



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES



**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES
PARA EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA EN SUELOS
COHESIVOS DE LA CIUDAD DE PUNO 2024**

TESIS PRESENTADA POR:
SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL
MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

JULIACA – PERÚ
2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

**ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES
PARA EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA EN SUELOS
COHESIVOS DE LA CIUDAD DE PUNO 2024**

TESIS PRESENTADA POR

SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

APROBADA POR

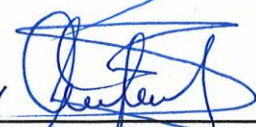
PRESIDENTE

:


Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

PRIMER MIEMBRO

:


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

SEGUNDO MIEMBRO

:


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

:


Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°0363-2025-D-EPG-UANCV/J

Juliaca, 17 de setiembre del 2025

VISTOS:

El expediente N° 2128 presentado por el (la) Bachiller: **SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI** quien solicita nominación de jurados, fecha y hora de sustentación de tesis, en la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez".

CONSIDERANDO:

Que, el (a) Bachiller: **SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI** con número de DNI 72471549 con número de matrícula 1710100435 ha solicitado asignación de jurados, Fecha y hora de sustentación de la Tesis Titulada: **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES PARA EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA EN SUELOS COHESIVOS DE LA CIUDAD DE PUNO 2024** para optar el GRADO de: **MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL** Mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES** de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez;

Que, de conformidad con lo previsto en el artículo 18° del Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, **COMITÉ DE INVESTIGACIÓN**;

Que, mediante Resolución N°992-2024 -USA-EPG/UANCV SE APRUEBA Y AUTORIZA LA EJECUCION DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACION y con Resolución N°2025-2024-USA-EPG/UANCV, se APRUEBA y AUTORIZA EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) Titulada: **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES PARA EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA EN SUELOS COHESIVOS DE LA CIUDAD DE PUNO 2024** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**;

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos en su artículo 28° **DE LA SUSTENTACIÓN**.

Y estando, la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y el Director de la Escuela de Posgrado mediante acta de sorteo de jurado, con registro N° 000258 de fecha: 16 de setiembre del 2025 se nomina jurados.

Que, conforme al artículo 66° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la Tesis de Posgrado es un trabajo de investigación científica original de actualidad y de alto valor científico;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el artículo 76° del Estatuto Universitario;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - DECLARAR APTO para la sustentación presencial del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN** (borrador de tesis), **TITULADO: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES PARA EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA EN SUELOS COHESIVOS DE LA CIUDAD DE PUNO 2024** del (la) Bach: **SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI**, para optar el GRADO de: **MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL** Mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO. - NOMINAR JURADOS para la sustentación presencial y defensa de la tesis a los siguientes docentes ordinarios:

Presidente	: Dr. OSCAR VICENTE VAMONTE CALLA
Primer miembro	: Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
Segundo miembro	: Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Asesor	: Dr. ARNALDO YANA TORRES

ARTÍCULO TERCERO. - PROGRAMAR FECHA Y HORA de sustentación como se detalla:

Fecha	: Lunes, 29 de setiembre del 2025
Hora	: 09:00 a.m..
Lugar	: Aula N°208 Centro Comercial N° 03 UANCV-JULIACA

ARTÍCULO CUARTO. - El Director de la Escuela de Posgrado queda encargado del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



TESIS UANCV



UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

ESCUELA DE POSGRADO



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 02025-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 20 de noviembre de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-012730 de fecha 10 de octubre de 2024, el (la) Bach. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI, con DNI N° 72471549, código de matrícula N° 1710100435, quien solicita Revisión de Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis); **INFORME N° 00932-2024-UI-EPG-UANCV** y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" del 15 de noviembre de 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N° 2024-012730 el (la) Bach. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI, solicita la revisión y aprobación del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) titulado: **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES PARA EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA EN SUELOS COHESIVOS DE LA CIUDAD DE PUNO 2024** Línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**, para optar el **GRADO** de **MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL**, mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión **FAVORABLE** al Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis).

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró el asesoramiento en el Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis) del **ASESOR Dr. ARNALDO YANA TORRES**; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según **INFORME N° 00932-2024-UI-EPG-UANCV** y el Anexo (04 o 05) "Ficha de Opinión del Informe Final de la Investigación (borrador de Tesis)" en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR EL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, titulado: **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES PARA EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA EN SUELOS COHESIVOS DE LA CIUDAD DE PUNO 2024** presentado por el (la) Bach. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RATIFICAR, como **ASESOR** al (a) Dr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO
Dr. Leopoldo Venceslao Condori Cari
DIRECTOR (e)



TESIS UANCV



UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

ESCUELA DE POSGRADO



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

OFICINA DE INVESTIGACIÓN



RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0992-2024-USA-EPG/UANCV

Juliaca, 25 de Julio de 2024

VISTOS:

El Expediente N° 2024-08410 de fecha 11 de julio de 2024, el (la) Bach. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI, con DNI N° 72471549, código de matrícula N° 1710100435, quien solicita Revisión de propuesta de Investigación; INFORME N° 00175-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" del 19 de julio de 2024, que fue revisada por el Comité de Investigación de la Escuela de Posgrado.

CONSIDERANDO:

Que, las Unidades de Investigación son unidades académicas que agrupan a docentes y estudiantes de diversas disciplinas, en razón del desarrollo de investigación científica, tecnológica y humanista de acuerdo al Estatuto Universitario Modificado 2020 de nuestra primera Casa Superior de Estudios.

Que, con Expediente N° 2024-08410 el (la) Bach. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI, solicita la revisión y aprobación de la propuesta de Investigación titulado: **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES PARA EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA EN SUELOS COHESIVOS DE LA CIUDAD DE PUNO 2024** Línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50, para optar el GRADO de MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL con mención en: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos plasmado en la Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R.

Que, el Comité de Investigación emitió su opinión **FAVORABLE** a la propuesta de investigación.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, corroboró la propuesta del **ASESOR** Mgtr.ARNALDO YANA TORRES, quien debe estar acreditado y facultado para orientar y ayudar al asesorado en el proceso de elaboración del trabajo de investigación (Tesis) de acuerdo a la DIRECTIVA N° 004-2019-UANCV-VRAD-OI; y,

Estando, la opinión favorable del Comité de Investigación, según INFORME N° 00175-2024-UI-EPG-UANCV y el Anexo (02 o 03) "Ficha de Opinión de la Propuesta de Investigación" en concordancia con el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos Resolución N° 0294-2023-UANCV-CU-R, de conformidad a lo que establece la Ley Universitaria N° 30220, Ley de Creación de la UANCV N° 23738 y Modificatoria N° 24661 y el Estatuto de la UANCV, que confiere facultades a la unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado.

SE RESUELVE:

ARTICULO PRIMERO.- APROBAR Y AUTORIZAR LA EJECUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, titulado: **ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES PARA EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA EN SUELOS COHESIVOS DE LA CIUDAD DE PUNO 2024** presentado por el (la) Bach. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI, en virtud de los considerandos expuestos.

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER, como **ASESOR** al Mgtr.ARNALDO YANA TORRES.

ARTICULO TERCERO. - DISPONER que la Escuela de Posgrado, la Secretaría Académica y administrativa, quedan encargados del cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, comuníquese y archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
ESCUELA DE POSGRADO
Dr. Leopoldo Wenceslao Condori Cari
DIRECTOR (e)

DISTRIBUCIÓN:
DIRECCIÓN EPG, INTERESADO.
ARCH. LWCC/cqm.



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES PARA EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA EN SUELOS COHESIVOS DE LA CIUDAD DE PUNO 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

3%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.uancv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

repositorio.ujcm.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

5

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

6

docplayer.es

Fuente de Internet

<1%

7

www.repositorio.usac.edu.gt

Fuente de Internet

<1%

8

repositorio.ucss.edu.pe

Fuente de Internet

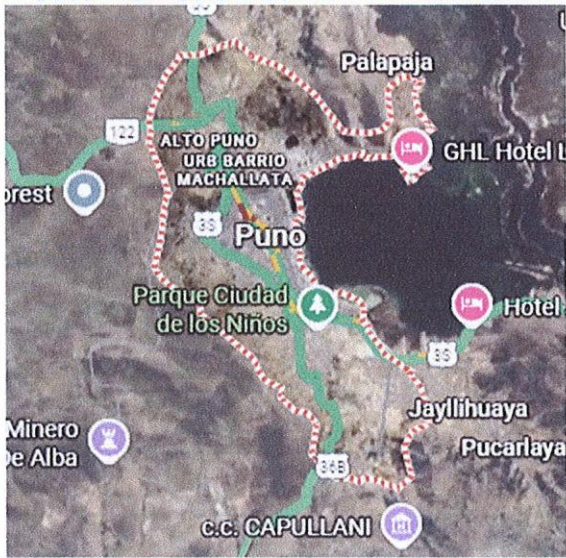
<1%



Metadatos complementarios - UANCV

TITULO	
ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES PARA EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA EN SUELOS COHESIVOS DE LA CIUDAD DE PUNO 2024	
Datos de autor	
Nombres y Apellidos	SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	72471549
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-0791-8580
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres Y Apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-6613-6925
Miembro del jurado 1	
Nombres Y Apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-6657-665X



Miembro del jurado 2	
Nombres Y Apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-0268-5061
Datos de investigación	
Línea de investigación	TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	Dirección: CIUDAD DE PUNO País: PERÚ Departamento: PUNO Provincia: PUNO Distrito: PUNO -15.84213, -70.02403 https://maps.app.goo.gl/H82uMAoae1uJ6hX99 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2024 – 2025
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería del transporte https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.05
- Librería	

UNIVERSIDAD ANTONIO NESTOR CAZARES VELÁSQUEZ
ESCUELA DE POSTGRADOM.Sc. Julio C. Chucuya Zaga
DIRECTOR
DE INVESTIGACIÓN - EPG.



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI, identificado con DNI

Nro. 72471549 en mi condición de egresado de:

- ☐ Escuela Profesional
☐ Programa de Segunda Especialidad,
☒ Programa de Maestría o Doctorado

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES,

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico denominada:

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES PARA EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA EN SUELOS COHESIVOS DE LA CIUDAD DE PUNO 2024

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 15 de enero del 2026

FIRMA (ASESOR)

FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A mis queridos padres, este logro es un testimonio de su inmenso amor y dedicación. Valoro mucho las lecciones de vida que me han impartido y por el cariño que siempre me han brindado. Mi gratitud hacia ustedes es imposible de expresar completamente, A mi amparo personal por brindarme su apoyo incondicional.

A mi amado Antonio quien me inspira a seguir adelante y ser mejor cada día.



AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar mi camino y poder continuar con mis metas y logros.

A mi centro de formación profesional la "Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez", por lo aprendido y vivido durante las enseñanzas impartidas en la escuela de post grado.

A mis jurados de tesis por la guía y paciencia durante el proceso de elaboración de mi proyecto de tesis.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	xi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento y análisis de la problemática.....	1
1.2. Planteamiento de los problemas de investigación.....	3
1.2.1. Pregunta general.....	3
1.2.2. Preguntas específicas	3
1.3. Justificaciones del estudio.....	3
1.3.1. Justificación teórica	3
1.3.2. Justificación práctica	4
1.3.3. Justificación metodológica	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Importancias y alcances del estudio	5
1.6. Limitaciones y delimitaciones del estudio	6



1.7. Hipótesis	7
1.7.1. Hipótesis general	7
1.7.2. Hipótesis específicas.....	7
1.8. Variables dimensiones e indicadores del estudio	7
1.8.1. Conceptualización de variables.....	7

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación	10
2.1.1. En medio internacionales	10
2.1.2. En medio nacionales	12
2.1.3. En medios locales	15
2.2. Bases teóricas del estudio	17
2.2.1. Tipo de cimentación	17
2.2.2. Suelos cohesivos	25
2.3. Marco referencial	27
2.3.1. Cimentación Superficial.....	27
2.3.2. Zapatas Aisladas.....	28
2.3.3. Zapatas Corridas.....	28
2.3.4. Losas de Cimentación.....	28
2.3.5. Suelos Cohesivos	29
2.3.6. Capacidades Portantes del Suelo	29
2.3.7. Asentamientos Diferenciales.....	30
2.3.8. Nivel Freático	30

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN



3.1. Enfoque del estudio	31
3.2. Método del estudio	32
3.3. Tipo del estudio	32
3.4. Nivel del estudio	33
3.5. Diseño del estudio.....	33
3.6. Población y muestra del estudio.....	34
3.6.1. Población del estudio	34
3.6.2. Muestra del estudio	35
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información del estudio	35
3.7.1. Técnicas del estudio	35
3.7.2. Instrumentos del estudio	35
3.8. Valideces y confiabilidades del instrumento del estudio	36
3.8.1. Validaciones de los instrumentos del estudio.....	36
3.8.2. Confiabilidades de los instrumentos del estudio	36
3.9. Diseño de contrastación hipotética del estudio	36
 CAPÍTULO IV RESULTADOS	
4.1. Presentación, análisis e interpretación de procesamiento de investigación.....	38
4.1.1. Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos para cimentación superficial de edificaciones de mediana altura.....	43
4.1.2. Determinar la capacidad portante de los suelos para el diseño de área de las cimentaciones superficiales para edificios de media altura	47



4.1.3. Determinar las características del tipo de suelo en la selección del tipo de cimentación para edificaciones de mediana altura.....	48
4.2. Procedimiento de prueba de hipótesis.....	54
4.2.1. Planteamiento de las hipótesis:.....	54
4.2.2. Elegir el grado de significancias.....	54
4.2.3. Seleccionar la prueba estadística adecuada.....	54
4.2.4. Calcular el estadístico de prueba.....	54
4.2.5. Calculo del valor crítico o p-valor.....	55
4.2.6. Tomar la decisión.....	55
4.2.7. Interpretar los resultados.....	56
4.3. Discusiones de resultados con otros autores.....	60
4.3.1. Discusión con respecto al primer objetivo específico.....	60
4.3.2. Discusión con respecto al primer objetivo específico.....	62
4.3.3. Discusión con respecto al primer objetivo específico.....	63
4.4. Impacto social.....	56
4.4.1. Cimientos actuales de la edificación.....	56
4.4.2. Propuesta de losas de cimentación.....	59
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES.....	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS.....	73
Anexo 01. Matriz de consistencia del estudio.....	74
Anexo 02. Matriz instrumental del estudio.....	75
Anexo 03. Instrumentos de la investigación del estudio.....	76



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	9
Tabla 2. Contenido de humedad de suelos cohesivos.	43
Tabla 3. Límites de Atterber de los suelos cohesivos.....	44
Tabla 4. Características mecánicas de los suelos cohesivos.	45
Tabla 5. Capacidad portante de los suelos cohesivos.....	47
Tabla 6. Carga muerta pesos adicionales.	49
Tabla 7. Carga viva.....	49
Tabla 8. Cuadro de verificación.	51
Tabla 9. Dimensiones tentativas de zapatas aisladas	53
Tabla 10. Grupo estadístico.....	54
Tabla 11. Prueba de hipótesis.	55



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama sobre una zapara aislada.....	18
Figura 2. Diagrama de la zapata corrida.	23
Figura 3. Diagrama de la losa de cimentación.	24
Figura 4. Diagrama de cimientos rígidos y flexibles.	25
Figura 5. Imagen fotográfico del área de investigación	39
Figura 6. Imagen fotográfico del área de investigación	39
Figura 7. Imagen fotográfico del área de investigación	40
Figura 8. Imagen fotográfico del área de investigación	40
Figura 9. Imagen fotográfico del área de investigación	41
Figura 10. Imagen fotográfico del área de investigación	41
Figura 11. Imagen fotográfico del área de investigación	42
Figura 12. Imagen fotográfico del área de investigación	42
Figura 13. Diagrama sobre el contenido de humedad de suelos cohesivos. ..	43
Figura 14. Diagrama de los límites de Atterber de suelos cohesivos.	44
Figura 15. Diagrama de las características mecánicas de los suelos cohesivos.	46
Figura 16. Diagrama de capacidad portante de suelos cohesivos.	47
Figura 17. Cuadro de verificación.....	52
Figura 18. Asignación de la distribución de la losa de cimentación.....	57
Figura 19. Zona que requiere menor capacidad portante.	57
Figura 20. Zona que requiere mayor capacidad portante.....	58
Figura 21. Losa de cimentación adecuado para edificaciones	59
Figura 22. Losa de cimentación adecuado para edificaciones en 3D.	60



RESUMEN

Este estudio académico se planteó como **objetivo general**, Estudiar las alternativas de cimentación superficiales para edificaciones de mediana altura en suelos cohesivos de la ciudad de Puno en el año 2024. Teniendo como **metodología de investigación**, enfoque Cuantitativo, método Inductivo-deductivo, tipo Aplicada, nivel Descriptivo y diseño Cuasi experimental, en donde se presenta como **los resultados** de la investigación sobre las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos en las riberas del lago Titicaca ha proporcionado datos cruciales para comprender el comportamiento del suelo en esta región. Se encontraron contenidos de humedad entre 8.50% y 12.30%, con límites de consistencia que incluyen un límite líquido máximo de 32.05% y un límite plástico de 21.57%. Las propiedades mecánicas mostraron una densidad relativa de 49.11 kg/m³ y un ángulo de fricción de 32.37°. Además, el análisis de las capacidades portantes en cinco puntos de exploración reveló que el punto C-2 tiene la mejor capacidad para soportar cargas, mientras que el C-5 presenta riesgos de asentamiento. La propuesta de zapatas aisladas de 2.50 m x 2.50 m, que soportan 54,480.0 kg, requiere un análisis exhaustivo debido a que la carga requerida supera la carga admisible, indicando la necesidad de ajustes en el diseño de cimentaciones para garantizar la estabilidad estructural.

Palabras clave: cimentaciones superficiales, edificio de mediana altura, propiedades de suelos y suelos cohesivos.



ABSTRACT

In this research, the general objective was to study the alternatives for shallow foundations for mid-rise buildings on cohesive soils in the city of Puno in 2024. The research methodology included a quantitative approach, inductive-deductive method, applied type, descriptive level, and quasi-experimental design. The results of the investigation regarding the physical and mechanical properties of cohesive soils along the shores of Lake Titicaca provided crucial data for understanding soil behavior in this region. Moisture contents ranged between 8.50% and 12.30%, with consistency limits showing a maximum liquid limit of 32.05% and a plastic limit of 21.57%. The mechanical properties indicated a relative density of 49.11 kg/m³ and a friction angle of 32.37°. Additionally, the analysis of bearing capacities at five exploration points revealed that point C-2 has the best load-bearing capacity, while C-5 presents settlement risks. The proposed isolated footings of 2.50 m x 2.50 m, designed to support 54,480.0 kg, require thorough analysis since the required load exceeds the allowable load, indicating the need for adjustments in foundation design to ensure structural stability.

Keywords: shallow foundations, mid-rise buildings, soil properties, cohesive soils.



INTRODUCCIÓN

El crecimiento urbano en la ciudad de Puno ha llevado a un aumento en la fabricación de edificios de mediana altura, lo que indica un desafío significativo en cuanto al diseño y la selección de alternativas de cimentación. Uno de los factores clave en la industria de fabricación de edificios es la naturaleza del suelo, que en el caso de Puno se caracteriza principalmente por contar en su mayoría de suelos cohesivos. Estos suelos con propiedades de arcilla tienen un comportamiento particular: bajo presión, se deforman con mayor facilidad que los suelos arenosos o gravosos, y su capacidad para soportar peso es significativamente menor. Por esta razón, necesitamos estudiarlos con especial atención para asegurar que las construcciones que se apoyen en ellos sean estables y seguras a largo plazo.

Elegir un tipo de cimiento para la construcción en suelos arcillosos es una decisión clave que va más allá de lo técnico: determina cuántos años durará el edificio en pie, cuánto invertiremos en materiales y cuánto tiempo llevará la obra. Por eso, antes de empezar a construir, debemos analizar cuidadosamente cómo es el terreno (su composición y comportamiento), cómo afecta el clima de la zona (lluvias, humedad) y qué requerimientos específicos tendrá nuestra estructura (altura, peso). Esta evaluación minuciosa, aunque requiere tiempo inicialmente, es la mejor garantía para evitar problemas y gastos imprevistos a futuro.

En Puno, donde el suelo y el clima presentan desafíos únicos, este estudio busca responder una pregunta clave: ¿qué tipo de cimentación superficial funciona mejor para edificios de 4 a 8 pisos? Vamos a comparar diferentes opciones técnicamente viables, pero con un ojo puesto en lo práctico: que



soporten bien el peso, que no se asienten demasiado con los años y que no encarezcan innecesariamente la obra. Al final, queremos entregar recomendaciones claras que los ingenieros y constructores puedan aplicar directamente, asegurando edificios estables, seguros y económicamente viables para la realidad de Puno.

Este trabajo nace para apoyar el crecimiento inteligente de Puno, donde cada nueva construcción debe dialogar con su suelo particular. Queremos que los edificios no solo se mantengan en pie, sino que lo hagan de forma segura y sostenible, adaptándose a las características únicas de este territorio. Al final, buscamos que cada cimentación elegida sea un paso firme hacia una ciudad mejor preparada para su futuro.

Con el fin de cumplir con la propuesta de la investigación, se plantearon cuatro capítulos:

En el capítulo I. se presentan las situaciones problemáticas con referente al tema de investigación.

En el capítulo II. Se presenta los antecedentes y las bases teóricas referentes de investigación.

En el capítulo III. Se plantea el procedimiento metodológico de investigación donde se detalla la metodología, el tipo, diseño, nivel.

Finalmente, en el capítulo IV. Se tiene los resultados del procesamiento de datos de toda la investigación.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento y análisis de la problemática

En la investigación de Rueda & Jaimes, 2014, quien afirma que un tipo de material es sometido a fuerzas externas, presentaran cambios y/o deformaciones, que presentan alteraciones en sus propiedades físicas con respecto al tiempo. Es por ello que las propiedades de un suelo presentan deformaciones/tiempo equivalente a asentamiento/*esfuerzo) todo esto depende de las propiedades mecánicas de los suelos así mismo también de la forma en que se carga, y de las diferentes reacciones volumétricas y gravitacionales. Es por ello que se requiere el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, esto es de suma importancia para poder predecir los asentamientos que tiene un estrato de suelo, al momento de que se construye una edificación que genera una presión permanente.

En el contexto de Isaac Job, S. (2019), Hace mención que los seres humanos con la finalidad de tener comodidades siempre fueron inquietos para poder tener nuevas ideas, todo ello es plasmado con ideas diseñados con el fin



de ejecutar. De la misma forma todo ellos es como una respuesta cada necesidad para cada individuo y/o colectivo, es por ello que se realiza la construcción de edificaciones seguras acorde a la necesidad de cada persona, dichas infraestructuras tienen como soporte principal el suelo, es por ellos que el estudio de suelos es de suma importancia, para poder conocer todas las propiedades físicas y mecánicas.

En el contexto de Silva, E. (2021), el autor misiona que en las laderas del lago Titicaca de la ciudad capital de la región Puno se encuentran suelos cohesivos y trasportados por las aguas de mismo lago, así mismo menciona que desde hace varios años atrás el crecimiento de la población genero el crecimiento urbano de la ciudad, y esto genero la construcción de edificaciones en las cercanías del lago Titicaca, este tipo de hechos ha venido generando problemas en el comportamiento de los suelos por las autoconstrucciones, ya las construcciones no cuentan con la cimentaciones adecuadas de acuerdo al tipo de suelo. El tipo de hecho es perjudicial para la población que realiza las construcciones de sus viviendas con recursos propios, esto mayormente se refleja en asentamiento urbano en los extremos de la ciudad; una de las soluciones adecuadas es determinar los parámetros adecuados de las cimentaciones todo con respecto al tipo de suelo. con la finalidad de plantear el tipo cimentaciones que podría usar las persona en dicha zona para poder edificar sus viviendas.

1.2. Planteamiento de los problemas de investigación

1.2.1. Pregunta general

PG. ¿Cuáles son las alternativas de cimentación superficiales para edificaciones de mediana altura en suelos cohesivos de la ciudad de Puno en el año 2024?

1.2.2. Preguntas específicas

PE1. ¿Cómo son las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos para cimentación superficial de edificios de mediana altura de la ciudad de Puno en el año 2025?

PE2. ¿En qué medida influirá la capacidad portante actual del suelo cohesivo en el diseño de las cimentaciones superficiales para edificios de media altura de la ciudad de Puno en el año 2025?

PE3. ¿Cómo influye las características del tipo de suelo en la selección del tipo de cimentación para edificaciones de mediana altura en la ciudad de Puno en el año 2025?

1.3. Justificaciones del estudio

1.3.1. Justificación teórica

En Puno, construir sobre suelos arcillosos es como armar una casa sobre plastilina húmeda: el terreno cede, se expande con la humedad y no soporta peso como otros suelos. Este estudio nace para resolver ese problema, buscando los cimientos más adecuados para edificios de 4 a 6 pisos que eviten grietas, hundimientos y reparaciones costosas. Las lluvias, la altura y las aguas subterráneas de la zona hacen que el reto sea mayor, por eso analizamos cada

alternativa con lupa, porque en estos suelos caprichosos, los cimientos son literalmente la base de todo.

1.3.2. Justificación práctica

Este estudio es una herramienta clave para construir mejor en Puno. Les dará a ingenieros y constructores opciones de cimentación que realmente funcionen con los suelos arcillosos de la ciudad, evitando esos problemas que todos temen: paredes que se agrietan con los años, pisos que se hunden desigual o peor aún, fallas estructurales peligrosas. Pero hay más: al encontrar la cimentación superficial adecuada, estamos hablando de ahorros importantes - ya no será necesario gastar de más en estructuras sobredimensionadas o en costosas cimentaciones profundas cuando no son necesarias. Al final, ganamos todos: los constructores optimizan sus presupuestos, las familias obtienen viviendas más seguras, y Puno crece con edificios bien cimentados para el futuro.

1.3.3. Justificación metodológica

Para entender realmente los suelos de Puno y construir sobre ellos con seguridad, necesitamos ir más allá de lo visible. Por eso salimos al campo a hacer perforaciones (SPT) y llevamos muestras al laboratorio, donde las analizamos desde diferentes ángulos: su composición (granulometría), cómo se compactan (consolidación) y su resistencia (corte). Estos exámenes nos revelan el "ADN" del suelo - su capacidad para soportar peso (carga), cómo se une internamente (cohesión) y su tendencia a deslizarse (ángulo de fricción). Sin esta información, estaríamos construyendo a ciegas. Luego viene lo práctico:

compararemos cuatro opciones de cimentación (corridas, zapatas aisladas, combinadas y losas) como quien prueba diferentes cimientos para una casa en terreno blando. Usaremos normas actuales y modelos probados para predecir: cuánto peso aguantarán, cómo se asentarán con los años y cuánto costará cada opción. Al final, tendremos datos concretos que nos digan: "Esta es la mejor solución para construir seguro y sin gastar de más en Puno".

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

OG. Estudiar las alternativas de cimentación superficiales para edificaciones de mediana altura en suelos cohesivos de la ciudad de Puno en el año 2024.

1.4.2. Objetivos específicos

OE1. Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos para cimentación superficial de edificaciones de mediana altura de la ciudad de Puno en el año 2024.

OE2. Determinar la capacidad portante de los suelos para el diseño de área de las cimentaciones superficiales para edificios de mediana altura de la ciudad de Puno en el año 2024

OE3. Determinar las características del tipo de suelo en la selección del tipo de cimentación para edificaciones de mediana altura en la ciudad de Puno en el año 2024

1.5. Importancias y alcances del estudio

Importancia

Desde una perspectiva técnica, esta investigación contribuye de manera directa a la seguridad estructural de edificaciones de mediana altura. Los suelos cohesivos, debido a su naturaleza, presentan problemas como baja capacidad de carga y propensión a asentamientos, los cuales pueden comprometer la estabilidad de las construcciones si no se eligen correctamente las alternativas de cimentación. El estudio permitirá definir métodos que minimicen estos riesgos, mejorando la calidad de las edificaciones y reduciendo el riesgo de fallas estructurales.

Alcance

El alcance de este estudio pertenece a la determinación de propiedades geotécnicas del suelo cohesivo en Puno hasta la propuesta de alternativas técnicas de cimentación. Esto incluye la evaluación de distintos tipos de cimientos superficiales para edificaciones como zapatas aisladas, zapatas combinadas, losas de cimentación, entre otros. La investigación también abarca la evaluación de la capacidad portante y el asentamiento que podrían generar dichas alternativas en edificaciones de mediana altura.

1.6. Limitaciones y delimitaciones del estudio

El estudio se desarrollará durante el año 2024, tiempo en el que se llevará a cabo la recolección y el análisis de los datos

En la delimitación espacial de la investigación, se abarca en el área de investigación que son los alrededores de la ciudad de Puno.

En la delimitación del tema de la investigación, es sobre las cimentaciones superficiales para edificación de mediana altura.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

HG. Las cimentaciones superficiales adecuadas para edificaciones de mediana altura pueden ser de tipo combinada en la ciudad de puno en el año 2024

1.7.2. Hipótesis específicas

HE1. Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos son inferiores a los parámetros mínimos para edificaciones de mediana altura con cimentaciones superficiales en la ciudad de puno 2024.

HE2. La capacidad portante del suelo influirá significativamente en el diseño de área de las cimentaciones superficiales para edificios de media altura de la ciudad de puno en el año 2024

HE3. Las características del tipo de suelo influyen significativamente en la selección del tipo de cimentación para edificaciones de mediana altura en la ciudad de puno en el año 2024

1.8. Variables dimensiones e indicadores del estudio

1.8.1. Conceptualización de variables

Variable independiente: Tipo de cimentación

Un tipo de cimentación es la estructura que transmite la cara de servicio de una estructura al suelo, fomentando la estabilización y seguridad. Existen

diversos tipos, dependiendo del suelo y la carga que deben soportar. Los cimientos en la superficie se emplean en el momento que el suelo tiene buena capacidad portante cerca de la superficie, e incluyen zapatas, losas y cimentaciones corridas. Las cimentaciones profundas, como pilotes y pilas, se utilizan cuando es necesario transferir todo tipo de carga a capas de suelos más profundas y con mayor resistencia. La elección del tipo de cimiento a utilizar es fundamental para una durabilidad y seguridad de la construcción.

Variable dependiente: Suelos cohesivos

El tipo de suelo cohesivo, es todo aquel suelo que tiene mayor capacidad de ligantes de unión entre sus partículas, principalmente debido a la presencia de minerales de arcilla. Estas características les otorgan una considerable resistencia al corte y una baja permeabilidad. Los suelos cohesivos son conocidos por su alta plasticidad, que les permite deformarse sin romperse, y por su capacidad de retener agua. Sin embargo, también presentan desafíos, como la tendencia a experimentar asentamientos y cambios volumétricos significativos por el porcentaje de humedad w contiene en la misma. Ejemplos comunes de suelos cohesivos incluyen arcillas y limos.

Operacionalización de variable independiente y dependiente de estudio

Tabla 1.

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable independiente Tipo de cimentación	Un tipo de cimentación es la estructura que transmite la cara de servicio de una estructura al suelo, fomentando la estabilización y seguridad. Existen diversos tipos, dependiendo del suelo y la carga que deben soportar. Los cimientos en la superficie se emplean en el momento que el suelo tiene buena capacidad portante cerca de la superficie, e incluyen zapatas, losas y cimentaciones corridas. Las cimentaciones profundas, como pilotes y pilas, se utilizan cuando es necesario transferir todo tipo de carga a capas de suelos más profundas y con mayor resistencia. La elección del tipo de cimientto a utilizar es fundamental para una durabilidad y seguridad de la construcción.	La variable independiente "Tipo de Cimentación" se define operativamente a través de sus dimensiones, que incluyen las cimentaciones superficiales, y se especifica mediante los siguientes indicadores: cimentaciones corridas, zapatas aisladas y zapatas combinadas.	Cimentación superficiales	Cimentaciones corridas Zapatas aisladas Zapatas combinadas	Razón
Variable dependiente Suelos cohesivos	El tipo de suelo cohesivo, es todo aquel suelo que tiene mayor capacidad de ligantes de unión entre sus partículas, principalmente debido a la presencia de minerales de arcilla. Estas características les otorgan una considerable resistencia al corte y una baja permeabilidad. Los suelos cohesivos son conocidos por su alta plasticidad, que les permite deformarse sin romperse, y por su capacidad de retener agua. Sin embargo, también presentan desafíos, como la tendencia a experimentar asentamientos y cambios volumétricos significativos por el porcentaje de humedad q contiene en la misma. Ejemplos comunes de suelos cohesivos incluyen arcillas y limos.	La variable dependiente "suelos cohesivos" se evalúa mediante tres dimensiones clave: las propiedades físicas y mecánicas del suelo, su capacidad portante y su clasificación, las cuales permiten analizar su comportamiento de manera integral.	Propiedades físicas y mecánicas de suelos Capacidad portante Clasificación de los suelos	Contenido de humedad Límite líquido Limite plástico Índice de plasticidad Capacidad admisible Esfuerzo del suelo G por grava (gravel) S por arena (sand) M por limo (silt) C por arcilla (clay) O por suelos organico (organic soil) P for turba (peat soils)	Razón

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. En medio internacionales

En medios internacionales se tiene la investigación de Delgado & Rivera (2020), quienes tienen como objetivo de su investigación, plantear una propuesta de cimientos superficiales para viviendas de 3 pisos, en la zona de Emilio Sarmiento, de acuerdo a las propiedades geomecánicas del suelo. teniendo como procedimiento metodológico los estudios de laboratorio de mecánicas de suelos y el diseño adecuado de los cimientos para las viviendas ya mencionadas. Los resultados muestran que de acuerdo a los estudios de laboratorio se tiene suelos de tipo arcilla con alta plasticidad (CH), limo de alta y baja plasticidad (MH y ML) con humedad de 23 a 44%, así mismo en propiedades mecánicas se tiene cohesión de 1.10kg/cm² y Angulo de fricción de 0 a 25°. Con capacidad de carga de 0.50 a 2.84kg/cm², con todos estos valores diseñaron los cimientos, zapatas corridas y aisladas con dimensiones de 1.70m. concluyeron indicando que las propiedades físicas y mecánicas juegan un papel muy importante para tal diseño.

De la misma forma se tiene la investigación de (Salinas, 2024), quien se planteó como objetivo del estudio, la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos del zona de Martha de Roldos en el cantón Puerto López, teniendo como procedimiento metodológico, la elaboración de ensayos de laboratorio de suelos. Donde se presenta como resultado que los suelos tienen un índice de plasticidad de 7.42% a 28.55% con nominaciones se CL, SC y ML: y como propiedades mecánicas se tiene un valor de 3.50tn/m². Concluyo indicando que toda esta información es esencial para poder diseñar los cimientos de las edificaciones.

Calderón (2015), en sus tesis plante como objetivo análisis de resultados de estudio de suelo que corresponden a los especímenes de las zonas de Moya, con la finalidad de indicar el tipo de cimiento a usar para los proyectos, considerando una edificación de cuatro niveles, en donde se presenta como lo resultados que propuso zapatas aisladas en cada una de las columnas, unidos con estructuras de vigas de cimentación, con la finalidad de generar mayor seguridad, en la cual se presentaron dos tipos de zapatas, con denominación ZPT1 tienen irregularidad rectangular de 1.20m x 0.80m y las zapatas de ZPT2 con ubicación en el centro de la edificación, son regulares de 1.20m a cada lado. Los niveles de desplante de las cimentaciones son a dos metros de profundidad, finalmente concluyo indicando que edificaciones de cuatro niveles es adecuado zapatas aisladas, corridas y losas de cimentación, son los que responde de forma adecuada en el comportamiento estructural de la edificación, así mismo menciono que son muy funcionales y aptos, con costo relativamente bajos con materiales pétreos adecuados y con aceros corrugados.

Muñoz (2022), su investigación tuvo como objetivo proponer una solución para reducir los asentamientos diferenciales que afectaban al Edificio Av. 100. El estudio siguió una metodología descriptiva y de tipo aplicada, analizando en detalle el caso. Entre los hallazgos principales, se determinó que la cimentación del edificio consistía en una losa de cimiento, sobre la cual se apoyaban las columnas que sostenían la estructura. Este sistema funcionó correctamente hasta que comenzó la construcción de nuevos edificios en los terrenos adyacentes. Como conclusión, el estudio señala que el problema no se originó por fallas en el diseño inicial del Edificio Av. 100, a pesar de que su construcción se basó en métodos empíricos de la época, sin normas técnicas específicas. Por el contrario, los asentamientos diferenciales fueron provocados por factores externos, específicamente las obras realizadas en las zonas colindantes.

2.1.2. En medio nacionales

Cabrera, Ordóñez, Carrión, & Lima (2020), realizaron un estudio con el objetivo principal de recopilar información geotécnica en la zona sureste de Machala. Para ello, aplicaron una metodología descriptiva y de tipo aplicado, analizando las características del suelo en dicha área. Los resultados del estudio revelaron que el terreno en esta zona está compuesto principalmente por arcilla, limo y arena fina, con una capacidad de cargas admisibles entre 2 y 6 toneladas por metro cuadrado. Además, se identificó que la napa freática del agua se localiza en profundidades de 1 y 2 metros respecto al suelo natural. Finalmente, los investigadores concluyeron que, debido a las propiedades del suelo, era necesario implementar mejoras en el terreno de soporte. Como solución definitiva, se optó por un sistema de cimentación compuesto por vigas ortogonales y zapatas de un metro

de altura, lo que garantizaría una mayor estabilidad para las construcciones en la zona.

Quispe & Mamani (2017), realizaron un estudio quienes se plantearon como finalidad la evaluación de condiciones del suelo para futuros proyectos urbanísticos en las áreas de expansión de alto locumba del distrito de locumba – Jorge Basadre. En la cual emplearon metodología descriptiva, diseño cuasi experimental, con el fin de analizar las propiedades del suelo. tuvieron como resultado que, en su estado natural, el suelo presenta una cohesión que varía entre 6.51 y 7.49 kg/cm² y un ángulo de fricción interna (ϕ) entre 19.82° y 24.12°. Sin embargo, al saturarse (condición drenada), estos valores disminuyen significativamente: la cohesión se reduce a 1.61 a 1.77 kg/cm² y el ángulo de fricción interna a 16.85° a 22.11°. Finalmente, el estudio determinó que las capacidades portantes admisibles del suelo en su estado natural son de 9.71 kg/cm², considerándose unas fallas generales típicas de suelos compactos. Estos hallazgos son clave para garantizar la estabilidad de futuras construcciones en la zona.

Gonzalo (2019) realizó un estudio geotécnico en suelos con presencias de arenas para el proyecto Condominio Oasis (Paracas, Pisco, Ica), con el fin de proponer cimentaciones superficiales adecuadas. Mediante una metodología aplicada y cuantitativa de tipo descriptivo, se determinó que el suelo presenta un ángulo de fricción de 33.5° y cohesión nula (0.00), con napa freática a 1.30 m de profundidad que no afectaría las cimentaciones, mostrando una capacidad portante admisible de 16.67 ton/m². de los 3 puntos extraídos, la losa de cimentación resultó ser la más segura, con una capacidad de carga de 8.15 ton/m² y un asentamiento

mínimo de 2.03 mm, cumpliendo óptimamente con los requisitos técnicos del proyecto.

Vergara (2018), quien se propuso como el objetivo de su estudio analizar los tipos de suelos y determinar su capacidad portante. Utilizando una metodología de estudio de tipo básica, nivel descriptivo y diseño no experimental, el investigador encontró que las arcillas de alta plasticidad presentaban valores de cohesión entre 0.38-0.40 kg/cm² con ángulos de fricción de 4°-8°, mientras que las arcillas de baja plasticidad mostraban cohesiones de 0.14-0.22 kg/cm² y ángulos de fricción entre 17°-19°. Para la recolección de datos, se seleccionaron puntos estratégicos en las esquinas de las calles mediante los planos urbanos de ese distrito, donde se realizaron 20 puntos exploración de 3 metros de profundidad, sin detectar presencia de nivel freático en el área de estudio.

Morales (2018), investigó determinar las alternativas de cimentación superficial para edificaciones en terrenos con asentamientos diferenciales, empleando una metodología cuantitativa y aplicada de nivel descriptivo. Los resultados mostraron que unas de las primeras soluciones son (zapatas concéntricas y combinadas con vigas de conexión) cumplió con el criterio de Karl Terzaghi, ya que ocupó solo el 31.64% del área total de construcción, además de satisfacer todos los requisitos de diseño. La segunda opción, un emparrillado rígido con vigas de 0.60 m × 1.30 m, resultó un 21.78% con mayor costo que los cimientos que existen y la primera propuesta. La tercera alternativa, una platea con vigas peraltadas (0.60 m × 1.20 m) y losa de 0.50 m, incrementó los costos en un 34.17% frente a la cimentación original. El estudio destacó que, para plateas con vigas peraltadas, es recomendable ubicarlas por el centro de cada paño con fin de

reducción del peralte de la losa y controlar el corte. En conclusión, las cuatro alternativas evaluadas demostraron un comportamiento estructural adecuado frente a asentamientos diferenciales, ofreciendo soluciones viables según requerimientos técnicos y económicos.

Aguilar W. (2022), quien se planteó como objetivo general de estudio, realizar estudio geotécnico para diseñar los tipos de cimentaciones superficiales para viviendas unifamiliares en el Parque Industrial de Pampa Inalámbrica (Ilo), donde el autor empleo una investigación de enfoque cuantitativa, diseño no experimental. Obtuvo como resultado que el suelo presentaba límites de consistencia con un promedio de 15.39 (25 golpes) y humedad media de 14.08%, junto con una humedad natural de 5.92%, peso específico de 2.64, densidad in situ de 1.739 g/cm^3 , y resultados del ensayo de corte directo que revelaron una capacidad admisible de 5.173 kg/cm^2 con un ángulo de fricción de 34.5° . Estos parámetros confirmaron que el terreno es adecuado para cimentación superficial, garantizando una distribución óptima de los esfuerzos generados por la estructura. El estudio concluyó que las propiedades del suelo permiten implementar esta clase de cimentaciones de manera segura y eficiente para el proyecto.

2.1.3. En medios locales

Silva (2021), investigó cómo varía los comportamientos mecánicos de suelos cohesivos según el tipo de muestra (inalterada vs. remoldeada) para fines de cimentación en estructuras de concreto en Puno. Mediante una metodología deductiva, tipo aplicada, nivel correlacional y diseño experimental, el estudio reveló diferencias significativas en la capacidad portante: las muestras inalteradas mostraron un promedio de 1.56 kg/cm^2 ($\pm 1.52 \text{ kg/cm}^2$), por otro parte las

remoldeadas registraron $1.12\text{kg/cm}^2 (\pm 0.50\text{kg/cm}^2)$, con una variación media de -0.44kg/cm^2 entre ambas. Estos resultados demuestran que la alteración de las muestras reduce sustancialmente más en las capacidades de cargas de suelos, lo que debe considerarse cuidadosamente al momento de realizar los diseños de cimientos con el fin de garantizar la estabilidad de las estructuras. La investigación concluye que las propiedades originales del suelo (inalterado) ofrecen mejores condiciones para soportar cargas que cuando el material es modificado.

Aguilar W (2023), quien se propuso como objetivo general de su investigación, la determinación del parámetro de la arcilla expansiva en las áreas urbanas del Lago Titicaca (Puno) mediante un estudio exploratorio, enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Los resultados revelaron que este tipo de suelo tienen un porcentaje alto contenido de finos (97.23%-98.51%) con límite líquido entre 60%-82% e índice de plasticidad de 37%-57%, donde las arcillas representaron 62.3%-66.1% de la composición. Los análisis mostraron capacidades admisibles de 2.37kg/cm^2 (método de Skempton), y al momento de considerar las presiones expansivas es de $(0.36\text{ kg/cm}^2$ en condiciones de saturación parcial) se redujo mínimamente a 2.35 kg/cm^2 (0.76% menos). Para estabilizar este suelo altamente expansivo, se propuso una losa nervada de 0.40 m de ancho con nervios cada 0.75 m y 0.50 m de altura en ambas direcciones, diseñada para soportar una edificación de tres niveles sin superar los límites admisibles de presión y punzonamiento. El estudio demostró que, pese a la naturaleza problemática de estas arcillas, es posible implementar soluciones de cimentación efectivas mediante un diseño técnico adecuado.

2.2. Bases teóricas del estudio

2.2.1. Tipo de cimentación

Cada tipo de estructura en el cimiento son aspectos claves en el diseño de estructuras, ya que constituyen la base de la estructura para transferir toda carga generada en el edificio al suelo. Las cimentaciones superficiales se utilizan generalmente en cuanto los suelos en la superficie presentan propiedades resistentes a poca profundidad y este tipo de terrenos son capaces de resistir las cargas de servicio del edificio. Para edificaciones de mediana altura en suelos cohesivos, se requiere un análisis exhaustivo que considere tanto las características del suelo como las propiedades de la estructura (Roa, 2019).

2.2.1.1. Tipos de Cimentación Superficial

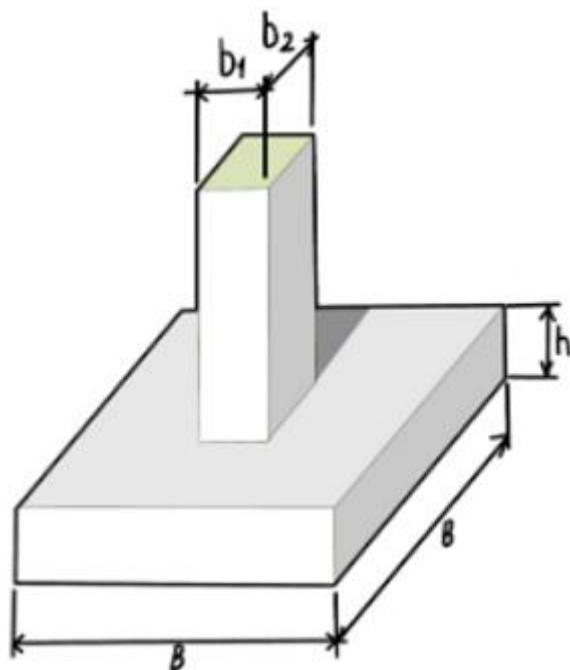
2.2.1.1.1. Zapatas Aisladas

Son cimentaciones que se emplean para soportar cargas puntuales, como las provenientes de columnas. Se utilizan en edificaciones de mediana altura cuando el suelo cohesivo tiene una resistencia adecuada. Estas zapatas distribuyen las cargas verticales y, en algunos casos, pueden reforzarse con acero para mejorar su capacidad ante cargas más elevadas. (Alvarez, 2018).

Así mismo cabe mencionar que las zapatas aisladas se emplean en edificación de multifamiliares y unifamiliares, ya que la construcción de este tipo de cimientos facilita, en todo proceso constructivo ya que son cimientos convencionales que se emplean en cualquier tipo de edificaciones, además se indica que este tipo de cimientos son los más empleados a nivel nacional.

Figura 1.

Diagrama sobre una zapara aislada.



Nota. (Alvarez, 2018).

El diseño de una zapata aislada es un proceso que implica determinar las dimensiones y la capacidad estructural de la cimentación que transmitirá las cargas de un pilar o columna a un suelo de manera segura y eficiente. El diseño se realiza siguiendo criterios geotécnicos y estructurales, asegurando que el suelo no falle por hundimiento ni por asentamientos excesivos, y que los cimientos tengan la capacidad de resistencia a las tensiones internas que le impone la estructura. En los siguientes ítems se proporciona cada proceso esencial para un diseño adecuado de cimientos para edificaciones (zapatas aisladas).

Datos Iniciales

Con el fin de diseñar las zapatas aisladas se deben conocer los siguientes datos:

Carga total (Q): generalmente son las cargas axiales que llega a la zapata desde la estructura, incluyendo el peso propio de la columna, vigas, pisos, y cargas vivas. Generalmente expresada en kilonewtons (kN).

Capacidad portante del suelo (Q): son las capacidades que puede soportar un tipo de suelo sin sufrir fallos, determinada a través de estudios geotécnicos, generalmente en kN/m².

Esfuerzo de diseño del concreto (f'_c): propiedades mecánicas del concreto en estado de compresión, normalmente en MPa (megapascasles).

Esfuerzo de diseño del acero (f_y): denominado fluencias del acero juntamente con el concreto, en MPa.

Dimensiones de la columna (b x h): Dimensiones de la base de la columna que apoya sobre la zapata.

Definición de área total de una cimentación tipo zapata.

Esta área de cimienta se calcula desde la relación entre la carga que llega a la cimentación y las capacidades portantes admisibles del suelo:

$$A = \frac{Q}{q_{adm}} \quad \text{Ecu. (1)}$$

Donde:

A es el área de la zapata (en m²).

Q es la carga axial total que llega a la zapata (en kN).

q_{adm} es la capacidad portante admisible del suelo (en kN/m^2).

Dimensiones de la Zapata

Una vez calculada el área, se procede a calcular las verdaderas dimensiones de las zapatas. En el caso de zapatas cuadradas:

$$B = L = \sqrt{A} \quad \text{Ecua. (2)}$$

Donde:

B y L son las dimensiones de la base de la zapata (en metros).

Si la zapata es rectangular (más común en situaciones donde la columna tiene una relación de cargas más desequilibrada), entonces las dimensiones deben ajustarse para mantener las relaciones entre las longitudes y el ancho adecuada según el equilibrio estructural y el espacio disponible.

Verificación de la Presión de Contacto

Se debe verificar que las presiones de contacto de la zapata y el suelo no exceda las capacidades portantes del terreno. La presión de contacto se calcula como:

$$q = \frac{Q}{A} \quad \text{Ecua. (3)}$$

Donde:

Q es la presión de contacto (en kN/m^2).

A es el área de la zapata (en m^2).

Esta presión debe ser inferior o igual a q_{adm} , la capacidad portante admisible del suelo.

Cálculo de Espesor de la Zapata

El espesor de la zapata debe ser suficiente para resistir las tensiones de corte y flexión inducidas por las cargas que se transmiten desde la columna. Se realiza un cálculo preliminar del espesor h_{hh} , utilizando una fórmula empírica, y luego se verifica con cálculos de flexión y corte.

Una aproximación común para zapatas aisladas es tomar un espesor mínimo de:

$$h_{min} = \frac{B}{10} \quad \text{Ecu. (4)}$$

Donde:

h_{min} es el espesor mínimo de la zapata (en metros).

B es el ancho de la zapata (en metros).

Luego, se verifica el espesor respecto a la resistencia a la flexión y al corte.

Diseño de Refuerzos de Acero

La zapata aislada necesita refuerzos de acero para resistir la flexión inducida por las cargas. Se utiliza la teoría de diseño por resistencia última (LRFD) o métodos tradicionales de diseño. El área de acero requerida para las barras de refuerzo en la zapata se puede calcular usando la fórmula:

$$As = \frac{Mu}{\phi f_y d} \quad \text{Ecu. (5)}$$

En la cual:

As: es la cantidad de acero que se requiere en área (en mm²).

Mu es el momento último (en kNm).

Φ : indicador de las reducciones de resistencias (normalmente entre 0.85 y 0.9).

Fy: se considera la fluencia del acero juntamente con el concreto (en MPa).

d es la altura útil de la zapata, descontando el recubrimiento del concreto (en mm).

El acero se coloca en ambas direcciones, a menudo con barras distribuidas uniformemente en la parte inferior de la zapata.

Verificación de Corte

Finalmente, se debe verificar que la zapata no falle por corte. El diseño debe garantizar que las tensiones cortantes bajo la zapata sean menores que la resistencia al corte del concreto:

$$Vu \leq \phi V_c \quad \text{Ecu. (6)}$$

Donde:

Vu es el esfuerzo cortante último.

ϕV_c es la resistencia cortante del concreto.

Recubrimiento y Detalles Constructivos

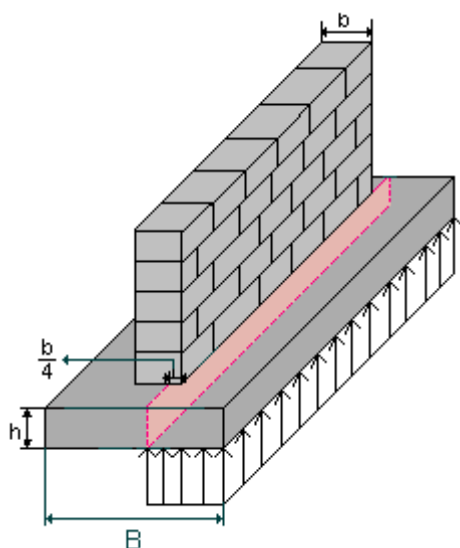
El recubrimiento en concreto es fundamental por lo que se debe de asegurar este parámetro con fin de cuidar las propiedades del acero, con fin de cubrir adecuadamente el acero corrugado para evitar óxidos, especialmente si la zapata está expuesta a humedad o suelos agresivos. El recubrimiento recomendado es de al menos 5 cm para cimentaciones en contacto con el suelo.

2.2.1.1.2. Zapatas Corridas

Se emplean cuando la estructura tiene muros continuos que transmiten cargas lineales. En suelos cohesivos, las zapatas corridas son una solución eficiente debido a sus capacidades de distribución uniformemente las cargas a lo largo de una superficie mayor, lo que disminuye las presiones en la sima del suelo y reduce los riesgos de asentamientos.

Figura 2.

Diagrama de la zapata corrida.

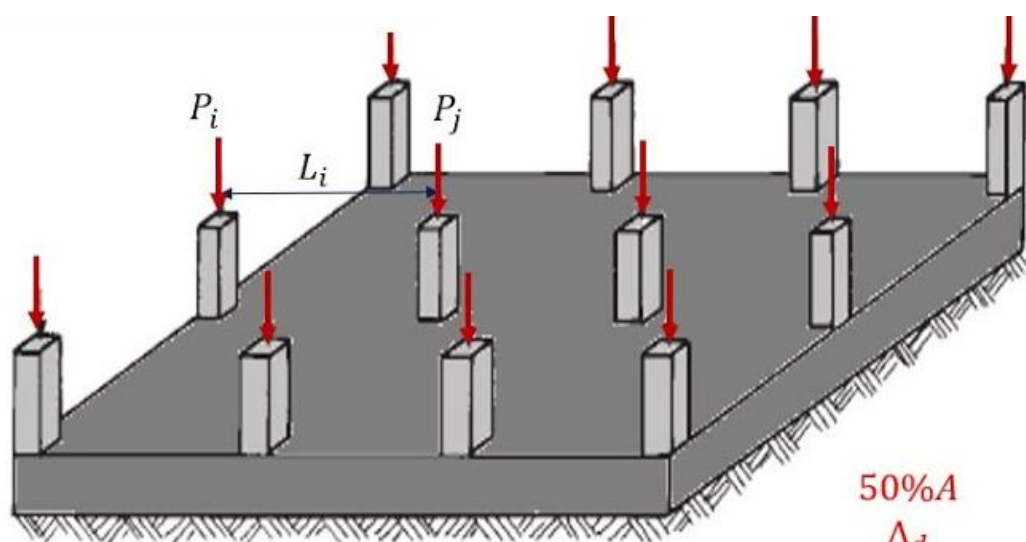


2.2.1.1.3. Losa de Cimentación

Este tipo de estructura denominadas losa de cimentación son una opción cuando las cargas estructurales son elevadas o también en el momento que el suelo cohesivo presenta una baja capacidad portante. Estas losas distribuyen las cargas sobre una superficie amplia, reduciendo la tensión sobre el terreno. Son particularmente útiles en suelos cohesivos saturados, donde el riesgo de asentamientos diferenciales es mayor.

Figura 3.

Diagrama de la losa de cimentación.



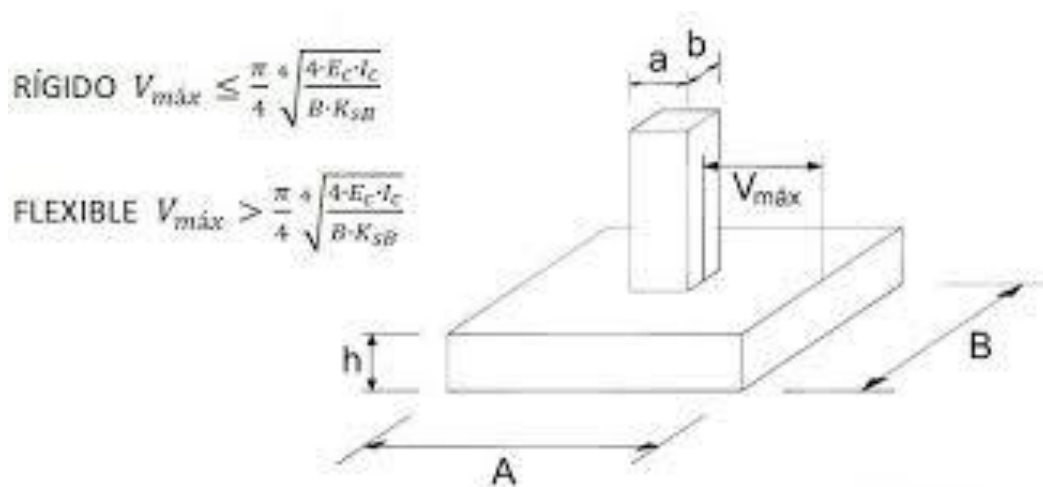
Nota. (Alvarez, 2018).

2.2.1.1.4. Cimientos Rígidos y Flexibles

Los cimientos rígidos, como los de hormigón armado, proporcionan estabilidad y resistencia a las cargas estructurales. Los cimientos flexibles, en cambio, pueden adaptarse a los movimientos menores del suelo sin causar daños a la estructura. La selección entre uno u otro dependerá del grado de cohesión y la sensibilidad del suelo a cambios de humedad.

Figura 4.

Diagrama de cimientos rígidos y flexibles.



Nota. (Alvarez, 2018).

2.2.2. Suelos cohesivos

En Puno, los suelos arcillosos y limosos son como un rompecabezas cambiante: sus partículas se mantienen unidas por fuerzas invisibles que varían con la humedad y la composición del terreno. Estos suelos, tan comunes en la región, pueden ser impredecibles - un día están duros y al siguiente, con las lluvias, se vuelven blandos como plastilina. Por eso, entender su comportamiento es clave al diseñar cimientos: ¿aguantarán el peso de un edificio cuando lleguen las lluvias? ¿Cómo reaccionarán con el paso de los años? Son preguntas que no podemos dejar al azar si queremos construcciones seguras y duraderas en esta tierra única (Hanco, 2021).

2.2.2.1. Propiedades de los Suelos Cohesivos

2.2.2.1.1. Plasticidad y Consistencia

Imagina amasar arcilla húmeda entre tus manos: puedes moldearla y estirarla sin que se quiebre. Así se comportan los suelos cohesivos - su plasticidad

les permite deformarse mucho antes de romperse, pero esto mismo los hace impredecibles bajo el peso de una construcción. Nosotros los ingenieros usamos tres pruebas (los límites de Atterberg) para descubrir sus secretos: la humedad la plasticidad y la cantidad de líquido que retiene. Estas pruebas son como el examen médico de un atleta: nos dicen cuánto peso puede soportar el suelo y en qué condiciones, para que podamos diseñar cimientos a la medida de cada terreno. En Puno, donde estos suelos son comunes, entender esto marca la diferencia entre una casa segura y una con grietas.

2.2.2.1.2. Capacidad Portante

Los suelos arcillosos de Puno siempre tuvieron una capacidad limitada para soportar peso en comparación con los suelos arenosos o gravosos. El problema principal fue su tendencia a absorber y retener agua, lo que hizo que perdieran resistencia progresivamente, especialmente en zonas donde el agua subterránea estuvo cerca de la superficie. Esta particularidad obligó a los ingenieros a ser especialmente cuidadosos al elegir los sistemas de cimentación, buscando siempre alternativas que compensaran esta debilidad natural del terreno.

2.2.2.1.3. Compresibilidad y Asentamientos

Los suelos arcillosos demostraron ser problemáticos para construir, pues se comprimían notablemente bajo el peso de las estructuras. Algunos edificios se hundían rápidamente, mientras que otros lo hacían lentamente durante años, todo dependía de cuánta agua contenía la tierra y cómo la iba perdiendo. Esta situación volvió crítica la planificación de cimientos, ya que una mala decisión podía llevar a

que diferentes partes de una misma construcción se asentaran de manera desigual, generando grietas y daños estructurales con el tiempo.

2.2.2.1.4. Sensibilidad a la Humedad

Uno de los principales desafíos de los suelos cohesivos es su variabilidad en función del contenido de humedad. Durante épocas secas, pueden experimentar contracción, mientras que, en épocas húmedas, la expansión puede generar problemas en las cimentaciones. Este comportamiento expansivo o contractivo puede llevar a grietas en las estructuras si no se toma en cuenta en el diseño.

2.2.2.1.5. Impacto de los Suelos Cohesivos en las Cimentaciones

En suelos cohesivos, la elección del tipo de cimentación superficial debe considerar no solo las capacidades portantes del suelo, sino también los riesgos de asentamientos diferenciales y el impacto de cambio de estaciones en los contenidos de humedad del suelo. Al momento de construir, los ingenieros buscaron cimentaciones que repartieran el peso de los edificios como una manta bien extendida sobre la cama. Esto fue clave para evitar que el suelo se deformara de manera desigual y asegurar que las construcciones se mantuvieran firmes y estables con el paso de los años. Las mejores soluciones fueron aquellas que, además de resistentes, protegieron la estructura de los movimientos naturales del terreno.

2.3. Marco referencial

2.3.1. Cimentación Superficial

Las cimentaciones superficiales fueron la solución ideal para muchos proyectos, trabajando como una base ancha y poco profunda que repartía la masa

de la edificación sobre el terreno. Los ingenieros eligieron entre diferentes opciones según lo que necesitaba cada construcción: zapatas individuales para puntos de apoyo específicos, zapatas continuas para muros largos, o losas completas que actuaban como una gran plataforma. Cada una cumplió su misión de transferir las cargas al suelo sin problemas, manteniendo las estructuras estables y seguras por años.

2.3.2. Zapatas Aisladas

Las zapatas aisladas funcionaron como pies sólidos para las columnas, llevando su peso directamente a las capas más resistentes del suelo. Fueron la opción perfecta en terrenos firmes que apenas se movían con el tiempo, aunque en los suelos arcillosos -más delicados- los ingenieros tuvieron que reforzarlas para evitar que las columnas se desnivelaran. Así lograron que cada pilar se mantuviera estable, incluso cuando el terreno bajo ellos no era perfectamente uniforme.

2.3.3. Zapatas Corridas

Las zapatas corridas actuaron como una base continua que recibió el peso de los muros y lo repartió cuidadosamente a lo largo de toda su longitud. Fueron ideales para construcciones con muros portantes, ya que, al distribuir la carga sobre un área más amplia, aliviaron la presión sobre esos suelos arcillosos que no eran los más fuertes. Esta solución permitió construir con seguridad incluso en terrenos que, de otro modo, habrían causado problemas de estabilidad.

2.3.4. Losas de Cimentación

Las losas de cimientos funcionan como una gran plataforma que abrazó toda la base del edificio, convirtiéndose en la solución perfecta para terrenos débiles o

construcciones muy pesadas. En los suelos arcillosos -siempre tan impredecibles- demostró ser especialmente útil: al repartir el peso como una manta extendida, evitó esos molestos hundimientos desiguales que solían agrietar las paredes. Fue como ponerle al edificio unos patines anchos en lugar de zapatos puntiagudos: toda la estructura se mantuvo estable, incluso cuando el suelo bailaba un poco con las estaciones.

2.3.5. Suelos Cohesivos

Los suelos arcillosos de Puno fueron siempre especiales: sus partículas se pegaban como imanes, creando un terreno que actuaba como esponja - guardaba agua por mucho tiempo y se resistía a drenarla. Esta personalidad complicada los volvió impredecibles: con lluvias se ablandaban como plastilina, y al secarse se cuarteaban. Los constructores aprendieron que estos suelos podían traicionarlos, hundiendo edificios o rajando paredes cuando no se tomaban precauciones. Por eso, en Puno, cada cimentación tuvo que ser pensada dos veces, diseñándose específicamente para lidiar con estos terrenos temperamentales.

2.3.6. Capacidades Portantes del Suelo

La capacidad portante fue como el límite de peso que los suelos de Puno pudieron soportar antes de empezar a ceder peligrosamente. En las arcillas, este límite se volvió especialmente caprichoso: cuando la lluvia las empapó, perdieron fuerza como un castillo de arena mojado, aumentando el riesgo de que los edificios se hundieran. Los ingenieros tuvieron que volverse detectives del terreno, analizando qué tan compacta estaba la tierra, cómo se pegaban sus partículas y a

qué profundidad estaba el agua, porque de eso dependió que las casas se mantuvieran en pie o comenzaran a inclinarse con los años.

2.3.7. Asentamientos Diferenciales

Los asentamientos desiguales se convirtieron en el dolor de cabeza de muchas construcciones en Puno: mientras un lado del edificio se mantenía firme, el otro comenzaba a hundirse lentamente, como si la tierra lo estuviera jalando hacia abajo. Esto terminó rajando paredes y torciendo marcos de puertas, especialmente en los suelos arcillosos que cambiaban de humor con cada temporada de lluvias. Los ingenieros aprendieron que la única forma de ganarle a este problema fue diseñando cimentaciones que repartieran el peso como una manta bien tendida, evitando que algún punto llevara más carga que otro.

2.3.8. Nivel Freático

En Puno, el agua escondida bajo la tierra jugó un papel clave en la construcción. Cuando esta "reserva oculta" (el nivel freático) estuvo muy cerca de la superficie, los suelos arcillosos se volvieron blandos y traicioneros, como si alguien hubiera mojado la base donde se apoyarían los edificios. Muchas cimentaciones terminaron hundiéndose o deslizándose porque no tomaron en cuenta este vecino silencioso. Por eso, los buenos constructores siempre averiguaron primero a qué profundidad estaba este nivel de agua antes de decidir qué tipo de base usarían - fue la única forma de evitar sorpresas desagradables cuando llegaran las lluvias.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque del estudio

Cuantitativo

La investigación cuantitativa es un método científico que utiliza números y estadísticas para estudiar diferentes fenómenos. Por medio de encuestas, experimentos y análisis de datos, los investigadores pueden medir variables con precisión, descubrir patrones ocultos y comprobar si sus hipótesis son correctas. Su gran ventaja es que, al trabajar con datos objetivos y técnicas estadísticas, los resultados obtenidos pueden aplicarse a situaciones más amplias, ayudándonos a entender no solo casos particulares, sino tendencias generales. Por ejemplo, este enfoque nos permite identificar relaciones claras entre factores o determinar qué variables influyen realmente en un problema específico (Monje, 2021).

Según la teoría ya mencionado, este estudio tiene como enfoque cuantitativo, esto a causa de que los procesamiento de datos son numéricos, así mismo cabe mencionar que donde el fenómeno que se va

medir es numérico, así mismo se realizaran las determinaciones de las propiedades de los suelos.

3.2. Método del estudio

Inductivo- deductivo

La investigación inductivo-deductiva es una combinación de los enfoques inductivo y deductivo, lo que significa que utiliza tanto la inducción como la deducción para generar y comprobar conocimientos. Este enfoque es común en investigaciones que requieren la construcción de teorías a partir de observaciones y luego su validación mediante la comprobación de hipótesis. Este tipo de investigación combina ambos enfoques. Normalmente, el investigador primero observa fenómenos concretos (inducción) y luego formula una teoría o hipótesis general. Posteriormente, prueba esa teoría aplicándola a casos específicos (deducción) (Dávila, 2006)

Según la teoría que se redactó, la presente investigación tendrá una metodología deductiva, en donde el problema se deducirá de general a lo particular.

3.3. Tipo del estudio

Aplicada

Los estudios de tipo aplicada es aquella que pone el conocimiento científico al servicio de las soluciones de problemas concretos. Mientras la investigación básica se concentra en desarrollar teorías, esta modalidad trabaja directamente con situaciones reales para optimizar procesos, mejorar tecnologías o desarrollar estrategias efectivas en campos como la ingeniería, la industria o la salud. Su valor

principal está en que transforma los hallazgos científicos en herramientas y métodos prácticos que pueden implementarse inmediatamente para resolver desafíos específicos de diversos sectores productivos (Vargas, 2008).

La presente investigación es de tipo aplicada, esto porque la investigación consiste en la utilización de los conocimientos plasmados en la observación del fenómeno o práctica de la investigación.

3.4. Nivel del estudio

Descriptivo

Este tipo de estudio se especializa en "fotografiar" situaciones tal como se presentan, detallando minuciosamente sus características sin buscar razones ocultas. Imagínela como un explorador científico que documenta cada aspecto visible de un ecosistema: registra qué especies hay, su distribución y comportamientos, pero no intenta determinar por qué interactúan de cierta manera. Así funciona la investigación descriptiva en cualquier campo - desde educación hasta ingeniería - donde primero necesitamos entender cabalmente "qué existe" antes de investigar "por qué existe". (Guevara & Verdesoto, 2020).

El nivel de la presente investigación es descriptivo, en donde se describirá las características del fenómeno ocurrido, así mismo se establecerá el comportamiento del fenómeno estudiado.

3.5. Diseño del estudio

Cuasi experimental

El diseño cuasi-experimental es como un experimento "en el mundo real" - nos ayuda a identificar posibles relaciones causa-efecto cuando no podemos asignar aleatoriamente a los participantes en grupos. Imagínese estudiar cómo afecta un nuevo método de enseñanza: no podemos reorganizar las aulas existentes, pero sí comparar resultados entre grupos naturales. Si bien mantiene grupos de control y experimental (como en un laboratorio), al trabajar con condiciones reales enfrentamos más variables incontrolables, lo que exige mayor cautela al interpretar resultados. Es la solución práctica cuando la aleatorización perfecta no es posible, pero necesitamos evidencia cercana a la causalidad (Bono, 2020).

Cuasi experimental: esto a causa de que en la investigación no se realiza la manipulación de las variables de investigación, ya que las variables de estudio están definidas.

3.6. Población y muestra del estudio

3.6.1. Población del estudio

Este estudio analizará los suelos cohesivos de las viviendas ribereñas del Lago Titicaca en el Centro Poblado Chulluni (7 km al sur de Puno), ubicado a 3810 msnm (15°48'54" S, 69°59'36.4" O). La cercanía permanente al lago satura estos suelos, mientras que las fluctuaciones térmicas típicas de esta altitud afectan el comportamiento de las aguas del subsuelo. Considerando la seguridad de los habitantes, clasificamos los terrenos en tres categorías: urbanos, urbanizables y no urbanizables. El principal desafío radica en que los suelos de la zona muestran dualidad peligrosa: pueden ser extremadamente inestables o tener alta capacidad

portante, lo que obliga a implementar técnicas de estabilización para convertir áreas no urbanizables en aptas para construcción.

3.6.2. Muestra del estudio

Para este estudio, analizaremos muestras de suelo tomadas directamente bajo los cimientos de las edificaciones de tipo viviendas localizadas en la ribera del Lago Titicaca, específicamente en el centro poblado Chulluni (Puno). Según lo que indica en el Reglamento Nacional de Edificaciones, realizaremos 5 puntos de exploración distribuidos estratégicamente en un área total de $1,125 \text{ m}^2$ - equivalente a un punto de estudio por cada 225 m^2 de área techada en primer nivel. Esta metodología nos permitirá obtener una representación confiable de las propiedades geotécnicas del suelo que soporta estas construcciones.

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de información del estudio

3.7.1. Técnicas del estudio

Este estudio empleará la observación directa como método principal, lo que nos permitirá analizar in situ los fenómenos geotécnicos presentes en el área de investigación. A través de esta técnica, examinaremos detalladamente las características y comportamientos del suelo en su entorno natural, registrando sistemáticamente todas las variables relevantes para nuestra investigación.

3.7.2. Instrumentos del estudio

Para garantizar un registro preciso y organizado de la información, emplearemos fichas de campo y laboratorio especialmente diseñadas. Este tipo de instrumentos garantizan documentar de manera sistemáticas cada fenómeno,

característica y resultado observado durante el proceso de investigación, asegurando así las recolecciones de datos confiables y consistentes para su posterior análisis.

3.8. Valideces y confiabilidades del instrumento del estudio

3.8.1. Validaciones de los instrumentos del estudio

El diseño de investigación establece cómo seleccionaremos los casos de estudio, realizaremos las mediciones y registraremos las variables clave. Un estudio alcanza validez interna cuando logra minimizar posibles sesgos, garantizando que los resultados reflejen fielmente el fenómeno analizado y no otros factores externos. Esto se consigue mediante protocolos rigurosos en cada etapa metodológica.

3.8.2. Confiabilidades de los instrumentos del estudio

La confiabilidad inter-jueces se refiere al grado de acuerdo o consistencia entre diferentes evaluadores o jueces que utilizan el mismo instrumento de investigación para medir una misma variable o conjunto de características en sujetos o situaciones similares. Este tipo de confiabilidad es fundamental en investigaciones donde los datos dependen de la interpretación de observadores, como en evaluaciones cualitativas, estudios de observación o pruebas de rendimiento.

3.9. Diseño de contrastación hipotética del estudio

La prueba de hipótesis para este tipo de investigación se emplea la comparación de medias son procedimientos estadísticos utilizados con el fin de



determinar si se presentan algunas diferencias significativas entre los promedios de dos o más grupos. Estas pruebas son esenciales en investigación para la evaluación de las diferencias analizadas en los promedios de las muestras representan diferencias reales en la población o si son producto del azar.

Entre las pruebas más comunes de comparación de medias se encuentran:

Prueba t de Student:

Es una prueba paramétrica diseñada para comparar las medias de dos grupos y verificar si la diferencia es estadísticamente significativa.

Prueba t para muestras independientes: la comparación de promedios de dos grupos individuales

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación, análisis e interpretación de procesamiento de investigación

El trabajo con los datos fue como armar un rompecabezas: primero organizamos toda la información en tablas y gráficos claros para poder verla con nuevos ojos. Luego, con herramientas estadísticas, buscamos entre los números aquellas conexiones ocultas que nos contaran una historia - ¿qué patrones se repetían? ¿qué relaciones aparecían? Finalmente, dimos sentido a esos hallazgos, vinculándolos con las preguntas que nos habíamos hecho al inicio. Fue en esta última etapa donde los datos dejaron de ser simples números para convertirse en respuestas concretas: descubrimos qué funcionaba, qué no, y sobre todo, cómo podíamos mejorar la situación. Este proceso meticuloso terminó siendo la brújula que guió nuestras decisiones más importantes.

Figura 5.

Imagen fotográfico del área de investigación



Figura 6.

Imagen fotográfico del área de investigación



Figura 7.

Imagen fotográfico del área de investigación



Figura 8.

Imagen fotográfico del área de investigación



Figura 9.

Imagen fotográfico del área de investigación



Figura 10.

Imagen fotográfico del área de investigación



Figura 11.

Imagen fotográfico del área de investigación



Figura 12.

Imagen fotográfico del área de investigación



4.1.1. Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos para cimentación superficial de edificaciones de mediana altura

Clasificación de propiedades físicas de los suelos cohesivos.

Las características físicas de los suelos cohesivos son clave para entender sus comportamientos en aplicaciones de ingeniería civil y geotecnia. Estos suelos, como las arcillas, se caracterizan por las presencias de partículas finas que se adhieren entre sí.

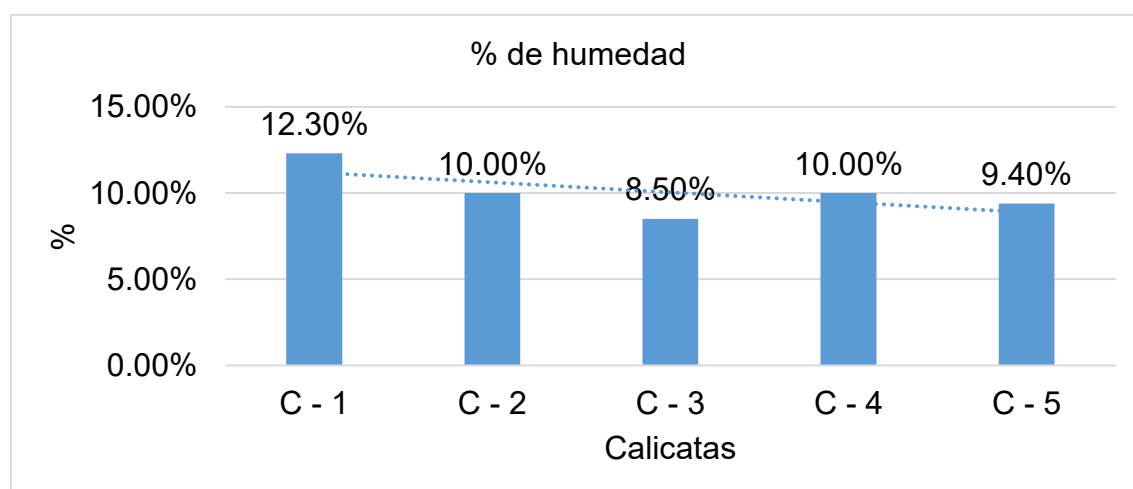
Tabla 2.

Contenido de humedad de suelos cohesivos.

Contenido de humedad	
Punto de exploración	% de humedad
C - 1	12.30%
C - 2	10.00%
C - 3	8.50%
C - 4	10.00%
C - 5	9.40%

Figura 13.

Diagrama sobre el contenido de humedad de suelos cohesivos.



Síntesis. En la **Tabla 2** y **Figura 13**, se tienen los contenidos de humedad en los cinco puntos de exploración varía entre 8.50% y 12.30%, lo que sugiere cierta

homogeneidad en las condiciones del subsuelo, aunque con variaciones puntuales. C-1 presenta el mayor contenido de humedad (12.30%), lo que indica un suelo posiblemente más blando y compresible, mientras que C-3, con el menor valor (8.50%), sugiere un suelo más compacto y resistente. Los puntos C-2, C-4 y C-5 tienen contenidos intermedios, lo que indica una distribución moderada de humedad en esas áreas. Esta variación en la humedad puede influir en la capacidad portante y comportamiento del suelo bajo carga, requiriendo un diseño adecuado de cimentaciones en función de estas características.

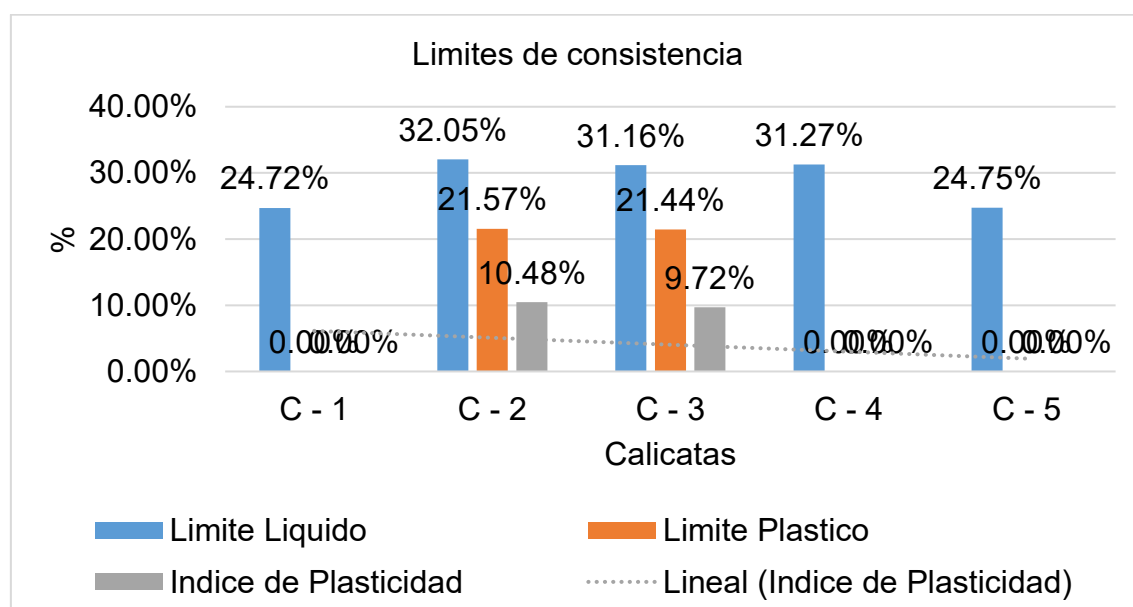
Tabla 3.

Límites de Atterberg de los suelos cohesivos.

Límites de consistencia			
Punto de Exploración	LL	LP	IP
C - 1	24.72%	0.00%	0.00%
C - 2	32.05%	21.57%	10.48%
C - 3	31.16%	21.44%	9.72%
C - 4	31.27%	0.00%	0.00%
C - 5	24.75%	0.00%	0.00%

Figura 14.

Diagrama de los límites de Atterberg de suelos cohesivos.



Síntesis. En la **Tabla 3** y **Figura 14** revelan un contraste llamativo en el comportamiento de los suelos analizados. En los puntos C-1, C-4 y C-5 nos encontramos con terrenos duros y estables, sin plasticidad (0% en límite plástico), como si fueran arena compacta. Pero la situación cambia radicalmente en C-2 y C-3: aquí los suelos se comportan como arcilla moldeable, con límites líquidos de 32.05% y 31.16%, y plásticos de 21.57% y 21.44%. Estos valores nos muestran suelos que se deforman con facilidad bajo peso y retienen agua como esponjas, con una plasticidad moderada (10.48% y 9.72%) que exige especial atención. Mientras los primeros son ideales para construir, los segundos nos obligan a reforzar la cimentación y controlar rigurosamente la compactación para evitar futuros problemas.

Clasificación de las características mecánicas de los suelos cohesivos.

Las **características mecánicas de los suelos cohesivos**, como las arcillas, son cruciales para determinar su comportamiento bajo carga y sus capacidades para soportar estructuras.

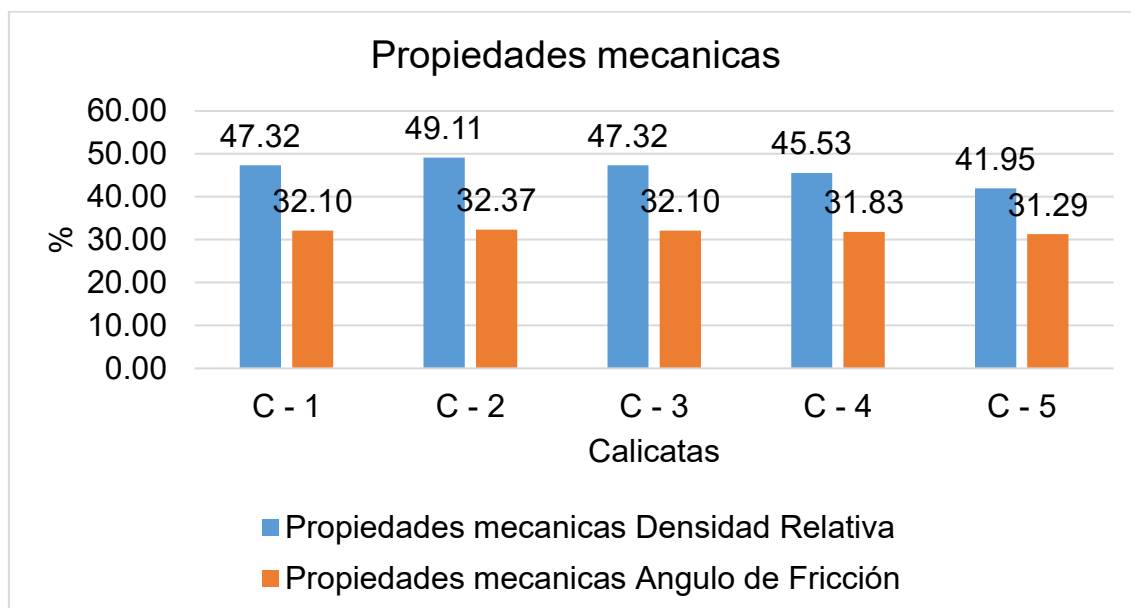
Tabla 4.

Características mecánicas de los suelos cohesivos.

Propiedades mecánicas		
Punto de Exploración	Densidad Relativa	Angulo de Fricción
C - 1	47.32	32.10
C - 2	49.11	32.37
C - 3	47.32	32.10
C - 4	45.53	31.83
C - 5	41.95	31.29

Figura 15.

Diagrama de las características mecánicas de los suelos cohesivos.



Síntesis. En la **Tabla 4** y **Figura 15**, se aprecian las características mecánicas que presentan las densidades relativas y los ángulos de fricción para cinco puntos de exploración (C-1 a C-5) en un suelo cohesivo. Se observa que la densidad relativa varía entre 41.95 en C-5 y 49.11 en C-2, indicando diferencias en la compactación y composición del suelo en estos puntos, siendo C-2 el más denso y C-5 el menos. En cuanto al ángulo de fricción, se registra una ligera disminución desde 32.37° en C-2 hasta 31.29° en C-5, lo que sugiere una posible reducción en la resistencia al deslizamiento en suelos menos densos. Las consistencias de los valores de densidades relativas y ángulos de fricción en los puntos C-1 y C-3, ambos con 32.10°, indica una homogeneidad en sus características mecánicas, lo que puede ser relevante para el diseño de cimentaciones en esta área. Estos datos son fundamentales con fin de realizar la evaluación de la capacidad portante y la estabilidad de los suelos en funciones de las propiedades mecánicas observadas.

4.1.2. Determinar la capacidad portante de los suelos para el diseño de área de las cimentaciones superficiales para edificios de media altura

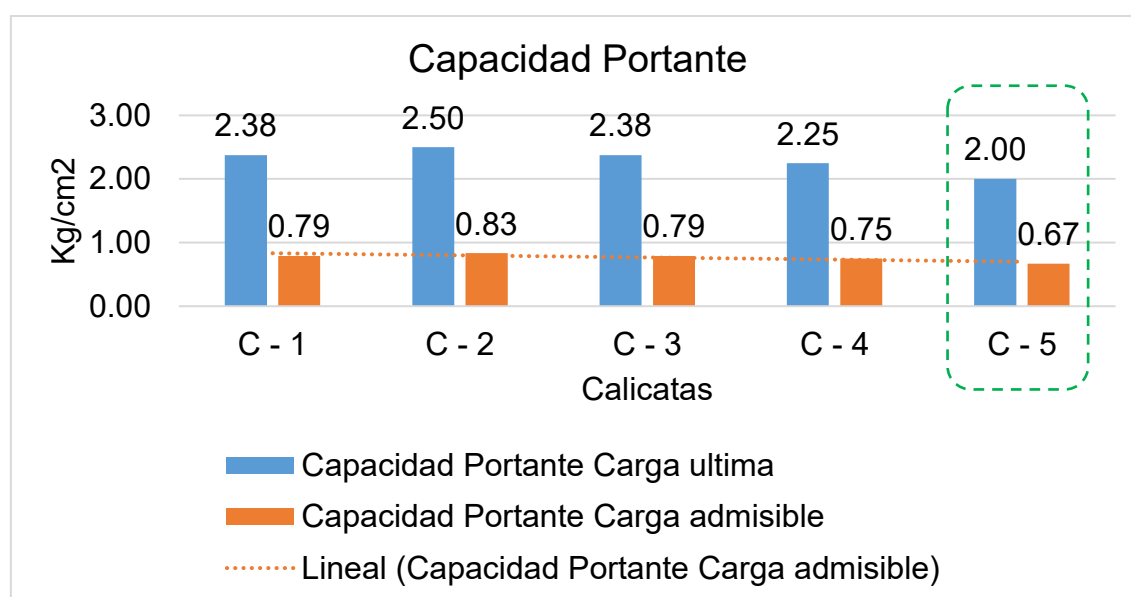
Tabla 5.

Capacidad portante de los suelos cohesivos.

Capacidad Portante		
Punto de Exploración	Carga ultima (kg/cm ²)	Carga admisible (kg/cm ²)
C - 1	2.38	0.79
C - 2	2.50	0.83
C - 3	2.38	0.79
C - 4	2.25	0.75
C - 5	2.00	0.67

Figura 16.

Diagrama de capacidad portante de suelos cohesivos.



Síntesis. En la **Tabla 5** y **Figura 16**, se aprecian las capacidades portantes de la carga última y carga admisible para cinco puntos de exploración en suelos cohesivos, expresados en kg/cm². Los resultados indican que el punto de exploración C-2 tiene la mayor carga última de 2.50 kg/cm² y una carga admisible de 0.83 kg/cm², lo que sugiere que este sitio es el más adecuado para cimentaciones, con una buena capacidad para soportar cargas estructurales. En

contraste, el punto C-5 muestra la menor carga última de 2.00 kg/cm^2 y carga admisible de 0.67 kg/cm^2 , lo que podría representar un riesgo mayor de asentamiento o falla estructural si se aplica una carga significativa. Los puntos C-1 y C-3 tienen cargas últimas de 2.38 kg/cm^2 y cargas admisibles de 0.79 kg/cm^2 , lo que los coloca en un nivel intermedio de capacidad portante. Por lo tanto, la variabilidad de los valores resalta la necesidad de considerar cuidadosamente la ubicación y el diseño de cimentaciones en función de las características específicas del suelo en cada punto de exploración.

4.1.3. Determinar las características del tipo de suelo en la selección del tipo de cimentación para edificaciones de mediana altura

Determinar las características del tipo de suelo es fundamental en la selección del tipo de cimentación para edificaciones de mediana altura. Las propiedades físicas y mecánicas del suelo, como la capacidad portante, la densidad y el ángulo de fricción, influyen directamente en la estabilidad y seguridad de la estructura. Un análisis detallado permite identificar si el suelo es cohesivo o granulado, su grado de compactación y su comportamiento ante cargas.

4.1.3.1. Cálculo de la cantidad de cargas de la edificación de mediana altura

Las Tablas 6 y 7 detallan los metrados de cargas de todo el edificio, mostrando de manera organizada los pesos correspondientes a cada nivel. En estas tablas se especifican las cargas calculadas para los principales elementos estructurales y no estructurales: la losa aligerada, los acabados, la tabiquería y las cargas vivas, esto genera una perspectiva del peso de que se distribuye en toda la estructura.

Tabla 6.

Carga muerta pesos adicionales.

Peso de área con techo	Cargas kg/m2	Áreas techadas por pisos (m2)					Peso (tn)					Total (tn)
		1° er	2° do	3° er	4° to	5° to	1° er	2° do	3° er	4° to	5° to	
<i>Peso losa aligerado</i>	120.0	1850.12	1850.12	1850.12	1850.11	1316.22	222.02	222.02	222.02	222.02	157.96	9762.66
<i>Peso de los acabados</i>	150.0	1850.12	1850.12	1850.12	1850.11	1316.22	222.02	222.02	222.02	222.02	157.96	9762.66
<i>Peso de la Tabiquería</i>	150.0	1850.12	1850.12	1850.12	1850.11	1316.22	222.02	222.02	222.02	222.02	157.96	9762.66
Sub totales =							666.06	666.06	666.06	666.06	473.88	29287.98

Tabla 7.

Carga viva.

Cálculo de cargas vivas – CV	Típicos kg/m2	Azoteas kg/m2	Áreas techadas por pisos (m2)					Sobrecargas por cada piso (tn)					Total (tn)
			1° er	2° do	3° er	4° to	5° to	1° er	2° do	3° er	4° to	5° to	
Carga Viva	200.0	150.0	1850.12	1850.12	1850.12	1850.12	1316.22	370.01	370.01	370.01	370.01	263.23	1743.32

4.1.3.2. Diseño de las propuestas de cimentaciones

La edificación propuesta presenta 15 columnas de concreto armado, así mismo se tiene un peso total de la edificación como carga viva 1743.32 tn, y como carga muerta 29287.98 tn.

$$CV: 1743.32 \text{ tn} = 1743320 \text{ kg.}$$

$$CM: 28287.98 \text{ tn} = 28287980 \text{ kg.}$$

La edificación multifamiliar cuenta con una medida de 8 metros lineales por 20 metros lineales, la distribución de las columnas, es cada 4 metros lineales, teniendo 15 columnas en toda la edificación, las dimensiones de las columnas son de 0.5 metros lineales por 0.45 metros lineales.

Para poder distribuir la carga a cada columna se realiza la distribución en partes iguales, y al momento de diseñar el cimiento se toma el más crítico que son las zapatas centrales.

4.1.3.2.1. Zapatas aisladas

Datos:

Peso en cada columna

$$CV: 1743.33 \text{ tn} / 15 = 116.222 \text{ tn}$$

$$CM: 28287.95 \text{ tn} / 15 = 1885.86 \text{ tn}$$

La propuesta de zapatas aisladas: 2.50m por 2.50m.

Área de la zapata: 62300 cm²

Altura de la zapata: 60 cm

Esfuerzo admisible: 0.67 kg/cm².

$$Carga\ por\ unidad\ de\ area = \frac{carga\ total}{area} \quad \text{Ecu. (7)}$$

Aplicando la ecuación:

$$Carga\ por\ unidad\ de\ area = \frac{54480.0}{62300} = 0.87\text{kg/cm}^2 \quad \text{Ecu. (8)}$$

Verificación de la condición:

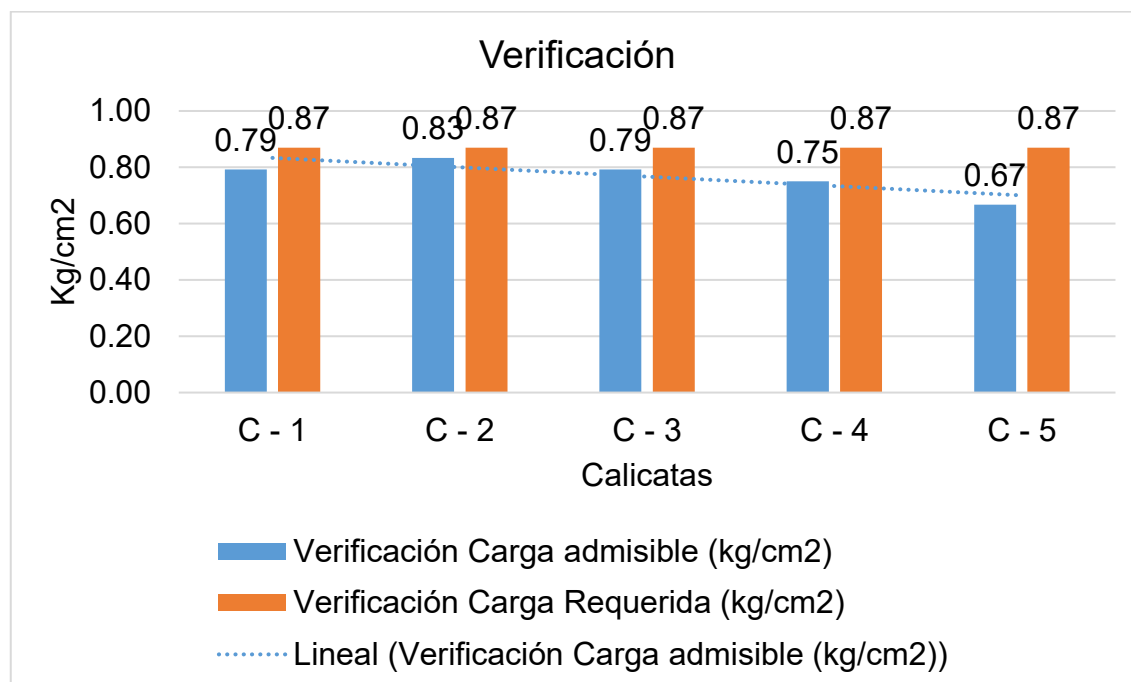
Tabla 8.

Cuadro de verificación.

Punto de Exploración	Verificación	
	Carga admisible (kg/cm ²)	Carga Requerida (kg/cm ²)
C - 1	0.79	0.87
C - 2	0.83	0.87
C - 3	0.79	0.87
C - 4	0.75	0.87
C - 5	0.67	0.87

Figura 17.

Cuadro de verificación.



Síntesis. En la **Tabla 8** y **Figura 17** nos muestran una situación preocupante: en los cinco puntos analizados del terreno, los edificios necesitarían que el suelo soporte 0.87 kg/cm², pero la realidad es que la tierra no da el ancho. Los valores seguros que encontramos son más bajos: 0.79 kg/cm² en C-1 y C-3, 0.83 kg/cm² en C-2, 0.75 kg/cm² en C-4 y apenas 0.67 kg/cm² en C-5. Esto significa que, tal como están, estos suelos no pueden garantizar la estabilidad de las construcciones - el riesgo de que los edificios se agrieten o hundan es real. Para solucionarlo, tenemos dos caminos: mejorar el suelo existente con técnicas especiales o "saltarnos" estas capas problemáticas usando cimientos más profundos que encuentren un terreno más firme. La seguridad de las construcciones depende de que tomemos una de estas alternativas.

Tabla 9.*Dimensiones tentativas de zapatas aisladas*

Dimensiones finales de las zapatas promedio		
Punto de Exploración	Zapatas aisladas	
	Ancho	Largo
C - 1	2.50	2.50
C - 2	2.50	2.50
C - 3	2.50	2.50
C - 4	2.50	2.50
C - 5	2.50	2.50

Síntesis. En la **Tabla 9** se aprecia las dimensiones finales de las zapatas aisladas promedio para cinco puntos de exploración, todas con un ancho y largo de 2.50 m. Esta uniformidad en las dimensiones sugiere un diseño estándar que se aplica a las zapatas en todos los puntos de exploración, lo que puede ser indicativo de condiciones similares del suelo en la zona estudiada. Sin embargo, aunque las dimensiones son consistentes, es importante considerar las capacidades portantes y las características mecánicas del suelo en cada ubicación, ya que estos factores determinarán si las zapatas de 2.50 m x 2.50 m son adecuadas para soportar las cargas requeridas. A pesar de que la dimensión es la misma, se recomienda una verificación de las capacidades de cargas del suelo en cada punto para asegurar que el diseño sea seguro y eficiente, adaptándose a las condiciones específicas de cada sitio.

4.2. Procedimiento de prueba de hipótesis

4.2.1. Planteamiento de las hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Las cimentaciones superficiales adecuadas para edificaciones de mediana altura pueden ser de tipo combinada menos a 70% de área de la planta en la ciudad de puno en el año 2024

Hipótesis alternativa (H_1): Las cimentaciones superficiales adecuadas para edificaciones de mediana altura pueden ser de tipo combinada mayor a 70% de área de la planta en la ciudad de puno en el año 2024

Área de la edificación: 160 m²

70% del área de la edificación: 112 m²

4.2.2. Elegir el grado de significancias

Usamos un grado de significancia $\alpha = 0.05$.

4.2.3. Seleccionar la prueba estadística adecuada

Como se está realizando la comparación de dos medias independientes, se empleará la prueba estadística prueba de T para muestras independientes.

4.2.4. Calcular el estadístico de prueba

Tabla 10.

Grupo estadístico.

CIMENTACIÓN	Estadística por grupo		
	N	Promedio	Desv. Error promedio
ÁREA C1	5	117.0000	1.58114
			.70711

C2

5 149.2000 3.27109

1.46287

Tabla 11.

Prueba de hipótesis.

Pruebas de muestra independiente									
ÁREA	Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	Prueba igualdad de varianzas		prueba de T para las igualdades de medias					
		F	Sig.	t	gl	Sig.	Dif. De promedio	Dif, error	95% de intervalo de confianza de la diferencia
									Inferior Superior
	Se asumen varianzas iguales	1,055	,334	-19,81	8	,000	-32.20000	1.62481	-35.94681 -28.45319
	No se asumen varianzas iguales			-19,815	772	,000	-32.20000	1.62481	-36.21407 -28.18593

4.2.5. Calculo del valor crítico o p-valor

Si se tiene un nivel de significancia de 5% y un grado de libertad aproximados de 8 ($n_1 + n_2 - 2$), los valores críticos de T en una prueba bilateral son aproximadamente ± 2.306 .

Dado que

$t = -19.818$ es menor que -2.306 , está en una región de rechazos.

4.2.6. Tomar la decisión

Como el estadístico $t = -19.818$ cae en las regiones de rechazos, se **rechaza** la hipótesis nula H_0 .



4.2.7. Interpretar los resultados

Si se tiene un grado de significancia 5%, se tiene suficientes evidencias para concluir que las cimentaciones superficiales adecuadas para edificaciones de mediana altura pueden ser de tipo combinada mayor a 70% de área de la planta en la ciudad de puno en el año 2024.

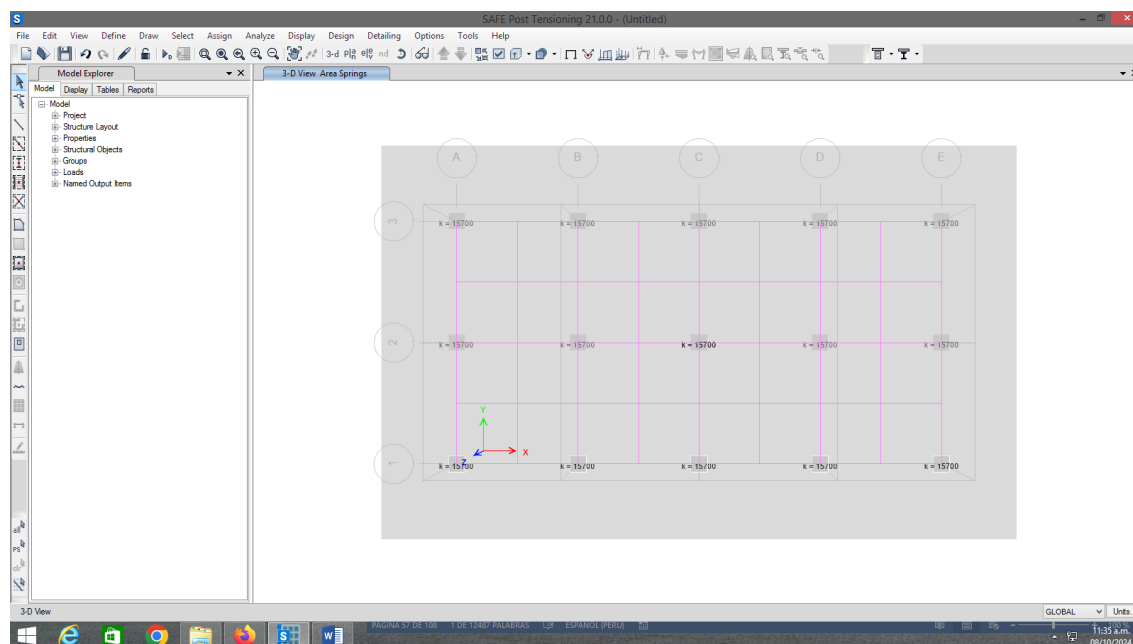
4.3. Impacto social

4.3.1. Cimientos actuales de la edificación

Los cimientos actuales tienen ciertas deficiencias en su diseño es por ellos que en las edificaciones se presentan asentamientos diferenciales, y a través de ellas se aprecian las fisuras en los muros y otros elementos estructurales comprometiendo a la funcionalidad estructural, en la ciudad de puno muchas de las viviendas se construyen de forma ilegal, sin opiniones técnicas, sin un plan de construcción para viviendas unifamiliares y multifamiliares, es por ello aquí se realiza el modelamiento de edificaciones con cimientos actuales, con el fin de mostrar donde se presentan las fallas y/o fisuras.

Figura 18.

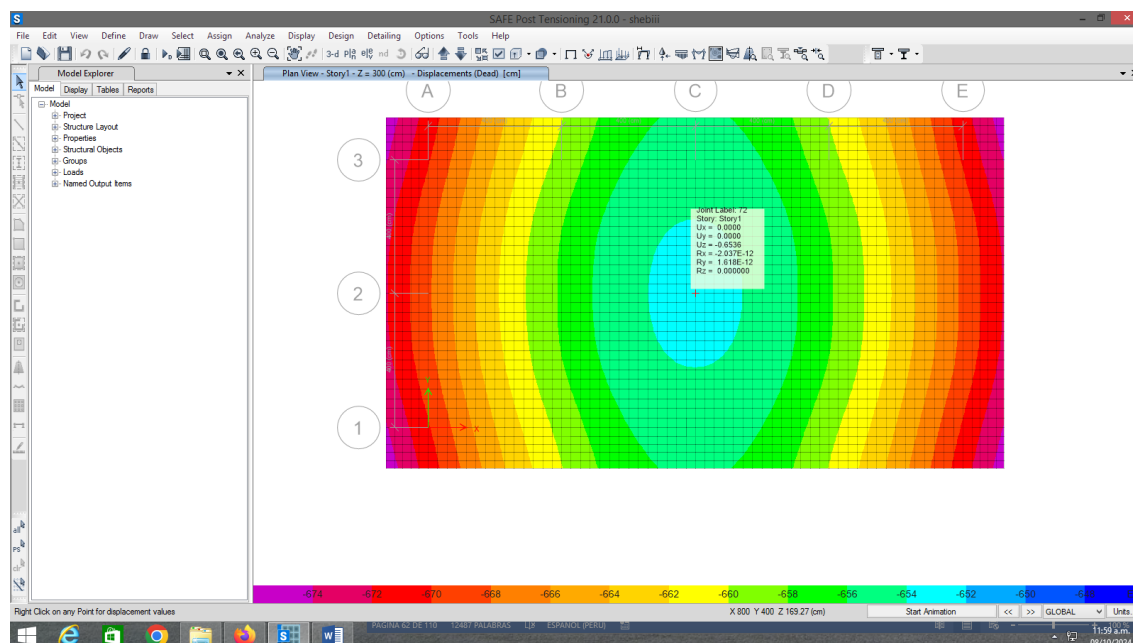
Asignación de la distribución de la losa de cimentación.



Nota: SAFE 21. Versión estudiante.

Figura 19.

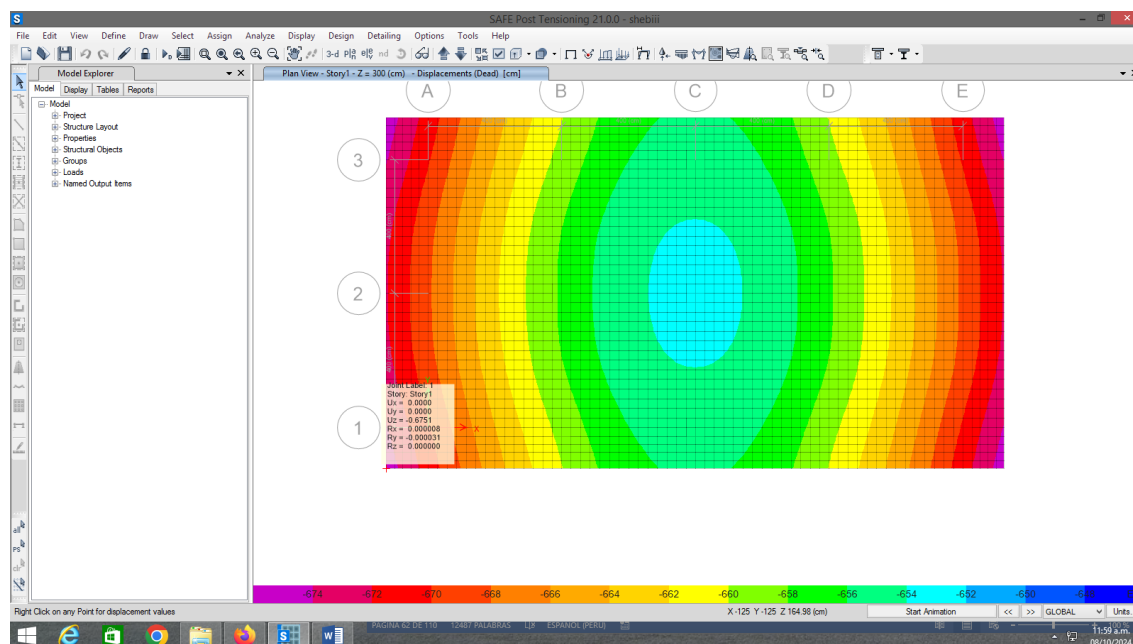
Zona que requiere menor capacidad portante.



Nota: SAFE 21. Versión estudiante.

Figura 20.

Zona que requiere mayor capacidad portante.



Nota: SAFE 21. Versión estudiante.

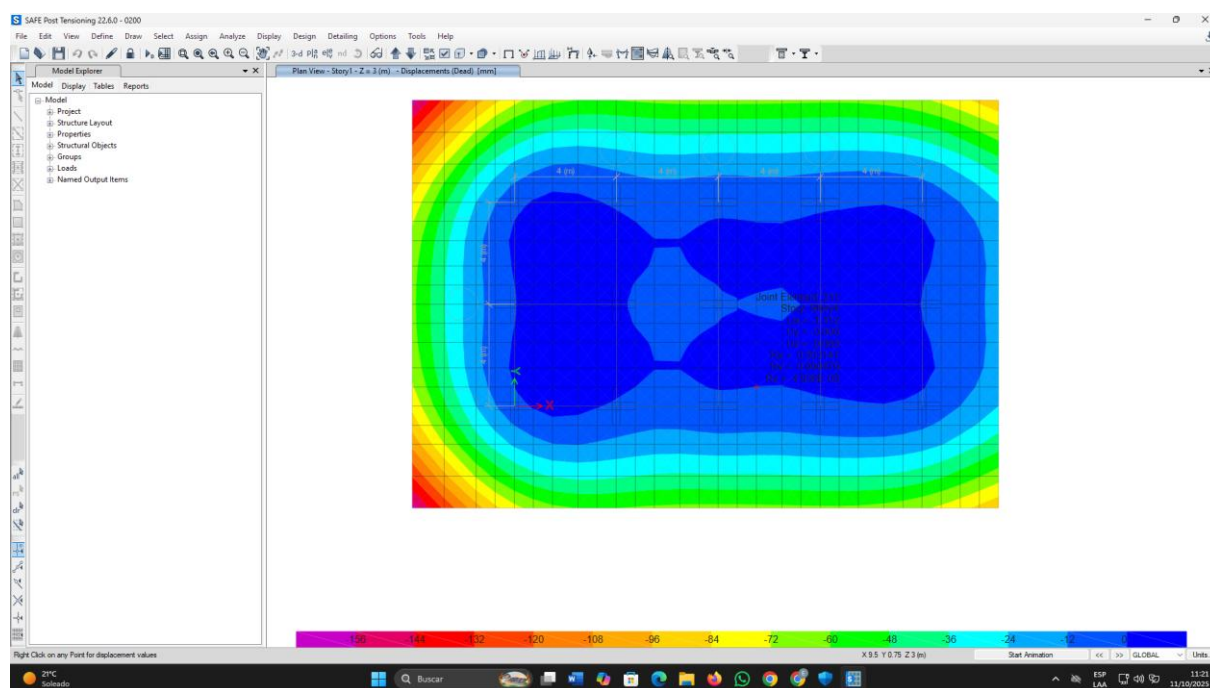
Interpretación: en la figura 18, 19 y 20, nos muestran algo alentador: las losas de cimentación son como una mesa bien nivelada que distribuye perfectamente el peso de todo lo que ponemos sobre ella. Los números lo confirman - incluso en el peor escenario, la losa resiste sin problemas 0.6536 kg/cm^2 , y en condiciones normales aguanta hasta 0.6751 kg/cm^2 . Lo más valioso es que lo hace de manera consistente, sin puntos débiles, evitando esos molestos hundimientos desiguales que tanto dañan las construcciones. Para proyectos medianos o grandes en estos suelos, las losas se convierten así en la opción más confiable, como un colchón protector que cuida tanto el edificio como el terreno que lo sostiene.

4.3.2. Propuesta de losas de cimentación

Luego de tener problemas en las losas de cimentaciones, se propone una losa de cimentación con dimensiones más idóneas, los cuales presentaran asentamientos mínimos, donde los elementos estructurales no presentaran fisuras a causa de asentamientos diferenciales, con los que suele tener las anteriores edificaciones.

Figura 21.

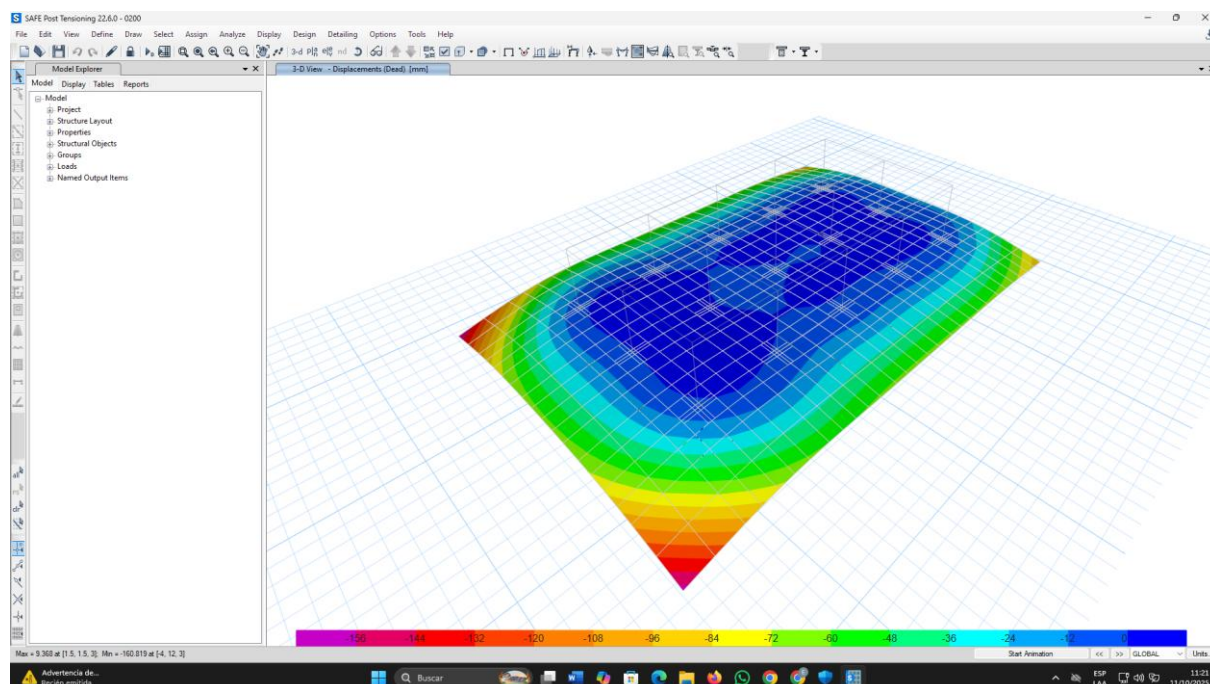
Losa de cimentación adecuado para edificaciones



Nota: SAFE 21. Versión estudiante.

Figura 22.

Losa de cimentación adecuado para edificaciones en 3D.



Nota: SAFE 21. Versión estudiante.

Interpretación: en la figura 21 y 22 se muestran la losa de cimentación adecuada para que una edificación, con este tipo de cimentación la estructura será funcional y tendrá una estabilidad adecuada sin presentar problemas de asentamientos diferenciales como se presentaba con la losa de cimentación anterior. Esta losa de cimentación presenta un área adicional a los costados de 20 cm, lo cual ayuda a tener una mejor estabilidad durante su servicio a las cargas de la edificación unifamiliar y multifamiliar.

4.4. Discusiones de resultados con otros autores

4.4.1. Discusión con respecto al primer objetivo específico

Con respecto a las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos encontrados en las cimentaciones superficiales de edificaciones de las riveras del lago Titicaca de la ciudad de Puno. Donde nuestros resultados en

este proceso de investigación sobre las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos de las riveras aledañas del lago Titicaca, en la cual se presenta como resultados sobre la cantidad porcentual de contenido de humedad, valor máximo 12.30%, valor mínimo 8.50%, de la misma forma se presenta los límites de consistencia, valor, máximo limite liquido 32.05%, valor máximo de limite plástico 21.57%, y como valor máximo de índice de plasticidad 10.48%. Las propiedades mecánicas se tienen, densidad relativa, valor máximo 49.11kg/m³ y valor máximo de Angulo de fricción 32.37°. Así mismo se tiene una investigación internacional de los autores Delgado & Rivera (2020), quienes indican haber realizado un investigación en suelos cohesivos con el fin de diseñar el cimiento. se tiene suelos de tipo arcilla con alta plasticidad (CH), limo de alta y baja plasticidad (MH y ML) con humedad de 23 a 44%, así mismo en propiedades mecánicas se tiene cohesión de 1.10kg/cm² y Angulo de fricción de 0 a 25°. Con capacidad de carga de 0.50 a 2.84kg/cm², con todos estos valores diseñaron los cimientos, zapatas corridas y aisladas con dimensiones de 1.70m. de la misma forma se tiene en medio nacional la investigación de (Quispe & Mamani, 2017), quienes, tuvieron como resultado que, en su estado natural, el suelo presenta una cohesión que varía entre 6.51 y 7.49 kg/cm² y un ángulo de fricción interna (ϕ) entre 19.82° y 24.12°. Sin embargo, al saturarse (condición drenada), estos valores disminuyen significativamente: la cohesión se reduce a 1.61 a 1.77 kg/cm² y el ángulo de fricción interna a 16.85° a 22.11°; en medios locales se tiene el estudio de (Aguilar W. , 2023), quien revelo que este tipo de suelo tienen un porcentaje alto contenido de finos (97.23%-98.51%) con límite líquido entre 60%-82% e índice de plasticidad de 37%-57%, donde las arcillas representaron 62.3%-66.1% de la composición. Los análisis mostraron

capacidades admisibles de 2.37 kg/cm^2 (método de Skempton), y al momento de considerar las presiones expansivas es de (0.36 kg/cm^2 en condiciones de saturación parcial) se redujo mínimamente a 2.35 kg/cm^2 (0.76% menos); finalmente se tiene el estudio de (Cabrera, Ordóñez, Carrión, & Lima, 2020), quien identificó que la napa freática del agua se localiza en profundidades de 1 y 2 metros respecto al suelo natural.

4.4.2. Discusión con respecto al primer objetivo específico

Así mismo con respecto a las capacidades portantes admisibles y últimas se presenta como resultados de cinco puntos de exploración en suelos cohesivos, expresados en kg/cm^2 . Los resultados indican que el punto de exploración C-2 tiene la mayor carga última de 2.50 kg/cm^2 y una carga admisible de 0.83 kg/cm^2 , lo que sugiere que este sitio es el más adecuado para cimentaciones, con una buena capacidad para soportar cargas estructurales. En contraste, el punto C-5 muestra la menor carga última de 2.00 kg/cm^2 y carga admisible de 0.67 kg/cm^2 , lo que podría representar un riesgo mayor de asentamiento o falla estructural si se aplica una carga significativa. Los puntos C-1 y C-3 tienen cargas últimas de 2.38 kg/cm^2 y cargas admisibles de 0.79 kg/cm^2 , lo que los coloca en un nivel intermedio de capacidad portante. En medios internacionales se tiene la investigación de Salinas (2024), quien presenta como resultado propiedades mecánicas se tiene un valor de 3.50 tn/m^2 de capacidad portante del suelo para el diseño de edificaciones; de la misma forma se tiene la investigación de (Gonzalo, 2019) quien determinó que la losa de cimentación constituye la opción más segura, demostrando una capacidad portante de 8.15 ton/m^2 que garantiza estabilidad estructural con márgenes de

seguridad adecuados para el proyecto; En medios locales se tiene el estudio de (Silva, 2021), en su estudio reveló diferencias significativas en la capacidad portante: las muestras inalteradas mostraron un promedio de 1.56kg/cm^2 ($\pm 1.52\text{kg/cm}^2$), por otro parte las remoldeadas registraron 1.12kg/cm^2 ($\pm 0.50\text{kg/cm}^2$), con una variación media de -0.44kg/cm^2 entre ambas. Estos resultados demuestran que la alteración de las muestras reduce sustancialmente más en las capacidades de cargas de suelos, lo que debe considerarse cuidadosamente al momento de realizar los diseños de cimientos con el fin de garantizar la estabilidad de las estructuras.

4.4.3. Discusión con respecto al primer objetivo específico

Con respecto a los resultados finales de las propiedades de los tipos de suelos y en la selección del tipo de cimentación para edificaciones de mediana altura, se propuso una cimentación de tipo zapata aislada con dimensiones de 2.50 m por 2.50 m. y una edificación de media altura con un peso en cada columna de 54480.0 kg, considerando estos datos se tiene, carga requerida de 0.87 kg/cm^2 , esto se realizó una comparación con las cargas admisibles, donde el valor mínimo es de 0.79kg/cm^2 . Así mismo en la investigación elaborado en medios internacionales la investigación de (Calderón, 2015), quien propuso zapatas aisladas en cada una de las columnas, unidos con estructuras de vigas de cimentación, con la finalidad de generar mayor seguridad, en la cual se presentaron dos tipos de zapatas, con denominación ZPT1 tienen irregularidad rectangular de 1.20m x 0.80m y las zapatas de ZPT2 con ubicación en el centro de la edificación, son regulares de 1.20m a cada lado; de la misma forma (Morales, 2018), también respalda nuestros hallazgos, demostrando que su



primera opción de cimientos aisladas concéntricas cumple con todo criterio de Karl Terzaghi, ya que ocupa menos del 50% del área total de construcción y supera todas las verificaciones de diseño requeridas. La investigación concluye que las cuatro soluciones de cimentación superficial evaluadas incluyendo esta propuesta— presentan un desempeño estructural adecuado frente a asentamientos diferenciales, lo que refuerza la viabilidad de este tipo de diseños en terrenos con desafíos geotécnicos; finalmente se tiene el estudio de (Vergara, 2018), quien presentaban valores de cohesión entre 0.38-0.40 kg/cm² con ángulos de fricción de 4°-8°, mientras que las arcillas de baja plasticidad mostraban cohesiones de 0.14-0.22 kg/cm² y ángulos de fricción entre 17°-19°.

CONCLUSIONES

PRIMERA. En conclusión, Este estudio nos ha permitido descifrar el lenguaje oculto de los suelos que bordean el lago Titicaca. Los números cuentan una historia clara: estamos ante terrenos con humedad variable (entre 8.5% y 12.3%) que se comportan como plastilina cuando alcanzan su punto líquido máximo (32.05%), pero se endurecen al llegar a su límite plástico (21.57%). Con una plasticidad moderada (10.48%) y una densidad que llega hasta 49.11 kg/m³, estos suelos tienen un "límite de resistencia" marcado por un ángulo de fricción de hasta 32.37°. Estos descubrimientos son como un manual de instrucciones para construir con seguridad en la zona: nos dicen exactamente cómo cimentar para que las estructuras no solo se mantengan en pie, sino que resistan el paso del tiempo en este entorno único. La lección es clara: en Puno, conocer el suelo no es opcional, es el primer paso para construir con éxito.

SEGUNDA. En conclusión, Al analizar los cinco puntos de estudio, encontramos que el terreno no se comporta igual en todos lados. El área C-2 es nuestra mejor aliada: aguanta hasta 2.50 kg/cm² en emergencias y 0.83 kg/cm² normalmente, siendo el lugar más seguro para construir. En el extremo opuesto está C-5, el más delicado: con solo 0.67 kg/cm² de resistencia, aquí las construcciones podrían hundirse o agrietarse si no tomamos precauciones. Los sectores C-1 y C-3 son un punto intermedio (0.79 kg/cm²), útiles pero que exigen diseños adaptados. Estos resultados son como un manual de instrucciones:

nos muestran dónde y cómo construir para que las casas y edificios se mantengan seguros y estables por muchos años. La naturaleza nos da estos datos, nuestro trabajo es usarlos sabiamente.

TERCERA. En conclusión, El diseño actual de zapatas aisladas de 2.50x2.50 m para soportar 54,480 kg por columna nos está diciendo algo importante: el suelo podría no estar preparado para este peso. Los números no mienten - necesitamos que el terreno resista al menos 0.87 kg/cm^2 , pero en varios puntos apenas llega a 0.79 kg/cm^2 . Esto es como poner una mesa pesada sobre piso blando: con el tiempo, las patas se hunden. Tenemos tres caminos para solucionarlo: ampliar el tamaño de las zapatas (como ponerle patas más anchas a la mesa), usar pilotes profundos (que lleguen hasta terreno firme) o mejorar el suelo existente. La decisión no es opcional, porque de ella depende que el edificio se mantenga estable y seguro por décadas, sin grietas ni hundimientos peligrosos.

RECOMENDACIONES

PRIMERA. Se sugiere a las próximas investigaciones de acuerdo a las dificultades que se tiene, seguir explorando los suelos alrededor del lago Titicaca, porque cada zona tiene sus propias particularidades. Mientras más áreas estudiemos, mejor entenderemos cómo se comporta esta tierra tan especial bajo diferentes condiciones. Y no olvidemos las estaciones, ese suelo que hoy parece firme podría volverse blando en época de lluvias, poniendo en riesgo las construcciones. Cada dato que recolectemos sobre el comportamiento del suelo será una pieza clave para construir con seguridad en esta región única, donde el agua y la tierra bailan un ritmo que debemos aprender a leer.

SEGUNDA. Para próximas investigaciones se sugiere, estudiar con más detalle cómo varía la resistencia de estos terrenos arcillosos punto por punto, realizando el ensayo de capacidad de carga, especialmente cómo reaccionan con el paso del tiempo y ante movimientos bruscos (como sismos). Estos estudios extras serán nuestra brújula: nos dirán exactamente dónde y cómo construir para que las casas y edificios no solo aguanten hoy, sino que sigan firmes por muchos años. Así evitaremos sorpresas desagradables y gastos innecesarios.

TERCERA. En próximas investigaciones se sugiere realizar propuesta de mejoramiento de suelos para el diseño de que las zapatas propuestas piden más de lo que el suelo puede dar en ciertas zonas. Necesitamos estudiar mejor el terreno para encontrar soluciones



inteligentes: quizás hacer las zapatas más grandes (como ponerle patas más anchas a una mesa pesada), usar pilotes que lleguen hasta capas más resistentes, o incluso fortalecer el suelo existente con técnicas especiales. Y después de construir, sería prudente mantener un sistema de vigilancia, como un "chequeo médico continuo" para el suelo, que nos avise si algo empieza a moverse o ceder más de lo esperado. Así podremos dormir tranquilos sabiendo que el edificio está realmente seguro, hoy y en el futuro.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, W. (2022). *"Estudio geotécnico con fines de cimentación superficial para una vivienda unifamiliar ubicada en el parque industrial, Pampa Inalámbrica, Ilo, 2020"*. Obtenido de <http://3.17.44.64/handle/20.500.12819/1903>

Aguilar, W. (2023). *"Propuesta de diseño de cimentación superficial para edificaciones sobre arcillas expansivas ubicadas en la zona lacustre del Lago Titicaca, Puno, 2023"*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/131385>

Alvarez, D. (2018). *"Diseño de cimientos a base de zapatas aisladas para torres de transmisión eléctrica aplicado en el Proyecto de Condorcocha – Tarma – Junín"*. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4414>

Bono, R. (2020). *"Diseños cuasi-experimentales y longitudinales"*. Obtenido de <https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/30783/1/D.%20cuasi%20y%20longitudinales.pdf>

Cabrera, P., Ordóñez, J., Carrión, L., & Lima, R. (2020). *"Geotecnia enfocada a cimentaciones de edificaciones de 3 pisos en la ciudad de Machala."*. Obtenido de <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17917>

Dávila, G. (2006). *"El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias"*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>



- Delgado, X., & Rivera, D. (2020). Diseño de cimentaciones superficiales para viviendas tipo de hasta tres niveles, en el barrio Emilio sarmiento, en función de las propiedades geomecánicas del subsuelo. Obtenido de <https://dspace.ucacue.edu.ec/bitstreams/5ae15fd7-82af-4421-9b90-c4dc020b12b3/download>
- Gonzalo, M. (2019). "Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en suelo arenoso en el proyecto condominio oasis, distrito de Paracas – Pisco – Ica – Perú". Obtenido de [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5488/chalco-olivos%20\(abierto\).pdf?sequence=1](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5488/chalco-olivos%20(abierto).pdf?sequence=1)
- Guevara, G., & Verdesoto, A. (2020). *"Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)"*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7591592.pdf>
- Hancco, J. (2021). *"Estabilización de suelos cohesivos con cal y cemento para mejorar la subrasante de la avenida Santa Rosa, Puno, 2021"*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80083>
- Monje, C. (2021). *"Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa"*. Obtenido de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>
- Morales, F. (2018). "Alternativas de cimentaciones superficiales para edificaciones cimentadas en un terreno con asentamiento diferencial". Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4839>



- Muñoz, A. (2022). *"Alternativas para la mitigación de asentamientos diferenciales en el edificio Av. 100 de la ciudad de Bogotá causados por la construcción de edificaciones vecinas."*. Obtenido de <https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/72538a38-f6eb-4a75-9b60-776afb25e715/content>
- Roa, R. (2019). *"Evaluación tecnico-economica de cimentaciones en terreno con baja capacidad portante, caso: edificio Marañon de Huamachuco, la perla, callao 2019"*. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2629/PROYETO%20TESIS%20FINAL.pdf;jsessionid=1CB84C6D30F711F228671C9732C9D2E5?sequence=1>
- Salinas, J. (2024). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el barrio Martha de Roldós en el cantón Puerto López. Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/7742/1/Salinas%20Mart%C3%adnez%20J%20a%20Fiorela.pdf>
- Vargas, Z. (2008). *"La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica"*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Vergara, L. (2018). "Estudio de la capacidad portante de los suelos cohesivos para cimentaciones superficiales de la zona urbana del distrito de Rumizapa, provincia de Ica, San Martín, Perú".





ANEXOS



Anexo 01. Matriz de consistencia del estudio

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	dimensiones	Indicadores
¿Cuáles son las alternativas de cimentación superficiales para edificaciones de mediana altura en suelos cohesivos de la ciudad de Puno en el año 2024?	Estudiar las alternativas de cimentación superficiales para edificaciones de mediana altura en suelos cohesivos de la ciudad de Puno en el año 2024.	Las cimentaciones superficiales adecuadas para edificaciones de mediana altura pueden ser de tipo combinada 70% de área de la planta en la ciudad de puno en el año 2024	Variable independiente Tipo de cimentación	Cimentación superficiales	Cimentaciones corridas Zapatas aislada Zapatas combinadas
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos			
¿Cómo son las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos para cimentación superficial de edificios de mediana altura de la ciudad de puno en el año 2024?	Evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos para cimentación superficial de edificaciones de mediana altura de la ciudad de puno en el año 2024.	Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos cohesivos son inferiores a los parámetros mínimos para edificaciones de mediana altura con cimentaciones superficiales en la ciudad de puno 2024.	Variable dependiente Suelos cohesivos	Propiedades físicas y mecánicas de suelos	Contenido de humedad Límite liquido Límite plástico Índice de plasticidad
¿En qué medida influirá la capacidad portante actual del suelo cohesivo en el diseño de la cimentaciones superficiales para edificios de media altura de la ciudad de puno en el año 2024?	Determinar la capacidad portante de los suelos para el diseño de área de las cimentaciones superficiales para edificios de media altura de la ciudad de puno en el año 2024	La capacidad portante del suelo influirá significativamente en el diseño de área de las cimentaciones superficiales para edificios de media altura de la ciudad de puno en el año 2024		Capacidad portante	Capacidad admisible Esfuerzo del suelo
¿Cómo influye las características del tipo de suelo en la selección del tipo de cimentación para edificaciones de mediana altura en la ciudad de puno en el año 2024?	Determinar las características del tipo de suelo en la selección del tipo de cimentación para edificaciones de mediana altura en la ciudad de puno en el año 2024	Las características del tipo de suelo influyen significativamente en la selección del tipo de cimentación para edificaciones de mediana altura en la ciudad de puno en el año 2024		Clasificación de los suelos	G por grava (gravel) S por arena (sand) M por limo (silt) C por arcilla (clay) O por suelos organico (organic soil) P for turba (peat soils)



Anexo 02. Matriz instrumental del estudio

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable independiente Tipo de cimentación	Un tipo de cimentación es la estructura que transmite la carga de servicio de una estructura al suelo, fomentando la estabilización y seguridad. Existen diversos tipos, dependiendo del suelo y la carga que deben soportar. Los cimientos en la superficie se emplean en el momento que el suelo tiene buena capacidad portante cerca de la superficie, e incluyen zapatas, losas y cimentaciones corridas. Las cimentaciones profundas, como pilotes y pilas, se utilizan cuando es necesario transferir todo tipo de carga a capas de suelos más profundas y con mayor resistencia. La elección del tipo de cimiento a utilizar es fundamental para una durabilidad y seguridad de la construcción.	La variable independiente "Tipo de Cimentación" se define operativamente a través de sus dimensiones, que incluyen las cimentaciones superficiales, y se especifica mediante los siguientes indicadores: cimentaciones corridas, zapatas aisladas y zapatas combinadas.	Cimentación superficiales	Cimentaciones corridas Zapatas aisladas Zapatas combinadas	Razón
Variable dependiente Suelos cohesivos	El tipo de suelo cohesivo, es todo aquel suelo que tiene mayor capacidad de ligantes de unión entre sus partículas, principalmente debido a la presencia de minerales de arcilla. Estas características les otorgan una considerable resistencia al corte y una baja permeabilidad. Los suelos cohesivos son conocidos por su alta plasticidad, que les permite deformarse sin romperse, y por su capacidad de retener agua. Sin embargo, también presentan desafíos, como la tendencia a experimentar asentamientos y cambios volumétricos significativos por el porcentaje de humedad que contiene en la misma. Ejemplos comunes de suelos cohesivos incluyen arcillas y limos.	La variable dependiente "suelos cohesivos" se evalúa mediante tres dimensiones clave: las propiedades físicas y mecánicas del suelo, su capacidad portante y su clasificación, las cuales permiten analizar su comportamiento de manera integral.	Propiedades físicas y mecánicas de suelos Capacidad portante Clasificación de los suelos	Contenido de humedad Límite líquido Límite plástico Índice de plasticidad Capacidad admisible Esfuerzo del suelo G por grava (gravel) S por arena (sand) M por limo (silt) C por arcilla (clay) O por suelos orgánicos (organic soil) P por turba (peat soils)	Razón

Anexo 03. Instrumentos de la investigación del estudio



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR - ASTM D-1586									
TEMA		"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"							
SOLICITANTE	: BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI								
PROF.	: 0.30 - 3.00 m.								
FECHA	: 16 DE SETIEMBRE DEL 2024								
PROF. (m)	N° DE GOLPES	NIVEL FREÁTICO	TIPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA		Q ad		
					PROF. (m)	Dr			
				PT	0.30	33.00	29.95	0.458	
					0.60	52.68	32.90	0.917	
					0.90	49.11	32.37	0.833	
				SM ARENA LIMOSA (M-2)	1.20	49.11	32.37	0.833	
					1.50	52.68	32.90	0.917	
					1.80	49.11	32.37	0.833	
					2.10	50.89	32.63	0.875	
				SM ARENA LIMOSA (M-6)	2.40	54.47	33.17	0.958	
					2.70	52.68	32.90	0.917	
					3.00	47.32	32.10	0.792	

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C- 173

**GRUPO D&M TIKARI S.A.C.****LABORATORIO DE INGENIERÍA**

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)				
TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"			
PROFUNDIDAD:	0.30 M. - 2.00 M.			
MUESTRA:	SPT N° 01, M-2			
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO			
FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024			
SOLICITANTE:	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
RECIPIENTE:	1			4
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE:	95.48			
SUELO SECO + RECIPIENTE:	88.45			
PESO RECIPIENTE:	0.00			
PESO AGUA:	7.03			
PESO DEL SUELO SECO:	88.45			
CONTENIDO DE HUMEDAD:	7.90			
PROMEDIO:	7.90			

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Gerardo Quiroga Pani Quispe
INGENIERO CIVIL
COT. N° 63921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-172

**GRUPO D&M TIKARI S.A.C.****LABORATORIO DE INGENIERÍA**

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"						
PROFUNDIDAD	: 0.30 M. - 2.00 M.			FECHA	: 16 DE SETIEMBRE DEL 2024		
MUESTRA	: SPT N° 01, M-2						
UBICACIÓN	: CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO						
SOLICITANTE	: BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI						

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 200 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 34.72 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava : 3.10 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena : 76.24 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino : 20.66 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural : 7.90 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	5.18	2.60	2.60	97.40		L.L. : 26.12 %
No.04	4.750	0.95	0.50	3.10	96.90		L.P. : NP %
No.10	2.000	2.18	6.08	9.18	90.82		I.P. : NP %
No.20	0.840	2.15	6.00	15.18	84.82		Cu : 0
No.40	0.425	2.09	5.83	21.01	78.99		Cc : 0
No.100	0.150	8.13	22.69	43.70	56.30		CLASIFICACION
No.200	0.075	12.77	35.64	79.34	20.66		SUCS : SM
<No.200		7.40	20.65	100.0			AASHTO : A-2-4(0)

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS
Gerardo William Parí Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP N° 83921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C- 173



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"
PROFUNDIDAD:	0.30 M. - 2.00 M.
MUESTRA:	SPT N° 01, M-2
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO
FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024
SOLICITANTE:	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D - 424

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO

TARRO N°	6	Z-D
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	21.25
SUELO SECO + TARRO	gr	17.86
PESO DEL TARRO	gr	5.72
PESO DEL AGUA	gr	3.38
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.14
HUMEDAD %	%	27.92
N° DE GOLPES	20	20

LIMITE PLASTICO

LIMITE LIQUIDO	26.12	LIMITE PLASTICO	:	NP
----------------	-------	-----------------	---	----

INDICE PLASTICO	:	NP
-----------------	---	----

LL = $W_n \cdot (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

ING. AUGUSTO GONZALEZ
 Gerente General
 INGENIERO CIVIL
 C.R. N° 63921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C - 172

**GRUPO D&M TIKARI S.A.C.****LABORATORIO DE INGENIERÍA**

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)				
TEMA	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"			
PROFUNDIDAD:	2.00 M. - 3.00 M.			
MUESTRA:	SPT N° 01, M-3			
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO			
FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024			
SOLICITANTE:	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
RECIPIENTE:	1			
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE:	56.29			
SUELO SECO + RECIPIENTE:	50.12			
PESO RECIPIENTE:	0.00			
PESO AGUA:	6.17			
PESO DEL SUELO SECO:	50.12			
CONTENIDO DE HUMEDAD:	12.30			
PROMEDIO:	12.30			

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
Gerardo Villanueva Pantoja
INGENIERO CIVIL
CIP N° 83921

Dirección: Jr. Apurímac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-172



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA		"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"				
PROFUNDIDAD : 2.00 M. - 3.00 M.		FECHA: 16 DE SETIEMBRE DEL 2024				
MUESTRA : SPT N° 01, M-3						
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO						
SOLICITANTE: BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI						

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 101.62 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 75.14 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava : 30.50 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena : 39.54 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino : 29.96 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural : 12.30 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	17.70	17.40	17.40	82.60		L.L. : 24.72 %
No.04	4.750	13.27	13.10	30.50	69.50		L.P. : NP %
No.10	2.000	10.89	10.07	40.57	59.43		I.P. : NP %
No.20	0.840	6.28	5.81	46.38	53.62		Cu : 0.02
No.40	0.425	4.76	4.40	50.78	49.22		Cc : 0
No.100	0.150	11.70	10.82	61.60	38.40		CLASIFICACIÓN
No.200	0.075	9.12	8.44	70.04	29.96		SUCS : SM
<No.200		32.39	29.96	100.0			AASHTO : A-2-4(0)

REPRESENTACIÓN GRÁFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD

TAMAÑO DEL GRANO EN mm

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
GERARDO WILLIAM PERI QUILSEP
INGENIERO CIVIL
CIP N° 53921

Dirección: Jr. Apurímac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-173

**GRUPO D&M TIKARI S.A.C.****LABORATORIO DE INGENIERÍA**

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"
PROFUNDIDAD:	2.00 M. - 3.00 M.
MUESTRA:	SPT N° 01, M-3
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO
FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024
SOLICITANTE:	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI

LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM - D - 424**LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90**LIMITE LIQUIDO**

TARRO N°		T-08	B-0
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	29.05	28.96
SUELO SECO + TARRO	gr	26.96	26.99
PESO DEL TARRO	gr	18.91	18.96
PESO DEL AGUA	gr	2.09	1.97
PESO DEL SUELO SECO	gr	8.05	8.03
HUMEDAD %	%	25.96	24.53
N° DE GOLPES		21	21

LIMITE PLASTICO

LIMITE LIQUIDO	24.72	LIMITE PLASTICO	: NP
-----------------------	--------------	------------------------	-------------

INDICE PLASTICO	:	NP
------------------------	----------	-----------

LL = $W_n \cdot (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

TEPLANTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Gervasio William Part Outage
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

Dirección: Jr. Apurímac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C - 172



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

[illegible]

**GRUPO D&M TIKARI S.A.C.****LABORATORIO DE INGENIERÍA**

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)				
TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"			
PROFUNDIDAD MUESTRA:	0.30 M - 3.30 MTS. SPT - 02 - M-2			
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO			
FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024			
SOLICITANTE:	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
RECIPIENTE:	1			
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE:	346.62			
SUELO SECO + RECIPIENTE:	315.25			
PESO RECIPIENTE:	0.00			
PESO AGUA:	31.37			
PESO DEL SUELO SECO:	315.25			
CONTENIDO DE HUMEDAD:	10.00			
PROMEDIO:	10.00			

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
GERARDO WILLYN FARI QUISPE
INGENIERO CIVIL
C.R. N° 83921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com C-381



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"						
PROFUNDIDAD :	0.30 M - 3.30 MTS.						
MUESTRA :	SPT - 02 - M-2						
UBICACIÓN :	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO			FECHA :	16 DE SETIEMBRE DEL 2024		
SOLICITANTE :	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI						

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 159.65 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 146.18 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava : 0.10 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena : 9.20 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino : 90.70 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural : 10.00 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.L. : 32.05 %
No.04	4.750	0.22	0.10	0.10	99.90		L.P. : 21.57 %
No.10	2.000	0.67	0.46	0.56	99.44		I.P. : 10.48 %
No.20	0.840	2.93	2.00	2.56	97.44		Cu : 1
No.40	0.425	3.15	2.15	4.71	95.29		Cc : 1
No.60	0.250	1.65	1.13	5.84	94.16		
No.100	0.150	2.40	1.64	7.48	92.52		CLASIFICACION
No.200	0.075	2.67	1.82	9.30	90.70		SUCS : CL
<No.200		132.71	90.69	100.00			AASHTO : A-6(9)

REPRESENTACION GRAFICA TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

Gerardo Wilfredo Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-381

**GRUPO D&M TIKARI S.A.C.****LABORATORIO DE INGENIERÍA**

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"
PROFUNDIDAD MUESTRA UBICACIÓN FECHA SOLICITANTE	0.30 M - 3.30 MTS. SPT - 02 - M-2 CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO 16 DE SETIEMBRE DEL 2024 BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI

**LIMITES DE CONSISTENCIA
ASTM - D - 424****LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90****LIMITE LIQUIDO**

TARRO N°	1-R	S-10
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	36.98
SUELO SECO + TARRO	gr	32.71
PESO DEL TARRO	gr	19.71
PESO DEL AGUA	gr	4.27
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.00
HUMEDAD %	%	32.85
N° DE GOLPES	25	25

LIMITE PLASTICO

T-22	T-62
9.01	9.11
8.51	8.57
6.17	6.09
0.50	0.54
2.34	2.48
21.37	21.77

LIMITE LIQUIDO	32.05	LIMITE PLASTICO	21.57
-----------------------	--------------	------------------------	--------------

INDICE PLASTICO : 10.48

LL = $W_n \cdot (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
 W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS
Gerardo Wilfredo Pani Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 63921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C - 381



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

[illegible]



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)

TEMA: "FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"

PROFUNDIDAD: 0.20 M. - 2.20 M.
MUESTRA: SPT N° 03, M-2
UBICACIÓN: CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO
FECHA: 16 DE SETIEMBRE DEL 2024
SOLICITANTE: BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

RECIPIENTE:	1			
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE:	195.42			
SUELO SECO + RECIPIENTE:	182.95			
PESO RECIPIENTE:	0.00			
PESO AGUA:	12.47			
PESO DEL SUELO SECO:	182.95			
CONTENIDO DE HUMEDAD:	6.80			
PROMEDIO:	6.80			

GRUPO D&M
TIKARI S.A.C.

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

Gerardo Wilfredo Parí Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP N° 63821

C-172

**GRUPO D&M TIKARI S.A.C.****LABORATORIO DE INGENIERÍA**

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"						
PROFUNDIDAD : 0.20 M. - 2.20 M.				FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024		
MUESTRA : SPT N° 03, M-2							
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO							
SOLICITANTE: BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI							

Tamíes ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 200 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 35.62 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava : 3.10 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena : 67.10 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino : 29.80 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural : 6.80 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	5.20	2.60	2.60	97.40		L.L. : 23.20 %
No.04	4.750	1.05	0.50	3.10	96.90		L.P. : NP %
No.10	2.000	2.15	5.85	8.95	91.05		I.P. : NP %
No.20	0.840	2.06	5.60	14.55	85.45		Cu : 0
No.40	0.425	2.06	5.60	20.15	79.85		Cc : 0
No.100	0.150	7.15	19.45	39.60	60.40		CLASIFICACION
No.200	0.075	11.25	30.60	70.20	29.80		SUCS : SM
<No.200		10.95	29.79	100.0			AASHTO : A-2-4(0)

REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD

TAMAÑO DEL GRANO EN mm

% QUE PASA EN PESO

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS
Gerardo William Pani Quispe
INGENIERO CIVIL
D.R. N° 83921

Dirección: Jr. Apurímac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-173



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"
PROFUNDIDAD:	0.20 M. - 2.20 M.
MUESTRA:	SPT N° 03, M-2
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO
FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024
SOLICITANTE:	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D - 424

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO

TARRO N°		1	2
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	22.22	28.25
SUELO SECO + TARRO	gr	19.02	22.15
PESO DEL TARRO	gr	5.75	5.18
PESO DEL AGUA	gr	3.20	4.10
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.27	16.97
HUMEDAD %	%	24.11	24.16
N° DE GOLPES		18	18

LIMITE PLASTICO

LIMITE LIQUIDO	23.20	LIMITE PLASTICO	:	NP
----------------	-------	-----------------	---	----

INDICE PLASTICO	:	NP
-----------------	---	----

LL = $W_n \cdot (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
 W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-172

**GRUPO D&M TIKARI S.A.C.****LABORATORIO DE INGENIERÍA**

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)				
TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"			
PROFUNDIDAD MUESTRA:	2.20 M - 3.30 MTS. SPT - 03 - M-3			
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO			
FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024			
SOLICITANTE:	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
RECIPIENTE:	1			
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE:	255.25			
SUELO SECO + RECIPIENTE:	235.26			
PESO RECIPIENTE:	0.00			
PESO AGUA:	19.99			
PESO DEL SUELO SECO:	235.26			
CONTENIDO DE HUMEDAD:	8.50			
PROMEDIO:	8.50			

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

C-381

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

**GRUPO D&M TIKARI S.A.C.****LABORATORIO DE INGENIERÍA**

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"					
PROFUNDIDAD :	2.20 M - 3.30 MTS.					
MUESTRA :	SPT - G3 - M-3					
UBICACIÓN :	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO			FECHA :	16 DE SETIEMBRE DEL 2024	
SOLICITANTE :	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI					
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)						
Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000					Peso inicial : 161.25 Grs
2 1/2"	63.000				100.00	Peso fracción : 145.25 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Grava : 0.10 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Arena : 9.81 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Fino : 90.09 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	W natural : 8.50 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L.L. : 31.16 %
No.04	4.750	0.18	0.10	0.10	99.90	L.P. : 21.44 %
No.10	2.000	0.55	0.45	0.55	99.45	I.P. : 9.73 %
No.20	0.840	2.85	1.96	2.51	97.49	Cu : 1
No.40	0.425	2.95	2.03	4.54	95.46	Cc : 1
No.60	0.250	2.64	1.82	6.36	93.64	
No.100	0.150	2.55	1.75	8.11	91.89	CLASIFICACION
No.200	0.075	2.51	1.80	9.91	90.09	SUCS : ML
<No.200		131.00	90.10	100.0		AASHTO : A-4(8)

**REPRESENTACION GRAFICA
TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
INGENIERIA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Gerardo Wilfredo Parí Quispe
INGENIERO CIVIL
C.R. N° 83921

Dirección: Jr. Apurímac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-381



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"
PROFUNDIDAD MUESTRA	2.20 M - 3.30 MTS.
UBICACIÓN	SPT - 03 - M-3
FECHA	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO
SOLICITANTE	16 DE SETIEMBRE DEL 2024
	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI

LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM - D - 424

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

ASTM - D424 D-4318

AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO

TARRO N°	T-O	2
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	36.36
SUELO SECO + TARRO	gr	32.45
PESO DEL TARRO	gr	19.85
PESO DEL AGUA	gr	3.91
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.60
HUMEDAD %	%	31.03
N° DE GOLPES		27

LIMITE PLASTICO

1	2
9.05	9.13
8.55	8.59
6.18	6.11
0.50	0.54
2.37	2.48
21.10	21.77

LIMITE LIQUIDO	31.16	LIMITE PLASTICO	21.44
----------------	-------	-----------------	-------

INDICE PLASTICO	9.73
-----------------	------

LL = $W_n \cdot (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

INGENIERIA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS
Gerardo Wilmar Pani Quispe
INGENIERO CIVIL
D.N. N° 83921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-381



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR - ASTM D-1586										
TEMA		"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"								
SOLICITANTE		: BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI								
PROF.		: 0.30 - 3.00 m.								
FECHA		: 16 DE SETIEMBRE DEL 2024								
PROF. (m)		N° DE GOLPES		NIVEL FREÁTICO	TIPO DE SUELO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA PROF. (m) Dr		Q	Q ad
						PT	0.30	45.53	31.83	0.750
						CL ARCILLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDAD	0.60	36.58	30.49	0.542
							0.90	43.74	31.56	0.708
							1.20	45.53	31.83	0.750
							1.50	47.32	32.10	0.792
							1.80	50.89	32.63	0.875
						ML LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD	2.10	54.47	33.17	0.958
							2.40	45.53	31.83	0.750
							2.70	41.95	31.29	0.667
							3.00	45.53	31.83	0.750

C - 381



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)				
TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"			
PROFUNDIDAD MUESTRA:	0.30 M - 1.80 MTS. SPT - 04 - M-2			
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO			
FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024			
SOLICITANTE:	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
RECIPIENTE:	1			
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE:	264.23			
SUELO SECO + RECIPIENTE:	245.12			
PESO RECIPIENTE:	0.00			
PESO AGUA:	19.11			
PESO DEL SUELO SECO:	245.12			
CONTENIDO DE HUMEDAD:	7.80			
PROMEDIO:	7.80			

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

C-381

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"						
PROFUNDIDAD :	0.30 M - 1.80 MTS.						
MUESTRA :	SPT - 04 - M-2						
UBICACIÓN :	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO				FECHA :	16 DE SETIEMBRE DEL 2024	
SOLICITANTE :	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI						

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 185.25 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 155.25 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava : 0.10 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena : 9.35 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino : 90.55 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural : 7.80 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.L. : 35.87 %
No.04	4.750	0.17	0.10	0.10	99.90		L.P. : 22.11 %
No.10	2.000	0.85	0.55	0.65	99.35		I.P. : 11.76 %
No.20	0.840	2.65	1.71	2.36	97.64		Cu : 1
No.40	0.425	3.11	2.00	4.36	95.64		Cc : 1
No.60	0.250	2.85	1.83	6.19	93.81		
No.100	0.150	2.48	1.60	7.79	92.21		CLASIFICACION
No.200	0.075	2.58	1.66	9.45	90.55		SUCS : CL
<No.200		140.73	90.56	100.0			AASHTO : A-4(8)

REPRESENTACION GRAFICA TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

Ing. AUS. CARLOS TORRES YASATO
Gerente Willyam Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
Nº. N° 83921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-381



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"
PROFUNDIDAD MUESTRA UBICACIÓN FECHA SOLICITANTE	0.30 M - 1.80 MTS. SPT - 04 - M-2 CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO 16 DE SETIEMBRE DEL 2024 BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D - 424

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO

TARRO N°	Z-A	W
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	37.45
SUELO SECO + TARRO	gr	33.12
PESO DEL TARRO	gr	19.82
PESO DEL AGUA	gr	4.33
PESO DEL SUELO SECO	gr	13.30
HUMEDAD %	%	32.56
N° DE GOLPES		29

LIMITE PLASTICO

1	2
10.05	9.15
9.33	8.62
6.19	6.13
0.72	0.53
3.14	2.49
22.93	21.29

LIMITE LIQUIDO	33.87	LIMITE PLASTICO	22.11
----------------	-------	-----------------	-------

INDICE PLASTICO	11.76
-----------------	-------

LL = $W_n \cdot (N/25)^{0.121}$
Donde:
LL = Limite Liquido
 W_n = Contenido de Humedad Promedio (%)
N = Numero de Golpes

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

Gerardo Wilfredo Part Quispe
INGENIERO CIVIL
C.N. N° 83921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-381



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)				
TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"			
PROFUNDIDAD MUESTRA:	1.80 M - 3.00 MTS. SPT - 04 - M-3			
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO			
FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024			
SOLICITANTE:	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
RECIPIENTE:	1			
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE:	346.62			
SUELO SECO + RECIPIENTE:	315.25			
PESO RECIPIENTE:	0.00			
PESO AGUA:	31.37			
PESO DEL SUELO SECO:	315.25			
CONTENIDO DE HUMEDAD:	10.00			
PROMEDIO:	10.00			

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

C-381

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

**GRUPO D&M TIKARI S.A.C.****LABORATORIO DE INGENIERÍA**

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"						
PROFUNDIDAD:	1.00 M - 3.00 MTS.						
MUESTRA:	SPT - 04 - M-3						
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO			FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024		
SOLICITANTE:	BACH. SHERIE DOLLY MAMANI MAMANI						
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)							
Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 160.25 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 88.15 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava : 1.50 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena : 13.69 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino : 84.71 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural : 10.00 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.L. : 31.27 %
No.04	4.750	2.55	1.60	1.60	98.40		L.P. : NP %
No.10	2.000	0.52	0.69	2.29	97.71		I.P. : NP %
No.20	0.840	2.85	3.18	5.47	94.53		Cu : 1
No.40	0.425	2.45	2.73	8.20	91.80		Cc : 1
No.60	0.250	2.15	2.40	10.60	89.40		
No.100	0.150	2.35	2.62	13.22	86.78		CLASIFICACIÓN
No.200	0.075	1.85	2.07	15.29	84.71		SUCS : ML
<No.200		75.88	84.70	100.0			AASHTO : A-4(0)

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD**

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
Gerardo William Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
C.R. N° 83921

Dirección: Jr. Apurímac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-381



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"
PROFUNDIDAD MUESTRA UBICACIÓN FECHA SOLICITANTE	1.80 M - 3.00 MTS. SPT - 04 - M-3 CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO 16 DE SETIEMBRE DEL 2024 BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D - 424

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO

TARRO N°	Q-Q	R-G
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	36.88
SUELO SECO + TARRO	gr	32.65
PESO DEL TARRO	gr	19.68
PESO DEL AGUA	gr	4.23
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.97
HUMEDAD %	%	32.61
N° DE GOLPES		21

LIMITE PLASTICO

LIMITE LIQUIDO	31.27	LIMITE PLASTICO	NP
----------------	-------	-----------------	----

INDICE PLASTICO	:	NP
-----------------	---	----

$LL = Wn \cdot (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

GERARDO WILLIAM PARI QUISPE
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 83921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-381



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

[illegible]

C - 381



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)				
TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"			
PROFUNDIDAD MUESTRA:	0.30 M - 1.60 MTS. SPT - 05 - M-2			
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO			
FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024			
SOLICITANTE:	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
RECIPIENTE:	1			
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE:	285.14			
SUELO SECO + RECIPIENTE:	265.22			
PESO RECIPIENTE:	0.00			
PESO AGUA:	19.92			
PESO DEL SUELO SECO:	265.22			
CONTENIDO DE HUMEDAD:	7.50			
PROMEDIO:	7.50			

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
Esp. AUSTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Gerardo William Pari Quispe
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

C - 381

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"						
PROFUNDIDAD :	0.30 M - 1.60 MTS.						
MUESTRA :	SPT - 05 - M-2						
UBICACIÓN :	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO			FECHA :	16 DE SETIEMBRE DEL 2024		
SOLICITANTE :	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI						

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 195.22 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 162.23 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava : 0.10 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena : 8.67 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino : 91.23 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural : 7.50 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		L.L. : 34.15 %
No.04	4.750	0.15	0.10	0.10	99.90		L.P. : 24.26 %
No.10	2.000	0.91	0.56	0.66	99.34		I.P. : 9.89 %
No.20	0.840	2.14	1.32	1.98	98.02		Cu : 1
No.40	0.425	3.85	2.37	4.35	95.65		Cc : 1
No.60	0.250	2.65	1.63	5.98	94.02		
No.100	0.150	2.41	1.48	7.46	92.54		CLASIFICACIÓN
No.200	0.075	2.12	1.31	8.77	91.23		SUCS : ML
<No.200		148.15	91.23	100.0			AASHTO : A-4(9)

REPRESENTACIÓN GRÁFICA TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

Gerardo W. P. Quiroga
INGENIERO CIVIL
RUC N° 83921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-381



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"
PROFUNDIDAD MUESTRA UBICACIÓN FECHA SOLICITANTE	0.30 M - 1.60 MTS. SPT - 05 - M-2 CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO 16 DE SETIEMBRE DEL 2024 BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D - 424

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO

TARRO N°		Z-Z	2
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	38.42	39.12
SUELO SECO + TARRO	gr	34.12	34.12
PESO DEL TARRO	gr	21.25	19.40
PESO DEL AGUA	gr	4.30	5.00
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.87	14.72
HUMEDAD %	%	33.41	33.97
N° DE GOLPES		28	28

LIMITE PLASTICO

1	2
11.05	9.85
10.12	9.12
6.25	6.14
0.93	0.73
3.87	2.98
24.03	24.50

LIMITE LIQUIDO	34.15	LIMITE PLASTICO	24.26
----------------	-------	-----------------	-------

INDICE PLASTICO	9.89
-----------------	------

$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

ESP. ALUM. SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS
 Gerardo William Pari Quispe
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 83921

Dirección: Jr. Apurimac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-381



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216)				
TEMA:	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"			
PROFUNDIDAD:	1.60 M. - 3.00 M.			
MUESTRA:	SPT N° 05, M-3			
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO			
FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024			
SOLICITANTE:	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI			
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
RECIPIENTE:	1			
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE:	115.12			
SUELO SECO + RECIPIENTE:	105.25			
PESO RECIPIENTE:	0.00			
PESO AGUA:	9.87			
PESO DEL SUELO SECO:	105.25			
CONTENIDO DE HUMEDAD:	9.40			
PROMEDIO:	9.40			

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.
GERENTE GENERAL
Gerardo Páez Páez
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 83921

Dirección: Jr. Apurímac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com C-172



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"						
PROFUNDIDAD : 1.60 M. - 3.00 M.				FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024		
MUESTRA : SPT N° 05, M-3							
UBICACIÓN : CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO							
SOLICITANTE: BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI							

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 185 Grs
2 1/2"	63.000				100.00		Peso fracción : 22.22 Grs
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Grava : 3.20 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		Arena : 71.22 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino : 25.58 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural : 9.40 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
3/8"	9.500	5.05	2.70	2.70	97.30		LL : 24.75 %
No.04	4.750	0.96	0.50	3.20	96.80		L.P. : NP %
No.10	2.000	2.19	9.54	12.74	87.26		I.P. : NP %
No.20	0.840	2.16	9.41	22.15	77.85		Cu : 0
No.40	0.425	2.11	9.19	31.34	68.66		Cc : 0
No.100	0.150	8.14	35.46	66.80	33.20		CLASIFICACIÓN
No.200	0.075	1.75	7.62	74.42	25.58		SUCS : SM
<No.200		5.67	25.57	100.0			AASHTO : A-2-4(0)

REPRESENTACIÓN GRÁFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD

Dirección: Jr. Apurímac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-173



GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

LABORATORIO DE INGENIERÍA

Asesoría, control de calidad en obra en Suelos, Concreto y Asfalto

RUC: 20602136001

TEMA	"FALLAS ESTRUCTURALES DE LAS CIMENTACIONES SUPERFICIALES EN VIVIENDAS UBICADAS EN LA RIBERA DEL LAGO TITICACA - SECTOR CHULLUNI - PUNO"
PROFUNDIDAD:	1.60 M. - 3.00 M.
MUESTRA:	SPT N° 05, M-3
UBICACIÓN:	CENTRO POBLADO CHULLUNI - PUNO
FECHA:	16 DE SETIEMBRE DEL 2024
SOLICITANTE:	BACH. SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM - D - 424

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LIMITE LIQUIDO

TARRO N°		1	2
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	21.22	25.24
SUELO SECO + TARRO	gr	17.85	21.43
PESO DEL TARRO	gr	5.71	5.15
PESO DEL AGUA	gr	3.37	3.81
PESO DEL SUELO SECO	gr	12.14	16.28
HUMEDAD %	%	27.76	23.40
N° DE GOLPES		19	19

LIMITE PLASTICO

LIMITE LIQUIDO	24.75	LIMITE PLASTICO	:	NP
----------------	-------	-----------------	---	----

INDICE PLASTICO	:	NP
-----------------	---	----

$LL = W_n \cdot (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes

GRUPO D&M TIKARI S.A.C.

CIP. JUAN CARLOS GARCIA YAGUAPUS
 Gerente WINKAT, Puri Quespe
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 83921

Dirección: Jr. Apurímac Nro. 1562, Manco Capac - Email: grupotikari@gmail.com

C-172



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

**AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV**

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 15-01-2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: SHEBIE DOLLY MAMANI MAMANI

Dirección: JR. RAMON CASTILLA 1038 CERCADO

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 72471549

Teléfono: 996665966

email: sdmm90021@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____

email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: MAESTRÍA EN INGENIERÍA

Escuela Profesional o Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

Título o Grado Académico a optar: MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐

Tesis ☒

Trabajo de Suficiencia Profesional ☐

Trabajo Académico ☐

Título: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES PARA EDIFICACIONES DE MEDIANA ALTURA
EN SUELOS COHESIVOS DE LA CIUDAD DE PUNO 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): CIMENTACIONES SUPERFICIALES, EDIFICIO DE MEDIANA ALTURA, PROPIEDADES DE
SUELOS Y SUELOS COHESIVOS.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☐ Título ☐ 2da Especialidad ☒ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☒ Internacional

☐ Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P50

Firma de Autor



huella digital

15-01-2026

Fecha