacion.pdf
- Salle, U. d. (2016). *Manual teórico-práctico de cimentaciones profundas*. Bogota, Colombia. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1205&context=ing_civill
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación* . Mexico: McGRAW-HILL.
- SENAMHI. (2022). *INFORME TÉCNICO: Análisis del periodo de lluvias*. Arequipa. <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/1226>

- Serquen, W. R. (2013). *Bearing Capacity of Soils*. ACADEMIA:
https://www.academia.edu/4403901/CAPACIDAD_PORTANTE_DE_LOS_SUELOS
- Shervin Zakeri, P. C. (2023). A decision analysis model for material selection using simple ranking process. *scientific reports*, 34. doi:10.1038/s41598-023-35405-z
- Spark, W. (04 de Abril de 2021). *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Pocsi*. Spark, Weather:
<https://es.weatherspark.com/y/25840/Clima-promedio-en-Pocsi-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Tamo, J. T. (17 de Junio de 2012). Ciborio: un monumento historico tradicional. *El Pueblo*, pág. A18.
- territorial, M. d. (1997). *Reglamento Colombiano de construcción*. Colombia: Direccion del sistema habitacional. <https://www.idrd.gov.co/sites/default/files/documentos/Construcciones/8titulo-hnsr-100.pdf>
- UNI. (2017). Seminario de Mecanica de Suelo. *Slideshare*. <https://es.slideshare.net/kendriksanpor/astm-designacin-d2435-80>
- V.Y.P. (2018). *Clasificación de los métodos de toma de decisión multicriterio*. Universidad Politecnica de Valencia. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2018/11/26/clasificacion-metodos-madm/>
- Vincent, J. M. (2019). *Micropilotes Inyectados*. Lima, Peru: Pilotes Terratest S.A.
http://www.terratest.cl/pdf/publicaciones/2000_Provial_Micropilotes_Inyectados_Fundacion_Puentes_jmfv.pdf
- Wang, Z. L. (2023). *Mejora de las propiedades geotécnicas del revoque blando estabilizado con polvo de hormigón celular esterilizado en autoclave: Evidencia experimental y micromecanismo*. Transporte Geotecnia.
- Y.P., V. (2020). *Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención*. España: Universitat Politècnica de València,. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/02/12/que-son-los-micropilotes/>
- Yepes Piqueras, V. (04 de Abril de 2019). Cimentaciones superficiales. València, València, España.
<https://riunet.upv.es/handle/10251/119156>
- Yepes, V. (2020). *Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención* (2a Edición ed.). España: Universitat Politècnica de Valencia.
- Zakeri, S. (2022). *Un modelo de análisis de decisiones para la selección de materiales utilizando un proceso de clasificación simple*. Scientific reports. <https://www.nature.com/articles/s41598-023-35405-z>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia	111
Anexo 2. Encuesta 1, Método multicriterio	112
Anexo 3. Encuesta 2, Método multicriterio	113
Anexo 4. Encuesta 3, Método multicriterio	114
Anexo 5. Encuesta 4, Método multicriterio	115
Anexo 6. Encuesta 5, Método multicriterio	116
Anexo 7. Encuesta 6, Método multicriterio	117
Anexo 8. Encuesta 7, Método multicriterio	118
Anexo 9. Encuesta 8, Método multicriterio	119
Anexo 10. Encuesta 9, Método multicriterio	120
Anexo 11. Encuesta 10, Método multicriterio.....	121
Anexo 12. Encuesta 11, Método multicriterio.....	122
Anexo 13. Encuesta 12, Método multicriterio	123
Anexo 14. Encuesta 13, Método multicriterio	124
Anexo 15. Encuesta 14, Método multicriterio	125
Anexo 16. Encuesta 15, Método multicriterio	126
Anexo 17. Encuesta 16, Método multicriterio	127
Anexo 18. Encuesta 17, Método multicriterio	128
Anexo 19. Encuesta 18, Método multicriterio	129
Anexo 20. Encuesta 19, Método multicriterio	130
Anexo 21. Encuesta 20, Método multicriterio	131
Anexo 22. Validación de encuesta 1.....	132
Anexo 23. Validación de encuesta 2.....	135
Anexo 24. Informe TECHALB – Ensayo Granulométrico (Calicata A).....	138
Anexo 25. Informe TECHLAB – Ensayo Límites de Atterberg (Calicata A)	139
Anexo 26. Informe TECHLAB – Clasificación SUCS (Calicata A).....	140
Anexo 27. Informe TECHLAB – Ensayo de Corte Directo (Calicata A)	141
Anexo 28. Informe TECHLAB – Ensayo de Consolidación (Calicata A).....	142
Anexo 29. Informe TECHLAB – Ensayo Granulométrico (Calicata B)	143
Anexo 30. Informe TECHLAB – Ensayo Límites de Atterberg (Calicata B)	144
Anexo 31. Informe TECHLAB – Clasificación SUCS (Calicata B).....	145
Anexo 32. Informe TECHLAB – Ensayo de Corte Directo (Calicata B).....	146

Anexo 33. Informe TECHLAB – Ensayo de Consolidación (Calicata B).....	147
Anexo 34. Plano de Catastro del templo ciborio	148
Anexo 35. Plano de Zonificación del templo ciborio	149
Anexo 36. Plano del templo ciborio de Pocsi en 3D	150

Anexo 1.

Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS AHP – TOPSIS EN LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL TEMPLO CIBORIO POCSI, AREQUIPA 2023						
AUTORES						
VALERIA FERNANDA MANRIQUE GOMEZ & MIGUEL ANGEL TAMO BARRIENTOS						
Problema		Objetivos		Hipótesis	Variable e indicadores	
Problema General		Objetivo General		Hipotesis General	Variable Independiente	
					Comportamiento geotecnico del suelo	
					Dimensiones	Indicadores
¿De qué manera el análisis del comportamiento geotécnico del suelo estabilizara estructuralmente el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023?	Analizar el comportamiento geotécnico del suelo en la estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	Analizar el comportamiento geotécnico del suelo no estabilizara la estructura del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	Analizar el comportamiento geotécnico del suelo no estabilizara la estructura del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	Estudio de Suelo	Análisis granulométrico	Límites de atterberg
					Capacidad portante del suelo	Corte directo
Problema Especifico		Objetivo Especifico		Hipótesis Especifico		Variable Dependiente
					Estabilizacion estructural	
					Dimensiones	Indicadores
¿De qué manera el comportamiento geotécnico del suelo se relaciona con la interacción suelo estructura del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023?	Determinar como el comportamiento geotécnico del suelo se relaciona con la interacción suelo estructura del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	El comportamiento geotécnico del suelo si se relaciona con la interacción suelo estructura para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	El comportamiento geotécnico del suelo si se relaciona con la interacción suelo estructura para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	Interaccion del suelo	Medicion de asentamiento actual	Medicion de asentamiento posterior
					Elemento de estabilizacion estructural	Inyeccion de concreto
¿Cómo el determinar multicriterio en la elección del elemento de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023?	Determinar multicriterio en la elección del elemento de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	Los multicriterios concretaron la elección del elemento de estabilización estructural para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	Los multicriterios concretaron la elección del elemento de estabilización estructural para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	Elemento de estabilizacion estructural		
¿De qué manera el comportamiento geotécnico del suelo se relaciona con los elementos de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023?	Determinar como el comportamiento geotécnico del suelo se relaciona con los elementos de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	El comportamiento geotécnico del suelo si se relaciona con los elementos de estabilización estructural para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	El comportamiento geotécnico del suelo si se relaciona con los elementos de estabilización estructural para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023		Elemento de estabilizacion estructural	
¿Cuál es el diseño de la mejor alternativa de elemento de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023?	Diseñar la mejora alternativa de elemento de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	Los micropilotes son la mejor alternativa de elemento de estabilización estructural para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	Los micropilotes son la mejor alternativa de elemento de estabilización estructural para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	Elemento de estabilizacion estructural		
¿Cuál es la mejor alternativa del costo beneficio del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023?	Comparar el costo beneficio de estabilización estructural del templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	Los micropilotes son más costosos que las inyecciones de concreto para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023	Los micropilotes son más costosos que las inyecciones de concreto para el templo ciborio Pocsi, Arequipa 2023		Costo - Beneficio	

Nota: Elaboración de autores

Anexo 2.

Encuesta 1, Método multicriterio

TESIS: " ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tamo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

RICHER VILCA BALDARRAGO

Sexo *

Femenino
 Masculino

Edad *

35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *

Ing. Civil

Grado *

Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 100 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos; para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres
Ciborio: Cupula o altar mayor de iglesia.
Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.
Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Igual de importante	1	Compara: Capacidad Portante VS. Precio
Ligeramente más importante	2	
Notablemente más importante	3	
Demostablemente más importante	7	
Absolutamente más importante	10	

Resultado:
El elemento es más importante que [2]

Interfaz:
La capacidad portante es ligeramente más importante que el precio

Nota:
El valor se elige según el nivel de importancia que decida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad Portante VS. Precio

5 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Invasivo

7 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Durabilidad

7 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

7 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Invasivo

5 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Durabilidad

5 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Tiempo de instalación

5 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Durabilidad

7 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Tiempo de instalación

7 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Durabilidad VS. Tiempo de instalación

7 ▾

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sustentar *

INYECCIONES DE CONCRETO, POR NO INVASIVO Y TIEMPO

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

INYECCION DE CONCRETO.

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 3.

Encuesta 2, Método multicriterio

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tamo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

Milton José Yauri Velásquez

Sexo *

Femenino
 Masculino

Edad *

35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *

Ing. Civil

Grado *

Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos; para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres

Cibono: Cupula o altar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Igual de importante	1
Ligeramente más importante	2
Notablemente más importante	3
Desmedidamente más importante	4
Absolutamente más importante	5

Consignas: Capacidad Portante VS. Precio

Resumen:

Lectura: La capacidad portante es ligeramente más importante que el precio

Nota: El valor se asigna según el nivel de importancia que decide.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad Portante VS. Precio

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Invasivo

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Tiempo de instalación

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Durabilidad

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Tiempo de instalación

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Durabilidad VS. Tiempo de instalación

3

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sustentar *

Micropilotes, ya que la instalación tiene un proceso constructivo menos complicado

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

Losa de cimentación

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 4.

Encuesta 3, Método multicriterio

TESIS: " ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Mantique Gómez
Miguel Angel Tambo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

Wilber Jhon Magaña Fernandez

Sexo *

Femenino

Masculino

Edad *

35-45

46-55

56-65

65 a más

Carrera *

Ing. Civil

Grado *

Titulado y Colegiado

Mg., Dr. Otros

TESIS: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos, para plantear una solución viable es necesario evaluar que criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres

Ciborio: Capilla o altar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Level de importancia	1	Categoría:	Capacidad Portante VS. Precio
Ligeramente más importante	3		
Probablemente más importante	5		
Definitivamente más importante	7		
Abundantemente más importante	9		

Resultado:
El **Capacidad Portante** es más importante que el **Precio**

Lectura:
La capacidad portante es ligeramente más importante que el precio

Nota:
El valor se elige según el nivel de importancia que desicís.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad Portante VS. Precio

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Invasivo

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Durabilidad

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Tiempo de instalación

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Durabilidad VS. Tiempo de instalación

7

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sientenla

Los micropilotes es una alternativa muy buena, la resistencia de fricción que ofrece la arena contra la superficie del pilote hace que controlen los asentamientos.

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

El más común es ampliar la cimentación.

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 5.

Encuesta 4, Método multicriterio

TESIS: " ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tamo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que lleses este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

Teresa Zavala Contreras

Sexo *

Femenino
 Masculino

Edad *

35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *

Ing. Civil

Grado *

Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos, para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo mas adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL Arcillas inorgánicas de bajo a medio plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres
Ciborio: Cupula o altar mayor de iglesia.
Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.
Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Igual de importante	1
Levemente mas importante	2
Notablemente mas importante	3
Considerablemente mas importante	4
Absolutamente mas importante	5

Consigna: Capacidad Portante VS. Precio

Resultado:
El **Capacidad Portante** es **mas importante** que el **Precio**

Lectura:
La **capacidad portante** es **igualmente mas importante** que el **precio**

Nota:
El valor se elige según el nivel de importancia que desida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Capacidad Portante VS. Precio

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Capacidad portante VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Capacidad portante VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Precio VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Precio VS. Durabilidad

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Precio VS. Tiempo de instalación

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Invasivo VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Invasivo VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Durabilidad VS. Tiempo de instalación

7

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sustentar *

Micropilotes

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

Plata

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 6.

Encuesta 5, Método multicriterio

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tano Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que lletes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

Fredy Reyes

Sexo *

- Femenino
 Masculino

Edad *

- 35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *

- Ing. Civil

Grado *

- Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos; para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres

Cobro: Cupula o altar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Igual de importante	1	Completar	Capacidad Portante VS. Precio
Ligeramente más importante	2		
Notablemente más importante	3		
Decisivamente más importante	4		
Absolutamente más importante	5		

Resultado: El ligeros es más importante que el precio

Nota: El valor se elige según el nivel de importancia que desicla.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad Portante VS. Precio

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Durabilidad VS. Tiempo de instalación

5

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sustentar *

Constructivamente es más sencillo hacer inyecciones de concreto sobre una estructura ya construida.

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

Realizar una inyección con polímero que hace el mismo efecto que la inyección de concreto.

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 7.

Encuesta 6, Método multicriterio

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tamo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

Lucas Vozi

Sexo *

Femenino
 Masculino

Edad *

35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *

Ing. Civil

Grado *

Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos, para planificar una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres

Ciborio: Capilla o altar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Absolutamente importante	5	Combinar: Capacidad Portante VS. Precio Capacidad Portante VS. Invasivo
Importante	4	
Neutralmente importante	3	
Desdramáticamente importante	2	
Absolutamente no importante	1	

Resumen:
Elige **4** ligeramente es más importante que **3**

Nota:
La capacidad portante es ligeramente más importante que el precio.

Nota:
El valor se elige según el nivel de importancia que desida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad Portante VS. Precio

9 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Invasivo

7 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Durabilidad

9 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

7 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Invasivo

7 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Durabilidad

7 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Tiempo de instalación

9 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Durabilidad

9 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Tiempo de instalación

7 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Durabilidad VS. Tiempo de instalación

9 ▾

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Susentar *

Micropilotes

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

No he usado otro

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 8.

Encuesta 7, Método multicriterio

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tamo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

Jorge Francisco Henríquez Rojas

Sexo *

Femenino
 Masculino

Edad *

35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *

Ing. Civil

Grado *

Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 150 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos; para plantear una solución viable es necesario evaluar que criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres

Ciborio: Capilla o altar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Igual de importante	1	Comparar: Capacidad Portante VS. Precio
Igualmente más importante	2	
Notablemente más importante	3	
Extremadamente más importante	4	
Absolutamente más importante	5	

Resumen:
El **aportante** es más importante que el **precio**.

Lección:
La capacidad portante es igualmente más importante que el precio.

Nota:
El valor se elige según el nivel de importancia que decida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad Portante VS. Precio

5 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Invasivo

5 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Durabilidad

5 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

5 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Invasivo

5 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Durabilidad

5 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Tiempo de instalación

7 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Durabilidad

5 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Tiempo de instalación

7 ▾

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Durabilidad VS. Tiempo de instalación

7 ▾

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sustentar *

Depende del caso

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

Geocelidas

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 9.

Encuesta 8, Método multicriterio

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Marique Gómez
Miguel Angel Tamo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera serena y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

Edison Jesús Guerrero Mamani

Sexo *

- Femenino
 Masculino

Edad *

- 35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *

- Ing. Civil

Grado *

- Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos, para planificar una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grana, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres

Ciborio: Capilla o altar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Nivel de importancia	1	2	3	4	5
Igual de importante	1	2	3	4	5
Igualmente más importante	1	2	3	4	5
Muchos veces más importante	1	2	3	4	5
Extremadamente más importante	1	2	3	4	5
Absolutamente más importante	1	2	3	4	5

Resumen:

El **aportamiento** es más importante que el **precio**

Lectura:

La capacidad portante es **igualmente más importante** que el precio

Nota:

El valor se elige según el nivel de importancia que decida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad Portante VS. Precio

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Invasivo

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Invasivo

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Durabilidad

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Tiempo de instalación

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Durabilidad VS. Tiempo de instalación

7

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sustentar *

Dependiendo de las condiciones diseño y otras variables

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

Dependiente del análisis estructural y geotécnico correspondiente, análisis también la compatibilidad del comportamiento de elementos y estructuras

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 10.

Encuesta 9, Método multicriterio

TESIS: " ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tambo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

Matilde Garcia godos peñalosa

Sexo *

Femenino
 Masculino

Edad *

35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *

Ing. Civil

Grado *

Titulado y Colegado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos; para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres
Ciborio: Cupula o altar mayor de iglesia
Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.
Durabilidad: habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores	Criterios
1 Igual de importante	Capacidad Portante VS. Precio
2 Algo más importante	
3 Noablemente más importante	
4 Considerablemente más importante	
5 Absolutamente más importante	

Resumen:
El **Algo más importante que** **3**

Lectura:
La **capacidad portante** es **algo más importante que** el **precio**

Nota:
El valor se elige según el nivel de importancia que decida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad Portante VS. Precio

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Invasivo

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Invasivo

1

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Durabilidad

1

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Durabilidad

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Durabilidad VS. Tiempo de instalación

5

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sustentar *

Micropilotes

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

Inyecciones

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 11.

Encuesta 10, Método multicriterio

TESIS: " ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tambo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *
Ciro Italo Tito

Sexo *
 Femenino
 Masculino

Edad *
 35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *
 Ing. Civil

Grado *
 Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos, para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres
Ciborio: Cupula o altar mayor de iglesia.
Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.
Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Igual de importante	3	Completar: Capacidad Portante VS. Precio
Ligeramente más importante	5	
Noablemente más importante	7	
Abusivamente más importante	9	

Resultado:
El **aportamiento** es más importante que el **precio**

Lectura:
La capacidad portante es ligeramente más importante que el precio

Nota:
El valor se elige según el nivel de importancia que decida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad Portante VS. Precio

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Invasivo

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Invasivo

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Durabilidad

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Tiempo de instalación

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Durabilidad VS. Tiempo de instalación

9

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sustentar *

micropilotes, por que trabaja mejor con la estructura y trabaja por separado

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

geoceladas

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 12.

Encuesta 11, Método multicriterio

TESIS: " ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tamo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *
Antonio Chavez

Sexo *
 Femenino
 Masculino

Edad *
 35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *
 Ing. Civil

Grado *
 Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA. 2023

Situación: Se tiene una estructura con 169 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos, para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

Ciborio: Capilla o altar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:		Comparar:	
Igualmente importante	1	Capacidad Portante VS. Precio	
Significativamente más importante	3		
Modestamente más importante	5		
Demasiado más importante	7		
Extremadamente más importante	9		

Resumen:
El **Capacidad portante** es más importante que el **Precio**.

Lectura:
La capacidad portante es ligeramente más importante que el precio.

Nota:
El valor se elige según el nivel de importancia que desees.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad Portante VS. Precio

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Durabilidad VS. Tiempo de instalación

5

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sustentar

micropilotes

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

plata cimentación con vigas cimentación invertida

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 13.

Encuesta 12, Método multicriterio

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tambo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

Fabían Calcagno

Sexo *

- Femenino
 Masculino

Edad *

- 35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *

- Ing. Civil

Grado *

- Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos; para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres

Ciborio: Cupula o altar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Igual de importante	1	Comentarios: Capacidad Portante VS. Precio
Ligeramente más importante	2	
Notablemente más importante	3	
Demasiadamente más importante	4	
Absolutamente más importante	5	

Resumen:

1) **Igualmente es más importante que** (2)

Lectura:

La capacidad portante es ligeramente más importante que el precio

Nota:

El valor se elige según el nivel de importancia que decida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad Portante VS. Precio

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Invasivo

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Invasivo

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Durabilidad VS. Tiempo de instalación

9

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? **Sustentar**

Inyección

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

Ns/nc

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 14.

Encuesta 13, Método multicriterio

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tambo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que lenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

JORGE LUIS YAMUNAJE MIRANDA

Sexo *

Femenino

Masculino

Edad *

35-45

46-55

36-45

65 a más

Carrera *

Ing. Civil

Grado *

Titulado y Colegiado

Mg., Dr., Otros

TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos, para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas gubios.

Coborio: Capilla o altar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Igual de importante	1	Comprende: Capacidad Portante VS. Precio
Diferencia de poca importancia	3	
Notablemente más importante	5	
Por completo más importante	7	
Absolutamente más importante	9	

Resumen:
El **Aglomerado** es más importante que el **Jet**

Letras:
El **capacidad portante** es ligeramente más importante que el **precio**

Nota:
El valor se elige según el nivel de importancia que decida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad Portante VS. Precio

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Invasivo

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Durabilidad

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Invasivo

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Durabilidad

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Tiempo de instalación

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Durabilidad

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Durabilidad VS. Tiempo de instalación

7

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? **Sustentar**

Micropilotes, que consiste en ejecutar unas perforaciones de pequeño diámetro y gran profundidad con una maquinaria adecuada que taladra el terreno y coloque en su interior una armadura de acero. Esta técnica consolidará la estructura de cimentación y evitara posteriores asentamientos.

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

Podrían aplicarse inyecciones de Jet Grouting, a alta presión (aprox. 400 kg/cm²), de una lechada de cemento que rompe la estructura del suelo aglomerándose con él. Esta técnica solidificaría la estructura del cemento y evitaría asentamientos posteriores.

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 15.

Encuesta 14, Método multicriterio

TESIS: " ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tamo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar al título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

Luis Raygada

Sexo *

- Femenino
 Masculino

Edad *

- 35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *

- Ing. Civil

Grado *

- Titulado y Colegiado
 Mg. Dr. Otros

TESIS: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA, 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos, para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arcillosas, arcillas limosas, arcillas jobres.

Ciborio: Capúa o altar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Más importante	1	Compara: Capacidad Portante VS. Precio
Ligeramente más importante	2	
Notablemente más importante	3	
Extremadamente más importante	4	
Absolutamente más importante	5	

Resumen:

1) Ligeramente es más importante que 2)

Lectura:

La capacidad portante es ligeramente más importante que el precio

Nota:

El valor se elige según el nivel de importancia que decida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad Portante VS. Precio

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Durabilidad

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Durabilidad VS. Tiempo de instalación

7

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sustentar *

Si la obra ya está construida, puede resultar más factible y eficiente instalar micropilotes. Los micropilotes se inventaron para recalcar estructuras antiguas.

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

Conectar zapatas o ampliar tamaño de zapatas.

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 16.

Encuesta 15, Método multicriterio

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tamo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *
CARLOS ARCILA

Sexo *

Femenino
 Masculino

Edad *

35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *

Ing. Civil

Grado *

Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos, para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas póreas

Ciborio: Cupula o altar mayor de Iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Igual de importante	1
Ligeramente más importante	3
Notablemente más importante	5
Desdoblado más importante	7
Absolutamente más importante	9

Compara:
Capacidad Portante VS. Precio

Resultado:
1) **Capacidad portante es más importante que** 2)

Lectura:
La capacidad portante es ligeramente más importante que el precio

Nota:
El valor se elige según el nivel de importancia que decida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad Portante VS. Precio

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Invasivo

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Invasivo

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Durabilidad VS. Tiempo de instalación

7

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sustentar *

ME PARECE MÁS ADECUADO EL USO DE MICROPILOTES

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

micropilotes

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 17.

Encuesta 16, Método multicriterio

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tamo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *
Alejandro Chávez Dueñas

Sexo *

Femenino
 Masculino

Edad *

35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *

Ing. Civil

Grado *

Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos; para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo mas adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres
Ciborio: Capilla o altar mayor de Iglesia.
Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.
Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Igual de importante	1	Compara: Capacidad Portante VS. Precio
Ligeramente más importante	2	
Paralelamente más importante	3	
Decididamente más importante	4	
Abundantemente más importante	5	

Resumen:
El **2** ligeramente es más importante que el **3**

Lectura:
La capacidad portante es ligeramente más importante que el precio

Nota:
El valor se elige según el nivel de importancia que decida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Capacidad Portante VS. Precio

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Capacidad portante VS. Invasivo

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Capacidad portante VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Precio VS. Invasivo

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Precio VS. Durabilidad

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Precio VS. Tiempo de instalación

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Invasivo VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Invasivo VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o mas importante *
Durabilidad VS. Tiempo de instalación

5

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sostentar *

Detalla la obra: _____

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

Me abstengo: _____

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 18.

Encuesta 17, Método multicriterio

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tamo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agadecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *
Azhalea Ortiz

Sexo *

Femenino
 Masculino

Edad *

35-45
 46-55
 56-65
 65 a más

Carrera *

Ing. Civil

Grado *

Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos, para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres

Cobroto: Cupula o altar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Igual de importante	1	Criterios: Capacidad Portante VS. Precio
Ligeramente más importante	3	
Notablemente más importante	5	
Extremadamente más importante	9	

Resumen:
El **Capacidad Portante** es **ligeramente más importante** que el **Precio**

Lectura:
La **capacidad portante** es **ligeramente más importante** que el **precio**

Nota:
El valor se elige según el nivel de importancia que decida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad Portante VS. Precio

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Invasivo

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Tiempo de instalación

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Durabilidad VS. Tiempo de instalación

9

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? **Sustentar**

micropilotes porque tienes más control sobre materiales y calidad

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

micropilotes

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 19.

Encuesta 18, Método multicriterio

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Menique Gómez
Miguel Angel Tamo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

José Pablo Aguiar Moya

Sexo *

Femenino

Masculino

Edad *

35-45

46-55

56-65

65 a más

Carrera *

Ing. Civil

Grado *

Titulado y Colegiado

Mg., Dr., Otros

TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos, para plantear una solución viable es necesario evaluar que criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres

Ciborio: Capata o ahar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Igual de importante	1	Combinar: Capacidad Portante VS. Precio
Ligeramente más importante	3	
Modestamente más importante	5	
Enorme o notablemente más importante	7	
Extremadamente más importante	9	

Resultado: El **Capacidad Portante** es más importante que el **Precio**

Nota: El valor se elige según el nivel de importancia que decida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad Portante VS. Precio

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Durabilidad

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Tiempo de instalación

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Tiempo de instalación

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Durabilidad VS. Tiempo de instalación

7

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sustentar *

Me disculpo pero no tengo conocimiento de la estructura a que se hace referencia

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

Me disculpo pero no tengo conocimiento de la estructura a que se hace referencia

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 20.

Encuesta 19, Método multicriterio

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Marique Gómez
Miguel Angel Tamo Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

Paul Garnica Anguas

Sexo *

- Femenino
 Masculino

Edad *

- 35-43
 45-55
 56-65
 65 o más

Carrera *

- Ing. Civil

Grado *

- Titulado y Colegiado
 Mg., Dr., Otros

TESIS: ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCASI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 100 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos; para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.

Cibores: Capúta o altar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:

Igual de importante	1
ligeramente más importante	2
Mediamente más importante	3
Considerablemente más importante	4
Absolutamente más importante	5

Comparo:

Capacidad Portante VS. Precio

7 6 5 4 3 2 1

Resumen:

El **Capacidad portante** es **ligeramente más importante** que el **Precio**.

Lectura:

La **capacidad portante** es **ligeramente más importante** que el **precio**.

Nota:

El valor se elige según el nivel de importancia que decida.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad Portante VS. Precio

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Invasivo

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Durabilidad

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Precio VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Invasivo VS. Tiempo de instalación

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *
Durabilidad VS. Tiempo de instalación

7

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? **Sustentar**

Depende del tipo de cimentación actual, si es una losa, mejor inyecciones.

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

Jet Grouting

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 21.

Encuesta 20, Método multicriterio

TESIS: "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023"

Hola!
Somos:
Valeria Manrique Gómez
Miguel Angel Tamio Barrientos

Estamos desarrollando en esta oportunidad nuestra tesis para optar el título profesional de Ing. Civil en la Universidad de San Martín de Porres. Te pedimos por favor que llenes este cuestionario de manera seria y responsable.

Agradecemos de antemano tu apoyo 🙏

Nombre y Apellido *

Juan Córdova

Sexo *

Femenino

Masculino

Edad *

35-45

46-55

56-65

65 a más

Carrera *

Ing. Civil

Grado *

Titulado y Colegiado

Mg., Dr., Otros

TESIS: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA 2023

Situación: Se tiene una estructura con 109 años de antigüedad, que actualmente muestra un comportamiento geotécnico no adecuado demostrando asentamiento en sus cimientos, para plantear una solución viable es necesario evaluar qué criterios son los más importantes a la hora de elegir el elemento de refuerzo más adecuado para los cimientos.

Tipo de suelo: CL, Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres

Ciborio: Cupula o altar mayor de iglesia.

Invasivo: Que invade o tiene capacidad para invadir.

Durabilidad: Habilidad para resistir la acción del tiempo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro.

Ejemplo de lectura

Valores:		
Igual de importante	1	Combinar: Capacidad portante (C), Precio (P)
Superiormente más importante	3	
Indistintamente más importante	5	
Demostriablemente más importante	7	
Absolutamente más importante	9	

Resumen:
El **Capacidad portante** es **lo más importante** que **Precio**

Entrar:
El **Capacidad portante** es **lo más importante** que el **Precio**

Nota:
El valor se elige según el nivel de importancia que desee.

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad Portante VS. Precio

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Invasivo

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Durabilidad

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Capacidad portante VS. Tiempo de instalación

9

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Invasivo

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Durabilidad

5

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Precio VS. Tiempo de instalación

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Durabilidad

3

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Invasivo VS. Tiempo de instalación

7

Según su criterio, indicar cuál de los dos criterios es menos importante o más importante *

Durabilidad VS. Tiempo de instalación

7

Según su experiencia ¿Es mejor el uso de micropilotes o inyecciones de concreto para esta estructura? Sustentar *

Micropilotes

Según su experiencia ¿Qué otro elemento de refuerzo considera mejor para esta situación? *

Plataes combinadas

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Nota: Elaboración de autores

Anexo 22.

Validación de encuesta 1



CARTA DE PRESENTACION

Señora: Ing. Milagros Díaz Cárdenas

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle un cordial saludo y así mismo hacer de su conocimiento que estamos desarrollando nuestra tesis para obtener el título profesional de ingenieros civiles en la Universidad de San Martín de Porres, Arequipa, Arequipa, por ello requerimos validar el instrumento con el cual se recolectó la información necesaria para desarrollar nuestro trabajo de investigación.

El título del proyecto de investigación es: "Análisis del comportamiento geotécnico del suelo a partir de multicriterios para la estabilización estructural del caso estudio templo-ciborio del distrito de Pocsi, provincia y departamento de Arequipa" y siendo imprescindible contar con la aprobación de profesionales especializados para poder aplicar el instrumento de validación en mención, hoy hemos considerado conveniente recurrir a usted, antes su connotada experiencia.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Matriz de consistencia del proyecto
- Talonario de encuesta realizada

Aprovechamos la ocasión para agradecerle el interés y el tiempo empleado en esta validación. Quedamos a la espera de su respuesta y le mandamos un cordial saludo.

Atentamente,



Firma de tesista
Valeria Manrique Gómez
DNI: 70320770



Firma de tesista
Miguel Tamo Barrantes
DNI: 71862108

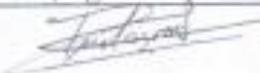
Nota: Elaboración de autores

INSTRUMENTO DE VALIDACION

Unidad de análisis	Estrategias	Programa	Indicador	Ejemplo de las respuestas			Ejemplos de evaluación								
				Siempre	Frecuente	Rara	Existencia del elemento de la respuesta		Relevancia para el programa y el indicador		Relación entre la información programada y el indicador		La información es clara, precisa y comprensible		
Estrategias de enseñanza		1.- Según su criterio, indicar cuál de las diez estrategias de enseñanza a más importancia le otorgaría (Puntaje VS, Precisión) 2.- Según su criterio, indicar cuál de las diez estrategias de enseñanza a más importancia le otorgaría (Puntaje VS, Precisión) 3.- Según su criterio, indicar cuál de las diez estrategias de enseñanza a más importancia le otorgaría (Puntaje VS, Precisión) 4.- Según su criterio, indicar cuál de las diez estrategias de enseñanza a más importancia le otorgaría (Puntaje VS, Precisión) 5.- Según su criterio, indicar cuál de las diez estrategias de enseñanza a más importancia le otorgaría (Puntaje VS, Precisión) 6.- Según su criterio, indicar cuál de las diez estrategias de enseñanza a más importancia le otorgaría (Puntaje VS, Precisión) 7.- Según su criterio, indicar cuál de las diez estrategias de enseñanza a más importancia le otorgaría (Puntaje VS, Precisión) 8.- Según su criterio, indicar cuál de las diez estrategias de enseñanza a más importancia le otorgaría (Puntaje VS, Precisión)	Grado según importancia asignada a las estrategias de enseñanza y a los indicadores más importantes. Grado según importancia asignada a las estrategias de enseñanza y a los indicadores más importantes. Grado según importancia asignada a las estrategias de enseñanza y a los indicadores más importantes. Grado según importancia asignada a las estrategias de enseñanza y a los indicadores más importantes. Grado según importancia asignada a las estrategias de enseñanza y a los indicadores más importantes. Grado según importancia asignada a las estrategias de enseñanza y a los indicadores más importantes. Grado según importancia asignada a las estrategias de enseñanza y a los indicadores más importantes. Grado según importancia asignada a las estrategias de enseñanza y a los indicadores más importantes.	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
				✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
				✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
				✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
				✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
				✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
				✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
				✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
				✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
				✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
				✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
				✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Nota: Elaboración de autores

VALIDACIÓN

Dirigido a:	Ing. Milagros Díaz Cárdenas			
Criterios	Apreciación			
	Excelente	Buena	Regular	Deficiente
Presentación del instrumento	✓			
Claridad en la redacción de las preguntas e indicadores	✓			
Relevancia del contenido	✓			
Facilidad de la aplicación	✓			
Observación:				
Validado por	Ing. Milagros Díaz Cárdenas			
Profesión	Ing. Civil			
Lugar de trabajo	USMP - FS			
Fecha de Validación	Agosto 2023			
Firma				

Nota: Elaboración de autores

Anexo 23.

Validación de encuesta 2

**USMP**
UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES

CARTA DE PRESENTACION

Señora: Mg. Ing Luz Matilde García Godos Peñaloza

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle un cordial saludo y así mismo hacer de su conocimiento que estamos desarrollando nuestra tesis para obtener el título profesional de ingenieros civiles en la Universidad de San Martín de Porres, Arequipa, Arequipa, por ello requerimos validar el instrumento con el cual se recolectó la información necesaria para desarrollar nuestro trabajo de investigación.

El título del proyecto de investigación es: "Análisis del comportamiento geotécnico del suelo a partir de multicriterios para la estabilización estructural del caso estudio templo-ciborio del distrito de Pocsí, provincia y departamento de Arequipa" y siendo imprescindible contar con la aprobación de profesionales especializados para poder aplicar el instrumento de validación en mención, hoy hemos considerado conveniente recurrir a usted, antes su connotada experiencia.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Matriz de consistencia del proyecto
- Talonario de encuesta realizada

Aprovechamos la ocasión para agradecerle el interés y el tiempo empleado en esta validación. Quedamos a la espera de su respuesta y le mandamos un cordial saludo.

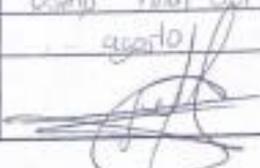
Atentamente,


Firma de tesisista
Valena Mannique Gómez
DNI: 70320770


Firma de tesisista
Miguel Tamo Barrientos
DNI: 71862108

Nota: Elaboración de autores

VALIDACIÓN

Dirigido a	Mg. Luz Matilde García Godas Peñalosa			
Criterios	Apreciación			
	Excelente	Buena	Regular	Deficiente
Presentación del Instrumento	✓			
Claridad en la redacción de las preguntas e indicadores	✓			
Relevancia del contenido	✓			
Facilidad de la aplicación	✓			
Observación:				
Validado por	Matilde García Godas Peñalosa			
Profesión	Ing. Civil			
Lugar de trabajo	Usmp - Filial Sur			
Fecha de Validación	agosto			
Firma				

Nota: Elaboración de autores

Anexo 24.

Informe TECHALB – Ensayo Granulométrico (Calicata A)



TECHLAB
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Rev. 01-03/2017

INFORME DE ENSAYO
TL – EE – 062 - 2023

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 338.126, Revisada en 2014. SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico

F. Emisión: 1 Junio 2023

Página: 1 de 5

SOLICITANTE: VALERIA FERNANDA MANRIQUE GÓMEZ
MIGUEL ANGUEL TAMO BARRIENTOS

DIRECCION: URB. EL BUEN PASTOR C-13 TAHUAYCANI, SACHACA
ASOC. LA MELGAR MZ. C. LT. 4, JBYR

PROYECTO: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

UBICACION: DISTRITO DE POCSI, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

RECEPCIONADO: Lunes, 30 de Mayo de 2023

ANALIZADO: miércoles, 1 de Junio de 2023

CODIGO INTERNO: -

CALICATA: A

NIVEL FREATICO (m): SP

PROF. TOTAL (m): 2.00

TIPO DE MUESTRA: Suelo

CONDICION DE LA MUESTRA: Inalterado

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	SURETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
3"	75	0	0.00	0.00	100.00
2"	50	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0	0.00	0.00	100.00
1"	25	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	13	1.13	1.13	98.87
3/8"	9.5	28	2.44	3.57	96.43
Nº 4	4.75	129	11.22	14.70	85.21
Nº 8	2.35	15.58	1.36	16.14	83.66
Nº 10	2	18.99	1.48	17.62	82.38
Nº 16	1.19	16.62	1.40	19.08	80.92
Nº 30	0.59	41.44	3.60	22.69	77.31
Nº 40	0.425	23.26	2.02	24.71	75.29
Nº 50	0.297	26.03	2.26	26.98	73.02
Nº 100	0.149	69.7	6.06	33.04	66.96
Nº 200	0.075	182.1	15.84	48.88	51.12
FOLEO	0.00	587.7	51.12	100.00	0.00

DISTRIBUCION GRANULOMETRICA

%GRAVA	% GG	1.13
	% GF	13.06
	% AG	2.83
	% AM	7.09
%ARENA	% AF	24.17
	% FINOS	51.12
Tamaño Máximo (de la grava (pulg.))	3/4"	-
Forma del suelo grueso		-
Porcentaje retenido en la 3"		0.00
Abertura del pasante del 10% (D10)		0.01
Abertura del pasante del 30% (D30)		0.04
Abertura del pasante del 60% (D60)		0.12
Coefficiente de uniformidad (Cu)		7.94
Coefficiente de curvatura (Cc)		1.13





Observaciones: Muestra obtenida por el solicitante y analizada por el laboratorio TechLab.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de idoneidad de calidad de la entidad que los produce. Los resultados presentados en este informe concierne a la muestra ensayada.
Este documento prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de TechLab. Cualquier infracción o uso no autorizado del presente documento le perjudicará.
El Normativo no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarada en este documento.



Nota: Elaboración de autores

Anexo 25.

Informe TECHLAB – Ensayo Límites de Atterberg (Calicata A)



TECHLAB

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONTRUCCION, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rev. 01-03/2017

INFORME DE ENSAYO
TL – EE – 062 - 2023

ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

NTP 338 129, Revisada en 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

F. Emisión: 1 Junio 2023
Página: 2 de 5

SOLICITANTE: VALERIA FERNANDA MANRIQUE GÓMEZ
MIGUEL ANGUEL TAMO BARRIENTOS

DIRECCION: URB. EL BUEN PASTOR C-13 TAHUAYCANI, SACHACA

PROYECTO: ASOC. LA MELGAR MZ. C. LT. 4, JBYR

UBICACIÓN: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

RECEPCIONADO: lunes, 30 de Mayo de 2023

ANALIZADO: miércoles, 1 de Junio de 2023

CODIGO INTERNO: -

CALICATA: A

MUESTRA: 1

PROFUNDIDAD (m): 2.00

TIPO DE MUESTRA: Suelo

CONDICION DE LA MUESTRA: Inalterado

Proceso de selección: Pasante N°40

% Retenido N° 40: 2.02%

Muestra seca al: Horno

Procedimiento empleado: Multipunto

Método de preparación: Húmedo

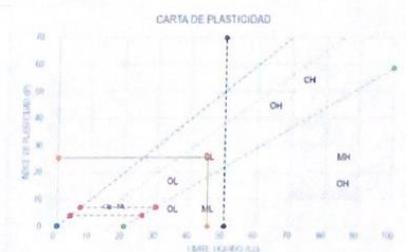
Descripción del material (Descripción visual – manual, Muestra de color Marrón Verdoso Oscuro (Húmedo))

DESCRIPCIÓN	UNID.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
Masa de suelo húmedo + tara	g.	42.69	51.23	57.46	68.45	69.14	68.07
Masa de suelo seco + tara	g.	36.23	43.45	48.97	61.04	62.45	60.24
Masa de tara	g.	22.46	24.17	22.32	22.46	24.17	22.32
Masa de agua empleada	g.	6.66	7.78	8.49	7.44	6.69	8.33
Contenido de humedad	%	48.37	40.35	31.86	-	-	-
Número de Golpes	-	27	30	34	-	-	-

GRÁFICA DE LÍMITE LÍQUIDO



CARTA DE PLASTICIDAD



RESULTADOS	
Límite Líquido:	45.04
Límite Plástico:	19.58
Índice de Plasticidad:	25.46

Observaciones: Muestra obtenida por el solicitante y analizada por el laboratorio TechLab.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de TechLab. Cualquier emienda y corrección en el contenido del presente documento lo anula.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



Av. Daniel Alcides Carrión n° 245 Int. 1 Urb. Arquitectos – J.L. y Rivera – Arequipa – Atención: 220 a 1:00 p.m. y 2:30 a 5:00 p.m. de Lunes a Viernes y Sábados de 9:00 a 2:00 p.m.

Nota: Elaboración de autores

Anexo 26.

Informe TECHLAB – Clasificación SUCS (Calicata A)



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONTRUCCION, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rev. 01-03/2017

INFORME DE ENSAYO
TL – EE – 062 - 2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITO DE INGENIERÍA

NTP 339.134.1999, Revisada en 2014, SUELOS Método para la clasificación de suelos con propósito de Ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)

F. Emisión: 1 Junio 2023
Página: 3 de 5

SOLICITANTE: VALERIA FERNANDA MANRIQUE GÓMEZ
MIGUEL ANGUEL TAMO BARRIENTOS

DIRECCION: URB. EL BUEN PASTOR C-13 TAHUAYCANI, SACHACA
ASOC. LA MELGAR MZ. C. LT. 4, JBYR

PROYECTO: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

UBICACIÓN: DISTRITO DE POCSI, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

RECEPCIONADO: lunes, 30 de Mayo de 2023

ANALIZADO: miércoles, 1 de Junio de 2023

CODIGO INTERNO: -

CALICATA: B

MUESTRA: 2

PROF. TOTAL (m): 2.00

TIPO DE MUESTRA: Suelo

CONDICION DE LA MUESTRA: Inalterado

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	% PASANTE ACUMULADO
3"	75	100.00
2"	50	100.00
1 1/2"	37.5	100.00
1"	25	100.00
3/4"	18	99.54
3/8"	9.5	96.36
N° 4	4.75	86.94
N° 8	2.36	85.38
N° 10	2	82.11
N° 16	1.19	80.19
N° 30	0.59	76.79
N° 40	0.425	73.48
N° 50	0.297	69.92
N° 100	0.149	65.13
N° 200	0.075	50.20
FONDO		0.00



DISTRIBUCIÓN GRANULOMETRICA	
%GRAVA	% GG 1.44
	% GF 11.80
%ARENA	% AG 4.86
	% AM 8.65
%FINOS	% AF 23.25
	50.20

LIMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (LL) (%)	43.82
Límite Plástico (LP) (%)	20.57
Índice de Plasticidad (%)	23.24

CLASIFICACION SUCS	
CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad

Observaciones: Muestra obtenida por el solicitante y analizada por el laboratorio TechLab.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está taxativamente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de TechLab. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



Av. Daniel Alcides Carrón N° 245 Int. 1 Urb. Arquitectos - O.L.B. y Rivera - Arequipa - Atención: 9:30 a 1:00 p.m. y 2:30 a 6:00 p.m. de Lunes a Viernes - Sábados de 9:00 a 1:00 p.m.

Nota: Elaboración de autores

Anexo 27.

Informe TECHLAB – Ensayo de Corte Directo (Calicata A)



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rev. 01-03/2017

INFORME DE ENSAYO
TL – EE – 062 - 2023

ENSAYO DE CORTE DIRECTO UU
ASTM D3080 - 72

F. Emisión: 1 Junio 2023
Página: 4 de 5

SOLICITANTE: VALERIA FERNANDA MANRIQUE GÓMEZ
DIRECCION: MIGUEL ANGUEL TAMO BARRIENTOS
URB. EL BUEN PASTOR C-13 TAHUAYCANI, SACHACA
PROYECTO: ASOC. LA MELGAR MZ. C. LT. 4, JBYR
ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE
MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-
CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
UBICACIÓN: DISTRITO DE POCSI, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: Lunes, 30 de Mayo de 2023
ANALIZADO: miércoles, 1 de Junio de 2023

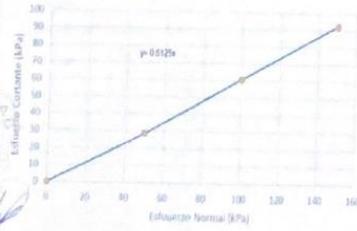
CODIGO INTERNO:	-	PROF. TOTAL (m):	2.00
CALICATA:	A	TIPO DE MUESTRA:	Suelo
MUESTRA:	1	CONDICION DE LA MUESTRA:	Inalterado

Peso de la muestra húmeda:	68.3 g.	Velocidad de ensayo:	0.8 mm/min
Peso de la muestra seca:	68.3 g.	Tipo de equipo: Corte Directo Residual	
Contenido de Humedad:	00.0%	Diámetro de la muestra:	6.18 cm
Espesor de la muestra:	2 cm	Forma del dispositivo de Corte: Redondo	

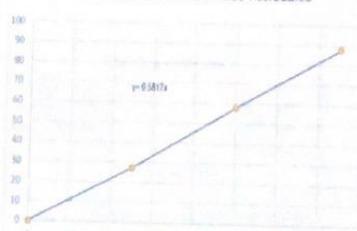
Descripción del material (Descripción visual-manual): Muestra de color marrón oscuro con presencia de limos, sin plasticidad

Muestra N°	Tipo de Muestra	Fuerza Normal (N)	Est. Normal (kPa)	Fuerza Cortante Pico (N)	Esf. Cortante Pico (kPa)	Fuerza Cortante Residual (N)	Esf. Cortante Residual (kPa)
1	Circular	150.00	50.00	87.10	29.00	81.50	27.20
2	Circular	300.10	100.00	182.60	60.90	174.20	58.10
3	Circular	450.00	150.00	278.10	92.70	264.10	88.00

Envolvente de Resistencias Picos



Envolvente de Resistencias Residuales



RESULTADOS DEL ENSAYO

Pendiente Pico:	0.61	Cohesion (kg/cm²):	0.25
Pendiente Residual:	0.58	φ de Fricción (°):	31.49°
Densidad Muestra (g/cm³):	1.14	φ de Fricción residual (°):	30.19°

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de TechLab. Cualquier enviando o comercio en el contenido del presente documento lo anula.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



Av. Daniel Abilés Carrion N° 245 P.O. 1175, Arquisentido - J.L.B. y Rivera - Arequipa - Atención: 7:00 a 1:00 p.m. y 2:30 a 6:00 p.m. día Lunes a Viernes y Sábados de 7:00 a 2:00 p.m.

Nota: Elaboración de autores

Anexo 29.

Informe TECHLAB – Ensayo Granulométrico (Calicata B)



TECHLAB
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Rev. 01-03/2017

INFORME DE ENSAYO
TL – EE – 062 - 2023

ENSAYO DE GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

NTP 339.128 Revisada en 2014, SUELOS, Método de ensayo para el análisis granulométrico

F. Emisión: 1 Junio 2023

Página: 1 de 5

SOLICITANTE:

VALERIA FERNANDA MANRIQUE GÓMEZ
MIGUEL ANGUEL TAMO BARRIENTOS

DIRECCION:

URB. EL BUEN PASTOR C-13 TAHUAYCANI, SACHACA
ASOC. LA MELGAR MZ. C. LT. 4, JBYR

PROYECTO:

ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DEL SUELO A PARTIR DE
MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACIÓN ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-
CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

UBICACIÓN:

DISTRITO DE POCSI, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

RECEPCIONADO:

lunes, 30 de Mayo de 2023

ANALIZADO:

miércoles, 1 de Junio de 2023

CODIGO INTERNO: -

CALICATA: B

NIVEL FREÁTICO (m): SP

PROF. TOTAL (m): 2.00

TIPO DE MUESTRA: Suelo

CONDICION DE LA MUESTRA: Inalterado

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	WRETENIDO (g)	WRETENIDO (%)	%RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO
3"	75	0	0.00	0.00	100.00
2"	50	0	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0	0.00	0.00	100.00
1"	25	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	17	1.44	1.44	98.56
3/8"	9.5	26	2.20	3.64	96.36
N° 4	4.76	111	9.40	13.04	86.96
N° 8	2.38	18.68	1.58	14.62	85.38
N° 10	2	38.68	3.27	17.89	82.11
N° 16	1.19	22.68	1.92	19.81	80.19
N° 30	0.59	40.13	3.40	23.21	76.79
N° 40	0.425	39.35	3.33	26.54	73.46
N° 50	0.297	41.79	3.54	30.08	69.92
N° 100	0.149	58.56	4.79	34.87	65.13
N° 200	0.075	178.31	14.93	49.80	50.20
FONDO	0.00	593.02	50.20	100.00	0.00

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

	% GG	% GF	% AG	% AM	% AF
%GRAVA	1.44	11.60	4.88	8.65	23.25
%ARENA	50.20	-	-	-	-
%FINOS	-	-	-	-	50.20
Tamaño Máximo de la grava (pulg.)	3/4"	-	-	-	-
Forma del suelo grueso	-	-	-	-	-
Porcentaje redonda en la 3"	0.00	-	-	-	-
Apertura del pasante del 10% (D10)	0.01	-	-	-	-
Apertura del pasante del 30% (D30)	0.04	-	-	-	-
Apertura del pasante del 60% (D60)	0.12	-	-	-	-
Coefficiente de uniformidad (Cu)	8.27	-	-	-	-
Coefficiente de curvatura (Cc)	1.09	-	-	-	-

CURVA GRANULOMÉTRICA





Observaciones: Muestra obtenida por el solicitante y analizada por el laboratorio TechLab

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una verificación de conformidad con normas de producto o como verificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra analizada.
 Está estrictamente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de TechLab. Cualquier uso indebido o corrupción en el contenido del presente documento, lo anula.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados obtenidos en este documento.



Av. Desiderio Acuña Carmona # 343 115, 117 y 119, Guayaquil - Ecuador - Teléfono: (059) 26 4 11 11 y 26 4 11 11 11
 E-mail: info@techlab.com.ec y ventas@techlab.com.ec

Nota: Elaboración de autores

Anexo 30.

Informe TECHLAB – Ensayo Límites de Atterberg (Calicata B)



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rev. 01-03/2017

INFORME DE ENSAYO
TL – EE – 062 - 2023

ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

NTP 208.108. Revisada en 2014. SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad

F. Emisión: 1 Junio 2023

Página: 2 de 5

SOLICITANTE: VALERIA FERNANDA MANRIQUE GÓMEZ
MIGUEL ANGUEL TAMO BARRIENTOS

DIRECCION: URB. EL BUEN PASTOR C-13 TAHUAYCANI, SACHACA
ASOC. LA MELGAR MZ. C. LT. 4, JBYR

PROYECTO: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

UBICACIÓN: DISTRITO DE POCSI, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

RECEPCIONADO: lunes, 30 de Mayo de 2023

ANALIZADO: miércoles, 1 de Junio de 2023

CODIGO INTERNO:	-	PROFUNDIDAD (m):	2.00
CALICATA:	B	TIPO DE MUESTRA:	Suelo
MUESTRA:	2	CONDICION DE LA MUESTRA:	Inalterado

Proceso de selección: Pasante N° 40 Procedimiento empleado: Multipunto
 % Retenido N° 40: 3.39% Método de preparación: Húmedo
 Muestra seca al: Horno

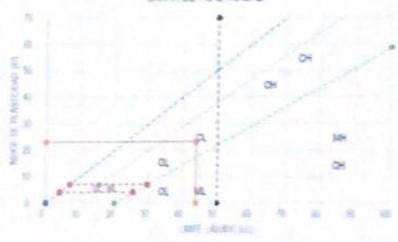
Descripción del material (Descripción visual – manual, Muestra de color Marrón Verdoso Oscuro (Húmedo))

DESCRIPCION	UNID.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
		ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3	ENSAYO 1	ENSAYO 2	ENSAYO 3
Masa de suelo húmedo + tara	g.	49.14	53.56	53.22	78.16	68.64	71.15
Masa de suelo seco + tara	g.	40.71	44.12	44.65	69.67	60.14	62.15
Masa de tara	g.	21.49	21.49	22.32	21.49	21.49	22.32
Masa de agua empleada	g.	8.43	9.44	8.57	8.29	8.5	9
Contenido de humedad	%	43.66	41.71	38.38	-	-	-
Número de Golpes	-	29	32	34	-	-	-

GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO



CARTA DE PLASTICIDAD



RESULTADOS	
Límite Líquido	43.62
Límite Plástico	20.57
Índice de Plasticidad	23.24

Observaciones: Muestra obtenida por el solicitante y analizada por el laboratorio TechLab.



Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está expresamente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de TechLab. Cualquier comentario o corrección en el contenido del presente documento lo avisa. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

Av. Daniel Alcides Cárdena N° 2484, Urb. Insurgentes - J.B.A. y Puno - Arequipa - Atención: 054 400 000 y 054 4 200 000. de lunes a viernes y sábados de 7:00 a 20:00 hrs.

Nota: Elaboración de autores

Anexo 31.

Informe TECHLAB – Clasificación SUCS (Calicata B)



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONTRUCCION, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rev. 01-03/2017

INFORME DE ENSAYO
TL – EE – 062 - 2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITO DE INGENIERÍA

NTP 339 134 1999. Revisada en 2014. SUELOS Método para la clasificación de suelos con propósito de Ingeniería (Sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)

F. Emisión: 1 Junio 2023

Página: 3 de 5

SOLICITANTE: VALERIA FERNANDA MANRIQUE GÓMEZ
MIGUEL ANGUEL TAMO BARRIENTOS

DIRECCION: URB. EL BUEN PASTOR C-13 TAHUAYCANI, SACHACA
ASOC. LA MELGAR MZ. C. LT. 4, JBYR

PROYECTO: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

UBICACIÓN: DISTRITO DE POCSI, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA

RECEPCIONADO: lunes, 30 de Mayo de 2023

ANALIZADO: miércoles, 1 de Junio de 2023

CODIGO INTERNO: -

CALICATA: B

MUESTRA: 2

PROF. TOTAL (m): 2.00

TIPO DE MUESTRA: Suelo

CONDICION DE LA MUESTRA: Inalterado

TAMIZ	DIAMETRO (mm)	% PASANTE ACUMULADO
3"	75	100.00
2"	50	100.00
1 1/2"	37.5	100.00
1"	25	100.00
3/4"	19	99.56
3/8"	9.5	96.36
N° 4	4.75	86.96
N° 8	2.36	85.38
N° 10	2	82.11
N° 18	1.19	80.19
N° 30	0.59	76.79
N° 40	0.425	73.46
N° 50	0.297	69.92
N° 100	0.149	65.13
N° 200	0.075	50.20
FONDO		0.00

DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA		
%GRAVA	% GG	1.44
	% GF	11.60
	% AG	4.86
%ARENA	% AM	6.65
	% AF	23.25
%FINOS		50.20
Tamaño Máximo de la grava	3/4"	
Forma del suelo grueso	-	
Porcentaje retenido en la 3"	0.00	
Apertura del pasante del 10%	0.01	
Apertura del pasante del 30%	0.04	
Apertura del pasante del 60%	0.12	
Coefficiente de uniformidad (Cu)	8.27	
Coefficiente de curvatura (Cc)	1.09	



LÍMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (LL) (%)	43.82
Límite Plástico (LP) (%)	20.57
Índice de Plasticidad (%)	23.24

CLASIFICACION SUCS	
CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad

Observaciones: Muestra obtenida por el solicitante y analizada por el laboratorio TechLab.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Esá terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de TechLab. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



Av. Daniel Alcides Carrión N° 145 Int. 1 Urb. Arquitectos - J.L.B. y Rivera - Arequipa - Atención: 930 6 100 000 y 230 6 100 000 de Lunes a Viernes y Sábados de 7:00 a 2:00 p.m.

Nota: Elaboración de autores

Anexo 32.

Informe TECHLAB – Ensayo de Corte Directo (Calicata B)



TECHLAB
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONTRUCCION, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rev. 01-03/2017

INFORME DE ENSAYO
TL – EE – 062 - 2023

ENSAYO DE CORTE DIRECTO UU
ASTM D3080 - 02

F. Emisión: 1 Junio 2023
Página: 4 de 5

SOLICITANTE: VALERIA FERNANDA MANRIQUE GÓMEZ
DIRECCION: MIGUEL ANGUEL TAMO BARRIENTOS
URB. EL BUEN PASTOR C-13 TAHUAYCANI, SACHACA
ASOC. LA MELGAR MZ. C. LT. 4, JBYR
PROYECTO: ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE
MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-
CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
UBICACIÓN: DISTRITO DE POCSI, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
RECEPCIONADO: lunes, 30 de Mayo de 2023
ANALIZADO: miércoles, 1 de Junio de 2023

CODIGO INTERNO: - **PROF. TOTAL (m):** 2.00
CALICATA: B **TIPO DE MUESTRA:** Suelo
MUESTRA: 2 **CONDICION DE LA MUESTRA:** Inalterado

Peso de la muestra húmeda: 68.3 g. Velocidad de ensayo: 0.8 mm/min
Peso de la muestra seca: 68.3 g. Tipo de equipo: Corte Directo Residual
Contenido de Humedad: 00.0% Diámetro de la muestra: 6.18 cm
Espesor de la muestra: 2 cm Forma del dispositivo de Corte: Redondo

Descripción del material (Descripción visual-manual): Muestra de color marrón oscuro con presencia de limos, sin plasticidad

Muestra N°	Tipo de Muestra	Fuerza Normal (N)	Est. Normal (kPa)	Fuerza Cortante Pico (N)	Est. Cortante Pico (kPa)	Fuerza Cortante Residual (N)	Est. Cortante Residual (kPa)
1	Circular	150.00	50.00	95.50	31.80	87.10	29.00
2	Circular	300.10	100.00	188.20	62.70	179.80	59.90
3	Circular	450.00	150.00	275.30	91.80	269.70	89.90

Envolvente de Resistencias Picos



Envolvente de Resistencias Residuales



RESULTADOS DEL ENSAYO			
Pendiente Pico	0.62	Cohesion (g/cm²)	0.27
Pendiente Residual	0.6	φ de Fricción (°)	31.71°
Densidad Muestra (g/cm³)	1.13	φ de Fricción residual (°)	30.67°

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de TechLab. Cualquier emienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.



Av. Daniel Almonacid Cárdena N° 245 Int. Urb. Arquitectos - J. L. B. y Rivera - Arequipa - Atención: 7 304 100 p.m. y 2130 a 6:00 p.m. de Lunes a Viernes y Salvo de 7 de 2 2017 p.m.

Nota: Elaboración de autores

Anexo 33.

Informe TECHLAB – Ensayo de Consolidación (Calicata B)



TECHLAB
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCION, SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Rev. 01-03/2017

INFORME DE ENSAYO
TL – EE – 062 - 2023

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN

ASTM D2435 Norma Estándar de ensayo para propiedades de consolidación unidimensional de arcillas

F. Emisión: 1 Junio 2023
Página: 5 de 6

SOLICITANTE:
DIRECCION:
PROYECTO:
UBICACIÓN:
RECEPCIONADO:
ANALIZADO:

VALERIA FERNANDA MANRIQUE GÓMEZ
MIGUEL ANGUEL TAMO BARRIENTOS
URB. EL BUEN PASTOR C-13 TAHUAYCANI, SACHACA
ASOC. LA MELGAR MZ C. LT. 4, JBYR
ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO GEOTECNICO DEL SUELO A PARTIR DE MULTICRITERIOS PARA LA ESTABILIZACION ESTRUCTURAL DEL CASO ESTUDIO TEMPLO-CIBORIO DEL DISTRITO DE POCSI PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
DISTRITO DE POCSI. PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE AREQUIPA
Lunes, 30 de Mayo de 2023
miércoles, 1 de Junio de 2023

CODIGO INTERNO: -
CALICATA: B
NIVEL FREATICO (m): 2

PROF. TOTAL (m): 2.00
TIPO DE MUESTRA: Suelo
CONDICION DE LA MUESTRA: Inalterado

Carga aplicada (kg/cm²)	Lectura Final (kg/cm²)	Altura del solo (cm)	Altura de vasos (cm)	Rebosen de vasos
0.000	0.000	2.000	1.597	0.789
0.100	0.187	1.833	1.430	0.723
0.200	0.154	1.946	1.643	0.728
0.400	0.145	1.855	1.852	0.732
0.800	0.201	1.789	1.796	0.709
1.600	0.424	1.578	1.573	0.621
3.200	0.456	1.544	1.541	0.609
6.400	0.567	1.430	1.430	0.565
3.200	0.581	1.419	1.416	0.559
1.600	0.594	1.406	1.403	0.554
0.800	0.638	1.394	1.391	0.550
0.400	0.618	1.381	1.378	0.544
0.200	0.636	1.364	1.361	0.538
0.100	0.651	1.349	1.346	0.532

Diámetro de anillo (C)	cm	6.000
Altura de anillo (H)	cm	2.000
% Anillo	gr	55.940
W. Sólida + P. arcilla	gr	328.130
Area	cm²	28.270

W. humedad Humedad + Recp.	gr	23.770
W. humedad Seca + Recp.	kg	0.178
Gravedad específica (G _s)	kg/cm³	2.500
Porcentaje de Humedad	%	11.900

Curva de Compresibilidad



Carga aplicada (kg/cm²)	Rebosen de vasos
0.000	0.789
0.100	0.723
0.200	0.728
0.400	0.732
0.800	0.709
1.600	0.621
3.200	0.609
6.400	0.565
3.200	0.559
1.600	0.554
0.800	0.550
0.400	0.544
0.200	0.538
0.100	0.532
0.000	0.000

Observaciones: Muestra obtenida por el solicitante y analizada por el laboratorio TechLab.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta terminación prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de TechLab. Cualquier omisión o corrección en el contenido del presente documento lo anula.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados declarados en este documento.

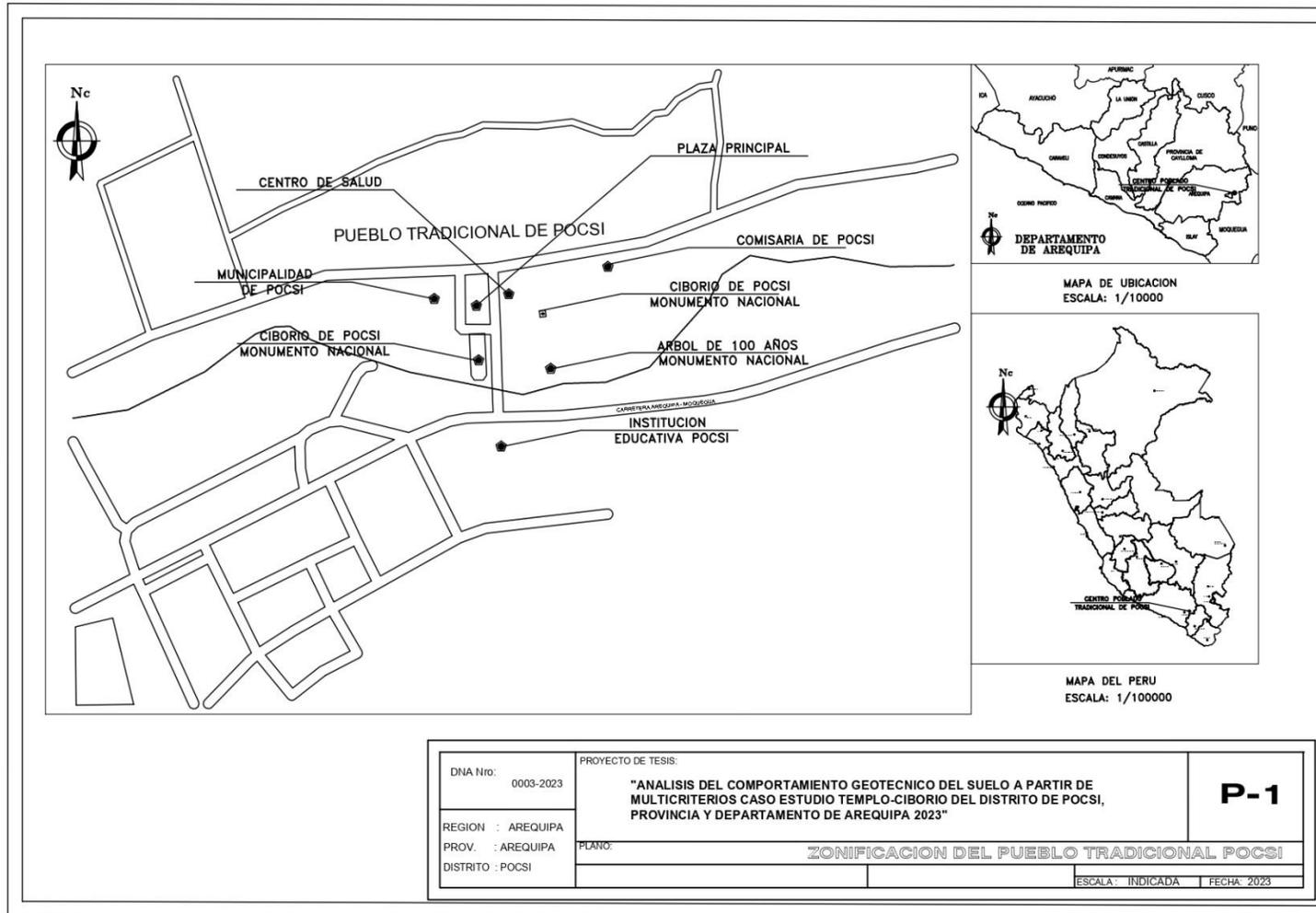


Av. Daniel Alcides Carrión s/n 345 Int. 14 Urb. Arquitectos - J.L.B. y Rivera - Arequipa - Atención: 7:30 a 1:00 p.m. y 3:30 a 6:00 p.m. de Lunes a Viernes y Sábados de 7:00 a 2:00 p.m.

Nota: Elaboración de autores

Anexo 35.

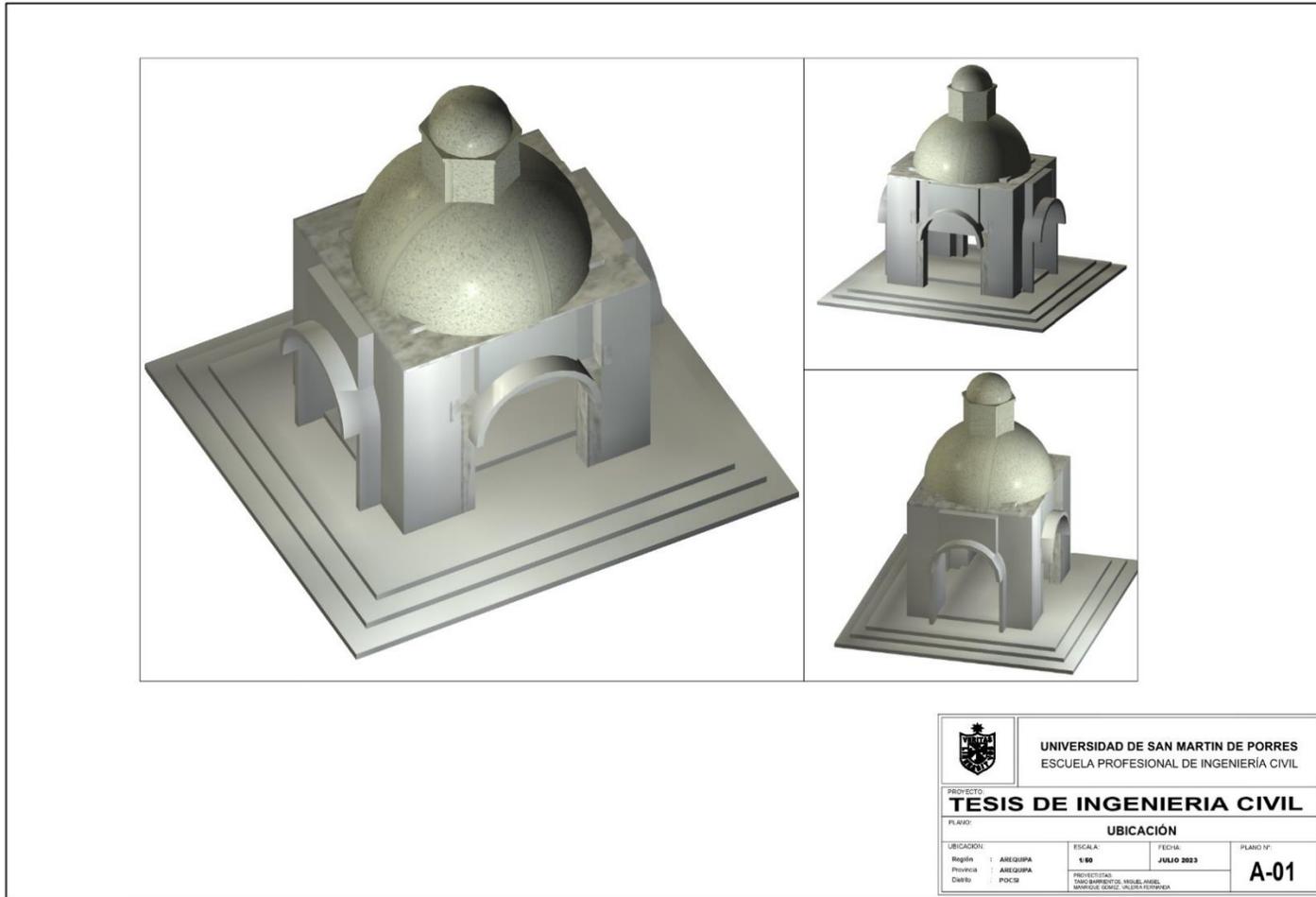
Plano de Zonificación del templo ciborio



Nota: Elaboración de autores

Anexo 36.

Plano del templo ciborio de Pócsi en 3D



Nota: Elaboración de autores

