

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

Grado de incidencia del nivel freático en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares, Chalhuanhuacho 2023

ASESOR:

Ing. Gamarra Mota, Rubén

AUTOR:

Bach. Huanaco Chumbez, Gilbert

Para optar el título profesional de: **Ingeniero Civil**

Abancay - Apurímac – Perú

2024



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

ACTA DE EXAMEN DE TITULACIÓN N°010-2024-EPIC-FI- UTEA- SA

Reunidos el Jurado Evaluador constituido por los señores Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de los Andes:

- MSc. Ing. Angel MALDONADO MENDÍVIL *PRESIDENTE*
- Mg. Marco Antonio GÁLVEZ QUINTANA *DICTAMINANTE*
- Ph.D. VASQUEZ RAMÍREZ, Abbon Alex *REPLICANTE*

y el (la) postulante al TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (a) CIVIL,
Bachiller: **HUANACO CHUMBEZ, Gilbert con código de matrícula N°201615461-K.**

Ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes, aprobado mediante resolución de consejo Universitario N°1879-2023-UTEA-CU, de fecha 03 de julio del 2023, respecto a la sustentación de tesis, para optar al título profesional de Ingeniero Civil.

SUSTENTACIÓN DE TESIS titulado: "Grado de incidencia del nivel freático en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares, Challhuahuacho 2023", habiendo aprobado con la nota de once (11).

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 266.

Abancay, 15 de abril 2024.

MSc. Ing. Angel MALDONADO MENDÍVIL
PRESIDENTE

Mg. Marco Antonio GÁLVEZ QUINTANA
DICTAMINANTE

Ph.D. VASQUEZ RAMÍREZ, Abbon Alex
REPLICANTE

Grado de incidencia del nivel freático en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares, Challhuahuacho 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Tecnológica de los Andes Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%

Datos del Autor		
Nombres y apellidos	:	Gilbert Huanaco Chumbez
Tipo de Documento de Identidad	:	D.N.I.
Número de Documento de Identidad	:	48805421
URL.ORCID (opcional)	:	No aplica
Datos del Asesor		
Nombres y apellidos	:	Rubén Gamarra Mota
Tipo de Documento de Identidad	:	D.N.I.
Número de Documento de Identidad	:	41213842
URL.ORCID	:	https://orcid.org/0009-0002-3046-5485
Datos de investigación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela Profesional	:	Ingeniería civil
Línea de investigación	:	Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	:	Enero 2023 - abril 2024
Fuente de financiamiento	:	Autofinanciada
Porcentaje de similitud	:	21%
URL.ORCID	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/Ford#2.01.01

DEDICATORIA

A Dios y a mis padres, les agradezco infinitamente por su amor, paciencia y confianza en mí, este logro no sería posible sin su constante apoyo y dedicación.

AGRADECIMIENTO

A la universidad tecnológica de los andes y a mis estimados docentes, les estaré siempre agradecido por su invaluable contribución a mi formación académica y personal.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
ACTA DE SUSTENTACION.....	ii
REPORTE DE SIMILITUD.....	iii
METADATOS.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE FIGURAS	xv
ACRÓNIMOS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.2.1 Problema general	4
1.2.2 Problemas específicos.....	4
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos de la investigación.....	6

1.4.1	Objetivo general.....	6
1.4.2	Objetivos específicos.....	6
1.5	Delimitación de la investigación	6
1.5.1	Espacial.....	6
1.5.2	Temporal	7
1.5.3	Social.....	7
1.5.4	Conceptual	7
1.6	Viabilidad de la investigación	7
1.7	Limitaciones	8
CAPÍTULO II		10
MARCO TEÓRICO.....		10
2.1	Antecedentes de investigación.....	10
2.1.1	A nivel internacional.....	10
2.1.2	Antecedentes nacionales.....	13
2.2	Bases teóricas.....	16
2.2.1	La incidencia de la precipitación en la capacidad portante del suelo	16
2.2.1.1	Precipitación.....	16
2.2.2	Incidencia de la Infiltración en la capacidad portante del suelo.	18
2.2.2.1	La intervención de la infiltración	18
2.2.2.2	Factores de la infiltración.	19
2.2.2.3	Factores que inciden el nivel freático.	20
2.2.3	Caracterización del suelo en cimentaciones superficiales.....	21

2.2.3.1	Contenido de humedad	23
2.2.3.1	Estado de límites de consistencia	23
2.2.3.2	Análisis granulométrico	25
2.2.3.3	Clasificación de suelos.....	25
2.2.3.4	Densidad de suelos.....	28
2.2.3.4.1	Peso específico de suelos.....	28
2.2.3.5	Triaxial.....	29
2.2.3.6	Cimentaciones superficiales en edificaciones	30
2.2.3.6.1	Profundidades de los cimientos.....	31
2.2.3.7	Capacidad portante de cimientos superficiales.....	31
2.2.3.8	Factores que afectaran a la capacidad portante de los suelos ..	32
2.2.3.8.1	Parámetros geotécnicos.....	32
2.2.3.8.2	Ángulos de fricción interna y cohesiones	33
2.2.3.9	Determinación de la capacidad portante de los suelos	34
2.2.3.10	Teoría de capacidad de carga de meyerhof	34
2.3	Marco conceptual.....	36
CAPÍTULO III		39
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....		39
3.1	Hipótesis	39
3.1.1	Hipótesis general	39
3.1.2	Hipótesis específicas	39
3.2	Método de la investigación.....	39

3.2.1	Método deductivo	39
3.3	Tipo de investigación.....	40
3.4	Nivel o alcance de investigación	41
3.5	Diseño de investigación	41
3.6	Operacionalización de variable	42
3.7	Población y muestra.....	44
3.7.1	Población:.....	44
3.7.2	Muestra.....	44
3.8	Técnicas e instrumentos	45
3.8.1	Técnicas	46
3.8.2	Herramientas	47
3.9	Consideraciones éticas	47
3.10	Procesamiento de estadísticos	48
CAPÍTULO IV.....		50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		50
4.1	RESULTADOS.....	50
4.1.1	O.E.1: Evaluación de la incidencia de la precipitación.....	50
4.1.2	O.E.2: Evaluación de la incidencia de la infiltración.....	53
4.1.2.1	Ensayos de percolación	53
4.1.3	O.E.3: Determinación de nivel freático en la caracterización del suelo. 57	
4.1.3.1	Resultados de ensayos de contenido de humedad.....	57

4.1.3.2	Análisis de ensayos de límites de consistencia.....	59
4.1.3.3	Análisis granulométrico y caracterización de suelos	63
4.1.3.4	Análisis de los resultados de ensayo de densidad de campo	67
4.1.3.5	Análisis de los resultados de ensayo triaxial.	67
4.1.4	O.G; Determinación de grado de incidencia del nivel freática, en la capacidad portante de suelos en las cimentaciones superficiales.	68
4.1.4.1	Estimación de metrado de cargas.....	70
4.1.4.2	Caso I: verificación de cimentación actual de las viviendas	71
4.1.4.3	Caso II: Redimensionamiento de cimentación de las viviendas.	73
4.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	74
4.3	PRUEBA DE HIPÓTESIS	80
	CONCLUSIONES.....	84
	RECOMENDACIONES	86
	ASPECTOS AMINISTRATVOS.....	87
	Recursos.....	87
	Presupuesto y financiamiento.....	88
	Presupuesto	88
	Financiamiento.....	89
	BIBLIOGRAFÍA	90
	ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Categorización de suelos basados en los resultados de la prueba de infiltración	19
Tabla 2 Cantidad mínima de espécimen de material húmedo	23
Tabla 3 Tamaños y aberturas de los tamices y el tipo de suelo.....	25
Tabla 4 Tabla teórica de formato SUCS	26
Tabla 5 Tabla de valores representativos	33
Tabla 6 Operacionalización de variables	42
Tabla 7 Formato de observación del nivel freático.....	51
Tabla 8 Cuadro de precipitación, ascenso y descenso del nivel freático	52
Tabla 9 Test de percolacion calicata C-01	53
Tabla 10 Valores de licuación de suelo calicata C-01.....	54
Tabla 11 Test de percolación calicata C-02.....	54
Tabla 12 Valores de licuación de suelos calicata C-02.....	54
Tabla 13 Test de percolación calicata C-03.....	55
Tabla 14 Valores de licuación de suelo calicata C-03.....	55
Tabla 15 Resultados de test de percolación	56
Tabla 16 Contenido de humedad calicata C-01	57
Tabla 17 Contenido de humedad calicata C-02.....	58
Tabla 18 Contenido de humedad Calicata C-03	58
Tabla 19 Resultados del ensayo de limite liquido	60
Tabla 20 Resultados del ensayo de limite plástico	60

Tabla 21	Resultados de los ensayos de la calicata C-01	60
Tabla 22	Ensayo de limite liquido calicata C-02.....	61
Tabla 23	Ensayo de limite plástico calicata C-02.....	61
Tabla 24	Resultados de los límites de consistencia (Atterberg calicata C-02).....	61
Tabla 25	Ensayo de limite liquido calicata C-03.....	62
Tabla 26	Ensayo de limite plástico calicata C-03.....	62
Tabla 27	Resultados finales (limites de Atterberg calicata C-03).....	63
Tabla 28	Caracterización del tipo de suelo barrio Álamos calicata C-01	64
Tabla 29	Clasificación de suelo del barrio Álamos calicata C-01	64
Tabla 30	Caracterización del tipo de suelo del barrio Wichaypampa zona A calicata C-02	65
Tabla 31	Clasificación de suelo del barrio Wichaypampa zona A calicata C-02..	65
Tabla 32	Características del tipo de suelo barrio Wichaypampa zona B calicatas C-03	66
Tabla 33	Clasificación de suelo del barrio Wichaypampa zona B calicata C-03..	66
Tabla 34	Resumen de análisis de datos de densidad de campo	67
Tabla 35	Resultados de ensayo triaxial	68
Tabla 36	Cuadro de datos generales usados en el cálculo calicata C-01.....	69
Tabla 37	Capacidad de carga barrio Wichaypampa zona A calicata C-02	69
Tabla 38	Capacidad de carga barrio Wichaypampa zona B calicata C-03	70
Tabla 39	Estimación de pesos de las viviendas en estudio	70
Tabla 40	Cuadro de resumen de cálculos obtenido.....	71

Tabla 41 Cuadro de resultados de redimensionamiento.....	73
Tabla 42 Medición de grado de incidencia de nivel freático en la capacidad portante	74
Tabla 43 Análisis correlacional entre el nivel freático y la capacidad portante....	81
Tabla 44 Análisis de la precipitación de la incidencia en la capacidad portante ..	82
Tabla 45 Análisis correlacional incidencia de infiltración en la capacidad portante	82
Tabla 46 Análisis correlacional incidencia de nivel freático en la caracterización de suelos	83
Tabla 47 Recursos (humanos, materiales y equipos, servicios a terceros)	87
Tabla 48 Cronograma de actividades	87
Tabla 49 Presupuesto	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representación gráfica para determinar los parámetros de la capacidad portante.....	30
Figura 2 Variación de precipitación vs nivel freática	52
Figura 3 Resultados de ensayo de percolación de las calicatas	56
Figura 4 Resumen de contenido de humedad de las calicatas.....	58

ACRÓNIMOS

- SENAMHI** : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- ENEI** : Institución Nacional de Estadística e Informática.
- LEM** : Laboratorio de Ensayo de Materiales.

RESUMEN

El presente estudio tiene el objetivo de determinar grado de incidencia del nivel freático en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares, Challhuahuacho 2023, en la parte metodológico, se formuló un enfoque cuantitativo con diseño longitudinal, y una muestra conformada por 03 viviendas de concreto armado con nivel freático sobre sus cimientos superficiales, para la determinación de la capacidad portante del suelo, se usó el método de Meyerhof para la calculación de la capacidad portante del suelo, en la calicata C-01 cimentación actual tiene una carga ultima de 24.49tn/m^2 , factor de seguridad 1.75 cimentación inadecuada, con dimensiones recalculada $B=1.5\text{m}$ y $L=2.30\text{m}$ carga ultima de 31.70tn/m^2 factor de seguridad 6.53 cimentación adecuada, en la calicata C-02 del barrio Wichaypampa zona A tiene carga ultima de 45.73tn/m^2 , factor de seguridad 4.02 cimentación adecuada, en la calicata C-03 del barrio Wichaypampa zona B una carga ultima de 21.51tn/m^2 , factor de seguridad 1.26 cimentación inadecuada, con dimensiones recalculada $B=2.10\text{m}$ y $L=3.20\text{m}$ carga ultima 20.09tn/m^2 y factor de seguridad 7.19 cimentación adecuada.

Donde se determinó el grado de incidencia en las tres viviendas de los barrios; C-01 grado incidencia 135%, C-3 grado de incidencia de 116% y en C-2 grado de incidencia 100%, entre la cimentación actual vs dimensiones de los cimientos recalculadas con presencia de nivel freático, además según la organización de suelos según el sistema SUCS las tres zonas en estudio representa un suelo arena arcillosa con grava.

Palabras clave. Nivel freático, capacidad portante, cimentaciones superficiales, precipitación, infiltración.

ABSTRACT

The objective of this study is to determine the degree of incidence of the water table on the bearing capacity of the soil in the superficial foundations in family buildings, Challhuahuacho 2023. In the methodological part, a quantitative approach was formulated with a longitudinal design, and a sample made up of 03 reinforced concrete homes with a water table on their surface foundations, to determine the bearing capacity of the soil, the Meyerhof method was used to calculate the bearing capacity of the soil, in pit C-01 the current foundation has a load ultimate load of 24.49tn/m², safety factor 1.75 inadequate foundation, with recalculated dimensions B=1.5m and L=2.30m ultimate load of 31.70tn/m² safety factor 6.53 adequate foundation, in pit C-02 of the Wichaypampa neighborhood zone A It has an ultimate load of 45.73 tn/m², safety factor 4.02, adequate foundation, in pit C-03 in the Wichaypampa neighborhood, zone B, an ultimate load of 21.51 tn/m², safety factor 1.26, inadequate foundation, with recalculated dimensions B=2.10m and L=3.20m ultimate load 20.09tn/m² and safety factor 7.19 adequate foundation.

Where the degree of incidence was determined in the three homes in the neighborhoods; C-01 incidence degree 135%, C-3 incidence degree 116% and in C-2 incidence degree 100%, between the current foundation vs dimensions of the foundations recalculated with the presence of a water table, also according to the soil organization According to the SUCS system, the three areas under study represent a clayey sand soil with gravel.

Keywords. Water table, bearing capacity, surface foundations, precipitation, infiltration.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población de Challhuahuacho fue de manera desordenada estos últimos años, sin un modelo de control para todas las edificaciones, por lo que los residentes se ubicaron en lugares que no cuenta con ningún tipo de estudios preliminares, el cual podría darle a la población garantía y durabilidad al momento de realizar la construcción de sus edificaciones familiares, de tal manera que sucedió de manera imprevista y sus hogares se construyeron en áreas con niveles freáticos elevados, lo que resultó en este problema, especialmente para las cimentaciones superficiales, ya que al momento de su construcción no se consideró el factor de nivel freático de cuanto incide en las cimentaciones para que de esa manera realicen sus cimentaciones superficiales de manera adecuada en sus viviendas, donde en la actualidad existen daños y efectos son irreparables de las tres edificaciones en estudio en las siguientes zonas, barrio Álamos, barrio Wichaypampa zona A y barrio Wichaypampa zona B, la presencia de nivel freático elevado es uno de los factores de suma importancia que se debe tomar en cuenta al momento de diseñar las cimentaciones de sus viviendas, dado que esto puede cambiar la capacidad portante del suelo, esto trayendo diversas fallas en la estructura de la edificación y a consecuencia de esto las viviendas no logran cumplir con su vida útil de diseño, para lo cual esta investigación será útil para la población tener como referencia para su construcción de sus viviendas al momento de construir en la localidad de Challhuahuacho, donde la población al momento de realizar su diseño de sus viviendas es importante la evaluación de la capacidad portante del suelo, el cual viene a ser un factor importante de los suelos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Realidad problemática

En el ámbito internacional en Madrid- España existen problemas del suelo donde 15 millones de hectáreas (el 30% del suelo total del país) sufre graves problemas de erosión hídrica del suelo y presencia de nivel freática que ocasiona daños a las cimentaciones superficiales, otro 24% se expone a una erosión moderada, generando un proceso de desertización progresiva e importante en toda la superficie nacional, se realizó en este trabajo que el laboratorio de suelos de Ingegar realice un estudio de suelos mediante ensayos SPT para determinar de la capacidad portante en Madrid Villavicencio-meta, determinando su capacidad portante del suelo mediante los ensayos, con el fin de conocer mejor los efectos de la urbanización y la construcción en el mercado inmobiliario español (Ingegar, 2021).

La presencia de nivel freático y las elevadas concentraciones de lo que conocemos como sales solubles en las capas del suelo y así como también el agua subterránea son contribuyentes al problema de los asentamientos en los proyectos

de viviendas en la localidad de San Martín Netzahualcóyotl de la población de México. La estimación de las oscilaciones del nivel freático se realizó por medio de un análisis de 3 muestras tanto de suelo como de agua anualmente en el transcurso de 2020 y 2021. Las oscilaciones del nivel freático, que causan problemas a las estructuras y disminuyen la capacidad de carga del suelo, cambian a lo largo del año a medida que el nivel freático sube y baja. El exceso de agua en el suelo y una capa freática más alta se debieron a los 33 mm y 100,5 mm de lluvia caídos en agosto y septiembre, respectivamente, en una superficie de 223,8 hectáreas. Las capas freáticas de más de 1,51 metros de profundidad se asociaron a suelos de baja salinidad (72,36 ha). se descubrió que los suelos salinos y/o sódicos cubren 59 ha que viene a ser un 26% de la superficie total y se descubrió también que posee niveles freáticos menores a 1.5 milímetros y aguas freáticas de salinidad media a alta, lo que conlleva una pérdida de recursos económicos para el Estado de México, escenario que perturba a la población (Anaya, M. 2021. Reporte técnico).

El reciente crecimiento de la población en el distrito de Challhuahuacho ha hecho necesario un aumento de la construcción de viviendas en lugares con existencia de nivel freático persistente un problema diario para los cimientos superficiales de la población, factor que a menudo pasa desapercibidamente por falta de concienciación de los residentes de Challhuahuachinos a la falta de fondos para los trabajos preliminares necesarios, el problema es bastante complejo en esta ciudad debido que no existe ningún estudio realizado por parte de la municipalidad o de la empresa minera los cual está ocasionando daños a las construcciones en la localidad donde existen el 85 % de las construcciones de las viviendas construidas artesanalmente sin ningún tipo de estudio previo, indicar que

existen a la actualidad 03 construcciones de la viviendas con problemas críticos de presencia de nivel freático para ello se tomó las cimentaciones superficiales como población para el presente estudio, donde esto nos conlleva a una posible asentamiento de las construcciones por ello es de vital importancia realizar este estudio y saber cómo incide la presencia nivel freático a la capacidad que el suelo porta, dicho esto, la posición del nivel freático en la localidad es muy encima de la superficie del terreno natural.

Debido a la posibilidad de que se produzcan costosas reparaciones si no se toman las precauciones adecuadas, la presencia de aguas subterráneas en cualquier construcción es una cuestión importante. Para ser más específicos, cuando se trata de cimientos, un nivel freático alto puede disminuir la amplitud de carga del suelo y, si hablamos de una estructura de cimentación importante, como una losa de cimentación, podría producir bajo presiones de enormes magnitudes. Muchos elementos hidrogeológicos, como las precipitaciones, la infiltración el tipo de suelo, influyen en las fluctuaciones estacionales y anuales del nivel freático, lamentablemente estos elementos no son considerados en el país, especialmente en la localidad de Challhuahuacho, donde actualmente ocasionan estos factores un problema en el ámbito urbano del distrito podemos mencionar que en mayor dimensión esto afecta en los tiempos de agosto a enero por que en estos meses presenta en gran medida la precipitación pluvial por ello hay un alto nivel freático hasta 0.30m por encima de las superficie del terreno natural en ciertos punto como; Barrio Álamos, barrio Wichaypampa zona A y barrio Wichaypampa zona B, a estos lugares afecta en gran medida y es una preocupación para los habitantes que se encuentran con preocupación de las construcciones de sus viviendas por ello es necesario sumamente importante llevar a cabo una evaluación acerca del suceso

del nivel freáticos a la capacidad de carga en los cimientos en las edificaciones familiares.

Podemos mencionar que el distrito de Challhuahuacho la tasa de crecimiento de la población refiriéndonos al ámbito urbano, es de 0.246 y cuenta con 2,340 mil ciudadanos dentro de la población urbana, actualmente de pacto a los datos que arrojó el censo 2017, en respuesta al aumento de la población, se ha producido un aumento de las viviendas construidas sin cumplir las normas técnicas básicas de construcción (suelos y cimientos E.050), lo que supone tanto un riesgo para la seguridad como la obligación de invertir más presupuesto en la comunidad para arreglarlas.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo incide el grado de nivel freático en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares, Challhuahuacho 2023?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo incide la precipitación en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares?

¿Cómo incide la infiltración en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares?

¿Cómo incide el nivel freático en la caracterización del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares?

1.3 Justificación

Debido a la falta de previsión por parte de los planificadores de la ciudad y a la consiguiente incapacidad de proyectar la construcción de nuevos edificios con

un diseño adecuado de los cimientos a este problema que se da en la alta presencia del nivel freático en la localidad, la construcción de edificios hasta el día de hoy presenta frecuentemente problemas durante las épocas de lluvia.

Es importante hacer este estudio porque las estructuras de edificaciones en Challhuahuacho es preocupante en este momento, especialmente durante la temporada de lluvias y en zonas con un nivel freático elevado, es importante indicar que la población de Challhuahuacho en los últimos años su tasa de crecimiento es alto es por ello que la zona ha experimentado un progreso sorprendente en los últimos años.

A pesar de ello, formulamos un estudio de grado de incidencia en la capacidad de carga de la superficie teniendo en cuenta la existencia de nivel freático para esta zona del distrito de Challhuahuacho para darnos cuenta del rápido incremento de la población que se dio en el distrito, que se está trasladando a zonas donde no se ha realizado previamente un estudio de la napa freática ni un estudio de aptitud del suelo para cimientos visibles por parte de las instituciones que son rectores de velar y ceder los permisos de construcción.

Esta investigación será útil e importante para el conjunto de la sociedad de la localidad de Challhuahuacho, ya que es de esperar que permita mejorar los métodos de construcción de viviendas en la localidad en estudio con un nivel freático elevado, este estudio ayudará a determinar el grado de incidencia de nivel freático en la capacidad portante de los suelos en la localidad, la postura de la nivel freático a la amplitud que portan los cimientos superficiales y qué criterios nos son mucho más útiles para la incorporación de esta información al diseño de dichas estructuras, donde este estudio nos ayudara a considerar las adecuadas decisiones tales como:

- Tomar en consideración la profundidad de la base.
- Los asentamientos permisibles a tener en cuenta
- Tener en cuenta la geometría de la fundación adecuada
- Considerar los criterios adecuados en el diseño y su posterior ejecución.

Teniendo como referencia esta investigación la población de Challhuahuacho realizaran sus estudios preliminares y un diseño adecuado de cimentaciones con presencia de nivel freático alto.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Determinar el grado de incidencia del nivel freático en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares, Challhuahuacho 2023.

1.4.2 Objetivos específicos

Evaluar la incidencia de la precipitación en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares.

Evaluar la incidencia de la infiltración en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares.

Analizar la incidencia del nivel freático en la caracterización del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares.

1.5 Delimitación de la investigación

1.5.1 Espacial

El presente estudio se realizó en la localidad de Challhuahuacho con la visión de incrementar el nivel de las viviendas de las familias reduciendo su carga freática.

Los requisitos para el diseño de los cimientos superficiales, y la norma técnica E.050 suelos y cimentaciones, para asegurar la calidad de las cimentaciones superficiales de las estructuras de las edificaciones familiares con presencia de nivel freático alto.

1.5.2 Temporal

Dado que la humedad y la infiltración juegan un rol crucial para determinar el movimiento anual de nivel freático, y dado que estos factores presentan una gama tan amplia de variaciones estacionales, proponemos que, a efectos del presente estudio, se evalúen durante el periodo de agosto-2023 a enero 2024.

1.5.3 Social

El presente estudio está rodeado dentro de las construcciones de las edificaciones familiares que se están realizando en toda la zona urbana del distrito de Challhuahuacho.

1.5.4 Conceptual

Los cimientos superficiales se emplean a menudo en la construcción de viviendas, y esta investigación examina cómo las fluctuaciones de la altura freática afectan a la capacidad de fardo de estos suelos, no sólo los valores de los ratios y parámetros geotécnicos varían con el nivel freático y la porosidad o impermeabilidad del suelo en el estrato, sino que también se hace hincapié en los cambios estacionales de humedad e infiltración.

1.6 Viabilidad de la investigación

Por ello, es necesario analizar la viabilidad de un proyecto de investigación teniendo en cuenta su impacto económico, en la sociedad y la tecnología.

Viabilidad económica: Los gastos se limitarán a lo necesario para medir o recoger datos colectivos de acuerdo con los objetivos del proyecto de estudio, por

lo que no hay que preocuparse de que la financiación se agote muy pronto. de este modo, se han gastado gastos para cosas como el traslado del personal al lugar, el alquiler de equipos técnicos, la utilización de los laboratorios disponibles, la impresión de materiales, etc.

Viabilidad social: Dado que la investigación sobre la construcción de edificios familiares dentro del área urbana del distrito de Challhuahuacho tomó en cuenta a los sectores de los barrios los Álamos, Wichaypampa zona A y zona B de mayor prioridad con problemas de viviendas, así como a sus representantes y autoridades locales, la obtención de la información requerida de las familias que allí residen no fue en absoluto un problema.

Viabilidad técnica: La investigación valoró objetivamente factores como el estado de las infraestructuras de las construcciones familiares, el estado actual del nivel freático en lugares concretos y los estudios relacionados con el ala geotécnica de las grandes construcciones del distrito que afectan al impacto de la altura freático en la amplitud portante de los cimientos superficiales de todas las construcciones familiares.

1.7 Limitaciones

A continuación, se exponen algunas de las limitaciones que se encontraron en el transcurso de la investigación:

Las instituciones competentes, como la municipalidad, los presidentes de los barrios y las autoridades locales, carecen de conocimientos técnicos e históricos pertinentes sobre las iniciativas relativas a la investigación geotécnica. dicho esto, es muy importante estar atentos y observar cómo limitación de la investigación, también mencionar al momento la municipalidad no cuenta con zonificación de los barrios afectados por presencia de nivel freático, ya que nos basamos en la

compilación de aviso auto informados de fechas donde se dio intervención, montos económicos, y otros.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1.8 Antecedentes de investigación

Se busca ofrecer una visión general del contexto de este estudio, centrándose en los elementos que han distinguido el desarrollo del diseño de cimientos frente a los niveles de agua subterránea.

1.8.1 *A nivel internacional*

Wenfeng et.al (2022) en el artículo titulado: “El efecto del nivel freático sobre la capacidad de carga de una fundación superficial”. en dicho estudio, se realizaron evaluaciones de las características físicas y mecánicas del suelo en el área de inmersión típica de la central hidroeléctrica Xiaonanhai, y el mecanismo de influencia de la saturación en las características mecánicas de una fundación superficial del edificio y la inmersión en la capacidad portante de un cimiento somero. se analizó el impacto de la profundidad en aumento del nivel freático en la estabilidad de los cimientos del edificio y se propone un método para determinar la profundidad crítica de inmersión del agua subterránea en el depósito. Tomando como ejemplo los cimientos de un edificio típico de la ciudad de Luohuang en el área de inmersión del embalse de Xiaonanhai. Los resultados muestran que la profundidad límite de seguridad de la cimentación independiente afectada por el

aumento del nivel freático aumenta junto al incremento en el ancho de la cimentación y disminuye a medida que la profundidad aumenta enterrada de la cimentación. Considerando la profundidad límite de seguridad, la profundidad crítica de inmersión del edificio es de 4,830 m, y sin considerar la profundidad límite de seguridad, la profundidad crítica de inmersión del edificio es de 4,05 m. Se concluye que hasta cierto punto se puede reducir el impacto de los cambios en la altura del nivel freático y su impacto en la capacidad de carga del suelo de cimientos poco profundos.

Vinueza (2021) en la investigación titulada “Capacidad portante de los suelos, en arcilla y arena para vivienda de tres pisos en la ciudad de Machala” desarrolló dicho trabajo con el objetivo de calcular la capacidad de carga de muestras de suelo compuestas por arcilla y arena a través de un análisis de laboratorio, con el propósito de determinar si el terreno es capaz de soportar la carga de una estructura residencial de tres pisos. Los resultados muestran que el suelo natural expuesto a filtraciones de la capa freática posee una capacidad portante de 0.29 Kg/cm^2 y en el caso del suelo compuesto de arena 0.70 Kg/cm^2 lo que representa un suelo muy deficiente frente al 1.57 Kg/cm^2 que se desea alcanzar, por ello se concluye la investigación realizando las mejoras de los suelos obteniendo una capacidad portante de 2.38 Kg/cm^2 y de 1.85 Kg/cm^2 en suelos de arcilla y arena respectivamente.

Forcelline (2020) en el artículo titulado “El papel del nivel del agua en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del terremoto de Irpinia-Basilicata del 23 de noviembre de 1980” plantea el objetivo de considerar analizar el fuerte terremoto que azotó el sur de Italia el 23 de noviembre de 1980 ($M_s = 6,9$) y afectó a las regiones de Campania y Basilicata. Para el estudio se usó modelos numéricos no

lineales avanzados en 3D (marco computacional avanzado) para determinar la interacción suelo-cimentación-estructura. Los resultados muestran que es relevante el nivel del agua ya que los mecanismos de corte y las consecuentes deformaciones permanentes en el interior del suelo de cimentación son impulsados por la presencia del agua. Por tanto, se debe conocer la posición del nivel del agua y cómo cambia durante las estaciones para poder evaluar la vulnerabilidad sísmica de la configuración estructural. En la situación de edificaciones de mampostería, el nivel del agua afecta toda la estabilidad de las edificaciones, tanto con asentamientos (absolutos o inclinaciones) como con fallas en el muro estructural.

Vandanapu (2019) en la tesis que lleva por título “Simulación de laboratorio y análisis de elementos finitos de asentamientos inducidos por riego en entornos construidos superpuestos a estratos de suelo colapsables en Emiratos Árabes Unidos”. El objetivo principal del dicho trabajo fue desarrollar métodos numéricos y de laboratorio para predecir el asentamiento de estratos que pueden colapsar bajo la influencia del riego superficial. En los resultados a partir de los ensayos en laboratorio se concluye que el colapso y asentamiento del suelo está directamente vinculado con la profundidad de la capa freática, ya que cuanto más profunda se halla está el tiempo de colapso y asentamiento del suelo de cimentación es mayor. Arnesti (2018) presento su tesis de nombre: “Estudio experimental del efecto de la profundidad del nivel freático en la evaporación de un suelo arenoso no saturado”; En esta investigación examinó cómo el nivel freático influye en la evaporación de un suelo arenoso no saturado. Un dispositivo experimental permite medir la evaporación en dos recipientes con suelo arenoso idéntico pero diferentes en su nivel de saturación.

1.8.2 Antecedentes nacionales

Huisa (2021) en su estudio de título: "Evaluación de suelos de fundación de edificación en zona con nivel freático alto, en la ciudad de Juliaca 2021". El objetivo planteado fue evaluar el impacto de las áreas con niveles freáticos elevados en los suelos utilizados para la cimentación de estructuras. Se utilizó una metodología de tipo aplicada para el diseño no experimental. Los resultados muestran que en el punto SPT-1, la capacidad de carga disminuyó 36.6%, 28.0%, 23.2%, 20.2% y 18.1% a profundidades de 1 m, 1,5 m, 2 m, 2,5 m y 3 m, respectivamente. A las mismas profundidades, las reducciones en el SPT-2 son del 25,4 %, 20,1 %, 17,2 %, 15,3 % y 14,0 %. Finalmente, se registraron reducciones de capacidad de carga en el punto SPT-3 con niveles freáticos del 26,4%, 23,1%, 21,2%, 20,0% y 19,2% a profundidades de 1,00 m, 1.50 m, 2.00 m, 2.50 m y 3.00 m. Se ha llegado a la conclusión de que la existencia de un nivel freático elevado tiene un impacto significativo, específicamente un 32.7% mayor que en un suelo sin la presencia de un nivel freático elevado.

Mejia y Chu (2020) en la investigación "Evaluación preliminar de la capacidad portante de los suelos saturados de los predios aledaños al río Rímac, Ñaña en el año 2020". Se plantea como objetivo realizar una evaluación preliminar de la influencia de la capacidad de soporte de los terrenos circundantes al río Rímac en Ñaña se ve influenciada por la saturación del suelo. El estudio se trata de una investigación aplicada con un diseño no experimental y un enfoque metodológico específico correlacional, como población se considera todos los suelos cercanos a los predios del Río Rímac, Ñaña. Y la muestra está compuesta por los suelos de tres predios de la Asociación Villa los Sauces, los que se encuentran dentro de la localidad de Ñaña. Como resultado se obtuvo que los suelos saturados afectan

negativamente a la capacidad de carga del terreno si se encuentran dentro de la profundidad de la suma del ancho de placa más la profundidad de desplante; después de pasar dicha profundidad los datos de capacidad de carga del suelo ya no son afectados por el nivel freático y por ende comienzan a repetirse; siendo así que para una profundidad y ancho de cimentación de 1 m, la capacidad portante del suelo con la influencia del nivel freático en la calicata C-1 (M2) varía entre 142.6 KN/m² a 191.94 KN/m² y sin las influencia del nivel freático es 207.39 KN/m²; del mismo modo en la calicata C-3 (M2) varia de 101.27 KN/m² a 154.8 KN/m² y sin las influencia del Nivel Freático es 171.96 kn/m², lo que pone en evidencia el impacto adverso del nivel freático en la capacidad de carga del suelo en el área de investigación.

Hurtado (2019) realizo la investigación llamada “Influencia del nivel freático en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en el Centro Poblado de Ninatambo – Tarma”. En dicho trabajo se plantea el objetivo de examinar el impacto del nivel freático en la capacidad de carga del suelo en cimentaciones superficiales en el centro poblado de Ninatambo. Para esto se aplica una metodología de investigación con enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental y de tipo aplicada; esta se aplica a una muestra de 3 calicatas que perteneces a tres cimentaciones superficiales. Como resultados se establece que: primero, existe vínculo directo entre las lluvias y el aumento del nivel freático, esto es que a medida que la precipitación pluvial aumenta, también lo hace el ascenso del nivel freático. Después de eso, la velocidad promedio de este ascenso de 0.043 m/día tiene un impacto en las características específicas del suelo y su capacidad de carga. Luego, la capacidad de carga del suelo disminuye en presencia de agua debido a las variaciones en los pesos específicos del suelo, el ángulo de fricción y

la cohesión. La capacidad de carga admisible antes y después del nivel freático varía en proporciones de 0,084 kg/cm², 0,092 kg/cm², 0,162 kg/cm² y 0,169 kg/cm², según el ancho y la profundidad de la cimentación. Se encontró que cuanto mayor es la capacidad de carga del suelo, más bajo es el nivel freático.

Arias y Villa (2019) en su tesis titulada “Evaluación de suelos con presencia de nivel freático para cimentaciones superficiales de viviendas unifamiliares en el Centro Poblado de Leticia de la ciudad de Pisco en el 2019” Se utilizaron encuestas a los residentes, la mayoría de los cuales carecían de asesoramiento técnico durante la construcción de sus hogares, para recopilar datos sobre las viviendas y sus cimientos. Se utilizó el método de Meyerhof para calcular la capacidad de carga del suelo para evaluar el suelo de cimentación. En el transcurso de este proceso, se llevaron a cabo tres excavaciones (calicatas), que revelaron un nivel freático promedio de 1.64 metros.

Julca (2018) en su investigación “Influencia del nivel freático en la capacidad portante de los suelos del sector el Cortijo Bajo – distrito de Víctor Larco Herrera, ciudad de Trujillo” tuvo como finalidad analizar la influencia del nivel freático en el desarrollo de los suelos en el Sector El Cortijo Bajo, Norte- en el Distrito de Víctor Larco Herrera, durante el año 2018. Donde, se llevó a cabo un estudio detallado que abarca las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la mencionada área. La identificación y evaluación del nivel freático se realizaron mediante un sondeo en la zona de estudio, que incluyó la excavación de calicatas y la caracterización de las muestras. el proceso de determino de acuerdo a la normativa con todas las especificaciones técnicas de manera detallada, conforme a los parámetros que tiene cada suelo y su caracterización de suelo se llevó a cabo de acuerdo con las

especificaciones de la Norma Técnica E.050 para suelos y parámetros de acuerdo con lo especificado.

1.9 Bases teóricas

1.9.1 *La incidencia de la precipitación en la capacidad portante del suelo*

1.9.1.1 Precipitación

Los pluviómetros, fluviómetros y totalizadores colocados en una cuenca fluvial o en otro lugar pueden utilizarse para calcular la cantidad típica de precipitaciones en esa región. Si las mediciones locales son inadecuadas, es posible complementarlas con información procedente de elevaciones vecinas o incluso superiores. La densidad de la red de vigilancia de las precipitaciones debería aumentar a medida que disminuye el tiempo de cálculo del balance hídrico. Todos los instrumentos utilizados para realizar las mediciones deben cumplir las normas de la Organización Meteorológica Mundial. Ordoñez (2011).

Hay dos retos que surgen cuando se intenta determinar la cantidad típica de lluvia que cae en una masa de tierra o de agua determinada:

- a) Evaluación de la precipitación.
- b) Evaluación de la precipitación regular, sobre la zona en investigación, empleando puntos de insinuación.

La lluvia es cualquier precipitación que cae a la tierra desde las nubes. La precipitación se presenta en muchas formas diferentes, como la llovizna, el granizo, la aguanieve y la neblina. (Pérez, 2015, p.34).

Por ello, en la ejecución de estas obras se suelen utilizar criterios empíricos de indudable valor, pero son insuficientes para soportar los necesarios esfuerzos mecánicos a los que se someten las distintas obras. Esto se debe a que no existen normas de ingeniería para el diseño de obras medianas y pequeñas, por lo que no

se emplean elementos de ingeniería hidrológica. Dado que el comportamiento que tienen las lluvias, y más concretamente la magnitud y la esorrentía muy alto que se realiza en un suelo como consecuencia del etapa lluvia-esorrentía, determina los procesos erosivos en juego, hay muchas cuestiones abiertas sobre el diseño de estas obras, que deberían contemplarse poniendo especial atención en aspectos vinculados con mayor énfasis con cuestiones hidrológicas, hidráulicas y edáficas. (Pizarro, 2004, p.17).

La evaluación del nivel freático y su variación se puede realizar a través de diferentes métodos y técnicas. Algunas de las herramientas comunes utilizadas consideradas por Hiscok y Bense (2005) son:

1. Pozos de monitoreo: Estos son pozos perforados en el suelo que permiten medir el nivel del agua subterránea en diferentes puntos a lo largo del tiempo. Al registrar regularmente los niveles de agua, se pueden analizar las tendencias y variaciones en la capa freática.

2. Piezómetros: Son dispositivos instalados en el subsuelo y equipados con instrumentos de medición para monitorear el nivel de agua. Los piezómetros proporcionan datos precisos sobre la presión del agua y las fluctuaciones en la capa freática.

3. Estudios geofísicos: Se utilizan métodos como la tomografía eléctrica, la sismología o la tecnología de radar para obtener imágenes y datos sobre la configuración y características del subsuelo, incluida la capa freática.

4. Satélites y teledetección: Las imágenes satelitales y las técnicas de teledetección pueden proporcionar información sobre la distribución y cambios en la humedad del suelo, que están relacionados con la variación de la capa freática.

La evaluación de la capa freática y su variación es esencial para comprender la disponibilidad de agua subterránea, el equilibrio hídrico de un área determinada y la gestión eficiente de los recursos hídricos. Esto puede tener aplicaciones en la planificación urbana, la agricultura, la minería y la gestión de recursos hídricos a largo plazo.

Para el presente estudio se optará realizar el estudio de la precipitación por el método de pozos de monitoreo para poder medir el nivel del agua subterránea en diferentes puntos a lo largo del tiempo, al registrar regularmente los niveles de agua, debido que este método es lo más práctico y viable para el presente estudio de investigación, considerando los datos de SENANMI la información meteorológica e hidrológica en la localidad de Challhuahuacho.

1.9.2 Incidencia de la infiltración en la capacidad portante del suelo.

1.9.2.1 La intervención de la infiltración

Debido a la función crítica del suelo en la infiltración, que depende de una serie de elementos como el tamaño del grano del suelo, su orden y comparabilidad, la existencia de materia orgánica, etc., el volumen de escorrentía puede verse claramente alterado por el tipo de suelo dominante en un punto y su uso particular. Cuando las capas muy mayores del suelo están secas, el coeficiente de infiltración disminuirá de una manera muy drástica. El aumento de la escorrentía de una cuenca puede deberse al aumento de la humedad del suelo durante una tormenta. La infiltración se reduce cuando los niveles de humedad del suelo son elevados. (Villón, 2002, p.135-142).

Además, la infiltración en el suelo, así como el desplazamiento y la distribución del agua dentro de este, son influenciados por diversos factores. (Vélez, 2002).

- **Infiltración**; Se definirá como el proceso de entrada o penetración del agua en el suelo; en esta investigación, se evaluará la infiltración mediante pruebas de percolación.

- **La tasa de infiltración**; Describe la rapidez con la que el agua penetra en el suelo.

- **Un pozo de prueba**: es un agujero en el suelo que se excava para realizar una prueba de percolación y medir la velocidad del proceso.

Además, la velocidad de infiltración se calcula utilizando los dos datos más recientes registrados al final del período de 30 minutos, utilizando la fórmula que se utilizará en esta investigación:

$$Q = 315.5x(h/t) ^{0.5}$$

Donde:

Q = Tasa de infiltración en lt/m²-dia.

h = Descenso de la altura de agua en el tiempo de la prueba (mm).

t = Tiempo para el descenso de la altura de agua en segundos. (Unidad de Saneamiento Básico del área urbana, 2022).

Tabla 1

Categorización de suelos basados en los resultados de la prueba de infiltración

Clase de terreno.	Tiempo de infiltración para el descenso de 1 cm	<i>Fuente:</i>
Rápidos	de 0 a 4 min.	
Medios	de 4 a 8 min.	
Lentos	de 8 a 12 min.	

Reglamento Nacional de Edificaciones, 2020.

1.9.2.2 Factores de la infiltración.

El tipo de suelo, el nivel de porcentaje de presencia de humedad del suelo, la presencia de partículas disueltas, el efecto de las precipitaciones en el suelo, los

vegetales cubiertos, la actividad humana y animal y la temperatura son algunos factores que inciden en la capacidad, de infiltración. Los suelos húmedos tienen menos infiltración que los secos del mismo tipo, sobre todo al principio (Maderey, 2005, p. 58).

1.9.2.3 Factores que inciden el nivel freático.

A pesar de que el lugar del nivel freático, junto con la altura de los cimientos, la geometría de los mismos y los asentamientos admisibles, influye mucho en la selección del tipo de cimientos a partir de un lugar de análisis de la seguridad, la economía y la mecánica, son relativamente pocos los textos que abordan el impacto que causa de napa freática en la capacidad de carga admisible de los cimientos poco profundos. Si bien es cierto que muchos autores carecen de una definición precisa de la noción de nivel freático, esto se ve contrarrestado por el hecho de que el nivel freático se utiliza comúnmente para referirse a una superficie sin realidad tangible evidente.

El nivel freático es la extensión de una porción de terreno que separa el agua que se ha asentado en el suelo del agua que ha subido por el suelo por acción capilar. Dado que el nivel freático puede desplazarse de un lugar a otro, puede resultar difícil determinar su ubicación exacta. En los suelos con una textura suficientemente fina, el nivel freático se define por el espejo de agua que se forma durante una excavación; sin embargo, en los suelos adyacentes al lugar de la excavación, el nivel freático no es visible porque el suelo ya está completamente saturado por encima de ese punto debido a la acción capilar. Sin embargo, Una posible aproximación es que "se considera que la altura del freática es la base que conforma el lugar existente de los lugares en los que el agua posee la misma presión que de la atmosférica", donde la presión atmosférica se define como cero

en el marco teórico de los problemas de flujo en los que se suelen utilizar presiones manométricas (Badillo y Rodríguez, 1974, p. 3).

1.9.3 Caracterización del suelo en cimentaciones superficiales.

Según la norma E.050 suelos y cimientos, proporcionamos las distintas características de suelo que pueden determinarse mediante una serie de pruebas in situ. Además, tienen un impacto desproporcionado en el procedimiento de infiltración. Actualmente existen dos métodos principales de categorización de suelos de ingeniería basados en la dispersión granulométrica y la plasticidad, son grupos que trabajan para mejorar la seguridad de las carreteras y las infraestructuras, donde en Estados Unidos, las autoridades estatales de carreteras utilizan el sistema AASHTO, mientras que los expertos geotécnicos prefieren el SUCS. (Das, 2013, p.78-79).

Sin embargo, el tipo de suelo, así como también su comportamiento en relación con el futuro edificio influirá en el diseño de la cimentación (cohesivos, granulares, granulares con finos, alto y bajo plasticidad).

Suelos granulares

Estos suelos se componen de partículas granulares sin cohesión. Su propiedad destacada es su capacidad de carga significativa y su alta permeabilidad, facilitar la evacuación rápida del agua bajo cargas externas. Además, demuestran una excelente capacidad de drenaje, que está directamente relacionada con el tamaño de las partículas y, por lo tanto, con el volumen de huecos o porosidad del suelo.

En esta categoría de suelos, se identifican dos principales grupos: gravas y arenas, siendo la granulometría el factor que establece la distinción entre ambos. Las propiedades mecánicas y de resistencia. (Carlos, et,2021).

Suelos cohesivos

Tanto las arcillas como los limos son ejemplos de la cohesión como propiedad mecánica de estos suelos cohesivos. Las características plásticas distinguen los limos de las arcillas. Uno de los rasgos distintivos de estos suelos es su baja permeabilidad, que se debe a la dificultad para que el agua circule debido a la pequeña dimensión de sus poros y su elevada compresibilidad (Carlos, et al., 2021).

Suelos orgánicos

Estos suelos se forman a partir de desechos orgánicos de origen vegetal o animal y cubren los primeros metros de la superficie. Se caracterizan por su baja capacidad portante, alta compresibilidad y baja tolerancia al agua. Se destaca que este tipo de suelo es perjudicial para cualquier proyecto de infraestructura en el área, por lo que se recomienda su eliminación mediante operaciones de despeje previas. Carlos (2021)

Rellenos

Los rellenos, según su origen, se clasifican como naturales cuando son creados por procesos naturales y artificiales cuando son resultado de la intervención humana. Un inconveniente significativo de los rellenos artificiales es su escasa confiabilidad, ya que comúnmente no logran compactarse adecuadamente durante el almacenamiento. Donde, su desenvolvimiento mecánico es deficiente, ya que, al no estar compactados, exhiben altos índices de compresibilidad. (Bañón, et al., 2015, p. 4-6).

Para la investigación se emplea caracterización de suelos por que representa a todos los parámetros de suelo, de tal forma se empleará los siguientes

ensayos para la determinación de grado de incidencia napa friática en la capacidad de carga de los suelos.

1.9.3.1 Contenido de humedad

Para la investigación se empleará mediante la extracción de muestras de las calicatas, muestra en estado natural y se realizará en laboratorio en el horno eléctrico para poder determinar contenido de humedad de la muestra de los tres lugares en estudio para los cálculos se empleará según la norma ASTM D2216.

Tabla 2

Cantidad mínima de espécimen de material húmedo

El tamaño de partícula más grande (supera el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de especímenes de ensayo húmedos para CH $\pm 0.1\%$	Masa mínima recomendada de especímenes de ensayo húmedo para CH reportados a $\pm 1\%$
2mm	2mm N°10	20 gr	20 gr
4.75mm	4.76mm N°10	100gr	20gr
9.5mm	9.52mm N°10	500 gr	50 gr
19.0mm	19.1mm N°10	2.50gr	250gr
37.5mm	38.1 mm N°10	10 gr	1 gr
75.0mm	72.2 mm N°10	50gr	5gr

Fuente: ASTM D2216 (1998).

1.9.3.1 Estado de límites de consistencia

En 1900, Albert Mauritz Atterberg creó una técnica para describir la consistencia de los suelos finos con diferentes niveles de humedad. El suelo muestra un comportamiento similar al de un sólido quebradizo en condiciones de baja humedad. Por otro lado, el suelo y el agua pueden fluir como un líquido en

condiciones de alta humedad. Los suelos se clasifican en cuatro estados básicos según esta técnica: sólido, semisólido, plástico y líquido. DAS, (2013)

Los suelos con un contenido de agua decreciente podrían estar en uno de los "estados plásticos" designados por Atterberg, que incluyen. (Juárez & Rico, 2005, p. 127-130).

Límite líquido (LL)

El límite de líquido ASTM D4318, al que hace referencia la NTP 339.139, es la concentración de humedad que se encuentra por debajo de la cual el suelo presenta un comportamiento plástico.

-Lo primero se determinará la humedad de cada prueba de las tres calicatas de acuerdo al procedimiento de ensayos de porcentaje de humedad.

- De acuerdo de los datos obtenidos se desarrollará un gráfico semilogarítmico, donde la humedad se ordena (escala natural) y el número de golpes (N), la abscisa, se desarrolla una recta llamada curva de flujo con la abscisa en 25 golpes, lo que conduce al límite líquido.

Límite plástico (LP)

La norma ASTM D4318 establece que para satisfacer la NTP 339.139, una muestra representativa debe pesar 20 gramos y ser capaz de pasar por un tamiz con un tamaño de abertura N°40. Cálculos:

Para determinar los valores se usará las siguientes fórmulas de los ensayos que se evaluará cada suelo.

$$IP = LL - LP (\%)$$

- Calcular el índice líquido (IL) y el índice de consistencia, teniendo en cuenta la humedad natural del suelo (w):

$$IL = (w - LP) / IP \quad IC = (LL - w) / IP$$

Límite de contracción (LC)

Se basa en el marco de normas de la NTP 339.129 o ASTM D427; se refiere al punto en el que la reducción de la humedad no altera el volumen del suelo en porcentajes.

1.9.3.2 Análisis granulométrico

La NTP 339.128 y la ASTM D422 proporcionan pruebas de tamizado similares. Las clasificaciones de suelos AASHTO o SUCS también son adecuadas, por lo tanto, se hará uso para los ensayos de granulometría la siguiente tabla.

Tabla 3

Tamaños y aberturas de los tamices y el tipo de suelo

Tamiz (ASTM)	Tamiz(mm)	Abertura(mm)	Tipos
3"	80	76.120	Gravas
2"	50	50.800	Gravas
1 1/2"	40	38.100	Gravas
1"	25	25.400	Gravas
3/4"	20	19.050	Gravas
3/8"	10	9.520	Gravas
N°4	5	4.760	Arenas
N°10	2	2.000	Arenas media
N°20	0.9	0.840	Arenas media
N°40	0.5	0.420	Arenas media
N°60	0.3	0.250	Arena finas
N°140	0.1	0.105	Arenas finas
N°200	0.08	0.074	Arenas finas

Fuente: ASTM D42210 / NTP 339.129

1.9.3.3 Clasificación de suelos

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) utiliza la NTP 339.134 (ASTM D2487) como base para clasificar el suelo. Para realizar una clasificación precisa utilizando este sistema, es necesario disponer de los siguientes datos:

- Grava: fracción que pasa el tamiz 76.2 mm y retenida en el tamiz N°4.

- Arena: fracción que pasa el tamiz N°4 y retenida en el tamiz N°200.
- Limo y arcilla: fracción más fina que el tamiz N°200.
- Coeficiente uniformidad (Cu) y coeficiente de curvatura (Cc).
- Limite líquido e índice de plasticidad de la porción de suelo que pasa el tamiz N°40.

también hay que recordar:

- Fracción fina = % que pasa el tamiz N°200.
- Fracción gruesa = % retenido en el tamiz N°200.
- Fracción grava = % retenido en el tamiz N°4.
- Fracción arena = % retenido tamiz N°200 - % retenido tamiz N°4. (DAS, 2013).

Tabla 4

Tabla teórica de formato SUCS

Consideraciones sobre el uso de ensayos de laboratorio para identificar símbolos y nombres de grupo			símbolo	nombre de grupo		
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS más del 50% es retenido en la malla n° 200	GRAVAS	Gravas limpias menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$	GW	Grava bien graduada	
			$Cu < 4$ ó $1 > Cc > 3$	GP	Grava mal graduada	
	S	Gravas con finos más del 12% pasa la malla n° 200	IP < 4 o menos de la línea "A" en la carta de plasticidad	GM	Grava limosa	
		Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4	IP > 7 y más allá de la línea "A" en la carta de plasticidad	GC	Grava arcillosa	
	AS GRUESAS más del 50% es retenido en la malla n° 200		$4 \leq IP \leq 7$ y en la carta de plasticidad arriba de la línea "A".	GC - GM	Grava limosa arcillosa	
			Gravas limpias y con finos entre el 5 y 12% pasa malla n° 200	cumple con los requisitos de GW y GM	GW - GM	Grava bien graduada con limo
			cumple con los requisitos de GW y GC o GW y GC-GM	GW - GC	Grava bien graduada con arcilla	
			cumple con los requisitos de GP y GM	GP - GM	Grava mal graduada con limo	
		cumple con los requisitos de GP y GC o GP y GC-GM	GP - GC	Grava mal graduada con arcilla		

SUELOS DE PARTICULAS FINAS El 50% o más pasa la malla N° 200	ARENAS LIMPIAS	Menos del 5% pasa la malla N° 200	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$	SW	Arena bien graduada
			$Cu < 6$ ó $1 > Cc > 3$	SP	Arena mal graduada
			IP < 4 ó abajo de la línea "A" en la carta de plasticidad	SM	Arena limosa
			IP > 7 y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC	Arena arcillosa
	ARENAS LIMPIAS Y CON FINOS	Mas del 12% pasa la malla N° 200	$4 \leq IP \leq 7$ y arriba de la línea "A" en la carta de plasticidad	SC - SM	Arena limosa arcillosa
			Cumple los criterios para SW y SM	SW - SM	Arena bien graduada con limo
			cumple con los requisitos de SW y SC o SW y SC-SM	SW - SC	Arena bien graduada con arcilla
	LIMOS Y ARCILLAS	Inorgánicos	IP < 4 o menos de la línea "A" en la carta de plasticidad	ML	Limo de baja plasticidad
			IP > 7 y más allá de la línea "A" en la carta de plasticidad	CL	Arcilla de baja plasticidad
			$4 \leq IP \leq 7$ y en la carta de plasticidad arriba de la línea "A".	CL - ML	Arcilla limosa
	Orgánicos	$\frac{\text{Límite Líquido secado al horno}}{\text{Límite Líquido no secado}} < 0.75$	OL	Limo orgánico Arcilla orgánica	
LIMOS Y ARCILLAS	Inorgánicos	Se grafica en la carta de plasticidad abajo de la línea "A"	MH	Limo de alta plasticidad	
		Se grafica en la carta de plasticidad arriba de la línea "A"	CH	Arcilla de alta plasticidad	
	Orgánicos	$\frac{\text{Límite Líquido secado al horno}}{\text{Límite Líquido no secado}} < 0.75$	OH	Limo orgánico Arcilla orgánica	

LOS SUELOS SON MUY ORGÁNICOS ALTAMENTE.	Principalmente materia orgánica de color oscuro	Pt	Turba
---	---	----	-------

Fuente: Braja M. DAS fundamento de ingeniería geotécnica

1.9.3.4 Densidad de suelos

Se define como el peso del suelo más el volumen de agua. Depende de la porosidad, el grado de saturación de los suelos y el peso de la composición de los componentes sólidos. DAS (2013).

En esta investigación, la determinación de la densidad en el campo se llevará a cabo utilizando la metodología de cono de arena, siguiendo las normas de la NTP 339.143 (ASTM D1556). Después de completar la calibración correspondiente, se llevó a cabo el análisis de campo:

$$V = (M3-M4) / \rho \quad M6 = 100M5/(W+100) \quad \rho_m = M5/V \quad \rho_d = M6/V$$

Donde:

V = Volumen del hueco del ensayo.

M3 = Masa de arena para llenar el hueco de ensayo, embudo y palto base (gr).

M4 = Masa de arena para llenar el embudo y el plato base (gr).

ρ_1 = densidad de arena gr/cm^3 .

W = Porcentaje de humedad del material del hueco de ensayo.

M5 = Masa húmeda del material del hueco de ensayo (gr).

M6 = Masa seca del material del hueco de ensayo (gr).

ρ_m = Densidad húmeda del material ensayado gr/cm^3 .

ρ_d = densidad seca del material ensayado.

1.9.3.4.1 Peso específico de suelos.

Para el presente estudio se evaluará el peso específico de suelo de cada punto en estudio debido que es un parámetro principal para poder estimar la

capacidad de carga de los suelos, para lo cual se utilizara las siguientes consideraciones:

Número de ensayo

Peso fiola + agua

Peso muestra

Peso fiola + agua + muestra

Volumen desplazado (cm³)

Peso específico del suelo (gr/Cm³)

Para la determinación del peso específico en estado natural, seco y saturado se utilizara las siguientes formulas:

$$Y = G_s \cdot y_w (1-n)(1+w) = \text{Relaciones del peso específico}$$

$$Y_d = G_s \cdot y_w (1-n) = \text{Peso específico seco}$$

$$Y_{sat} = Y_d + n \cdot Y_w = \text{Peso específico saturado. (Braja M. Das 2013)}$$

1.9.3.5 Triaxial

Es posible realizar pruebas de compresión triaxial en arenas y arcillas. La configuración de la prueba triaxial consiste en colocar una membrana de caucho en una cámara de lucita y luego aplicar una presión de confinamiento alrededor de la muestra mediante un fluido (normalmente agua o glicerina), como se muestra en la Figura 1. La falla también se puede producir aplicando un esfuerzo agregado (D_s) a la muestra en la dirección axial. (Braja M. Das 2013).

Dependiendo de la condición de la prueba, el drenaje de la muestra puede permitirse o detenerse. Se pueden realizar tres tipos de pruebas para arcillas con el equipo triaxial.

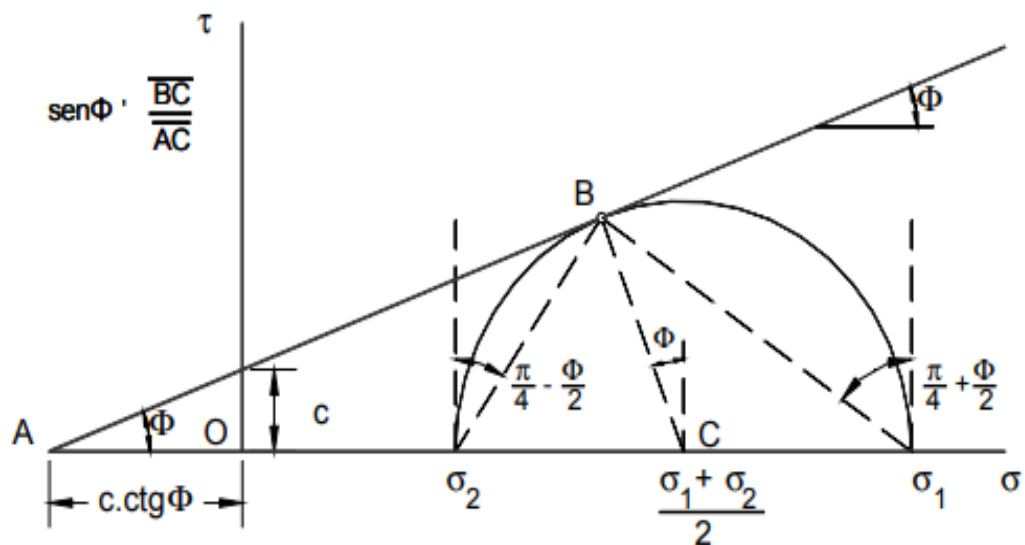
1. Prueba consolidada drenada (prueba CD).
2. Prueba consolidada no drenada (prueba CU).
3. Prueba no consolidada no drenada (prueba UU).

$$\sigma'_2 = \sigma'_3 \tan^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right) + 2c'\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)$$

El método de ensayo normalizado de compresión triaxial no consolidado y no drenado para suelos arenos y arcillosos se utilizará en esta investigación para la determinación de los parámetros de suelos de tres zonas en estudio. Se seguirá el Reglamento Nacional de Edificaciones NTP339.164.

Figuras 1

Representación gráfica para determinar los parámetros de la capacidad portante



Fuente: Braja M.Das 2015

1.9.3.6 Cimentaciones superficiales en edificaciones

Los cimientos es un sistema de elementos de soporte cuya competencia es distribuir el peso del edificio de manera uniforme sobre el terreno, manteniendo las tensiones dentro de niveles aceptables. (Carranza & Ponce, 2017)

Estas se clasifican de la siguiente manera:

- a) Cimientos ciclópeas.
- b) Zapatas: (aislada, corrida, combinada).
- c) Losas de cimiento.

1.9.3.6.1 Profundidades de los cimientos

Las profundidades de la zapata y cimentaciones en banda son conocidas como la distancia vertical que existe desde el nivel de acabado hasta la parte inferior de la cimentación, según la norma técnica E.050 de RNE en Perú. La profundidad de una cimentación de losa o forjado es la distancia vertical desde su base hasta la parte superior del suelo circundante. Nos referiremos a ella como D_f para el presente estudio. La humedad, la sequedad, la congelación y la descongelación, así como otros factores ambientales y estructurales, afectan a la D_f en distintos grados. Según la norma, la profundidad mínima de las zapatas y zapatas corridas debe ser de al menos 0,80 m. Además, especifica que, medida desde el nivel del suelo, la profundidad mínima para las losas de cimentación será de 0,40 m.

1.9.3.7 Capacidad portante de cimientos superficiales

Las cimentaciones superficiales cumplen con dos aspectos muy importantes:

Deben ser seguros contra el colapso generalizado causado por el fallo de cizallamiento del suelo debajo de ellos.

Tanto el desplazamiento como el asentamiento excesivo serían desastrosos si los experimenta.

En concreto, el peso por unidad de superficie del terreno de la cimentación a la que se produce el fallo por cizallamiento de un suelo es lo que se conoce como capacidad portante última. Además, los asentamientos aumentarán a medida que

aumente el peso de los cimientos. Sin embargo, la superficie de fallo del suelo se desplazará hacia el exterior del perímetro del edificio con el paso del tiempo (Das, 2011, p.133).

El objetivo de la exigencia de resistencia es garantizar que la base sea lo suficientemente robusta como para soportar las importantes presiones que a veces se le aplican como consecuencia de las intensas condiciones ambientales u otras causas. Cabe señalar que las diferentes teorías acerca de la capacidad que porta el suelo tratan de examinar realmente la función que cumplen las características mecánicas que posee el suelo.

1.9.3.8 Factores que afectaran a la capacidad portante de los suelos

Para evaluar la capacidad del suelo en estudio, se debe realizar un análisis de los parámetros geotécnicos, la altura de los cimientos y la geometría que participan. Este análisis es fundamental para que el ingeniero tome decisiones adecuadas.

1.9.3.8.1 Parámetros geotécnicos

El diseño de los cimientos depende en gran medida de factores geotécnicos como por ejemplo la fricción, la cohesión y el peso específico que fueron estudiados en el presente estudio.

Para medir la fricción se puede utilizar un ensayo de cizallamiento directo, ya que es más sencillo de realizar, pero sigue teniendo límites. Los resultados obtenidos deben considerarse con cierto escepticismo. Esto se debe a que el suelo en el ensayo de caja de cizallamiento no puede fallar a lo largo de su plano más débil y en su lugar debe malograr a lo largo del plano de separación del paquete de cizallamiento. Por el contrario, la compartición del esfuerzo de cizallamiento a lo largo del plano de fallo de la muestra no es constante. La forma más efectiva y

económica de determinar si un suelo está saturado o arenoso es realizar un ensayo de cizallamiento directo. Determine el ángulo de fricción del suelo objeto de estudio. con el material relevante en la cimentación es una parte importante de muchos retos de diseño de cimentaciones. (Das, 2013, p.232-239).

1.9.3.8.2 Ángulos de fricción interna y cohesiones

Estas características se obtienen trazando las curvas de deformación en escala natural, con la deformación horizontal en la ordenada y la cantidad de tiempo necesaria para distorsionar cada espécimen en la abscisa. Obtenemos la mayor deformación de forma horizontal.

Obtenemos gráficamente los esfuerzos cortantes (τ) y esfuerzos normales (σ_n), por medio de las fórmulas establecidas.

Una vez encontrados los mayores datos de τ y n para cada espécimen, se puede trazar una línea a partir de la cual se puede calcular la ordenada c , el ángulo que actúa la horizontal con la línea intrínseca y el coseno.

Tabla 5

Tabla de valores representativos de ϕ

Material	Suelto	Denso
Arena, granos redondos y uniformes	27.5	34
Arena, granos angulares y bien graduada	33	45
Grava arenosa.	35	50
Arena limosa.	27-33	30-34
Limo inorgánico.	27-30	30-35

Fuente: Terzaghi (1978).

1.9.3.9 Determinación de la capacidad portante de los suelos

a) Capacidad de carga última (q_u): La presión máxima que se puede ejercer sobre la cimentación sin que penetre en el suelo.

b) Capacidad de carga admisible (Q_{adm}): La capacidad portante es la carga límite dividida por un factor de seguridad (FS).

c) Factor de seguridad (FS): indica que la magnitud de FS debe depender de las incertidumbres y riesgos presentes en las condiciones actuales, independientemente del procedimiento por el cual se aplique el factor de seguridad. Das, (2015).

d) Esfuerzo neto (Q_n): Es el esfuerzo útil que queda para la superestructura después de eliminar la sobrecarga del piso de la carga admisible, según la siguiente ecuación.

$$Q_{neto} = Q_{adm} - q$$

Para la presente investigación se utilizará la siguiente teoría considerando la posición del nivel freático:

1.9.3.10 Teoría de capacidad de carga de Meyerhof

La forma, la profundidad y la inclinación de Meyerhof determinan la capacidad de carga final.

$$q_u = CN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} B N_\gamma \gamma F_{\gamma s} F_{rd} F_{\gamma i} \quad (\text{Braja M. Das 2015})$$

La investigación actual utiliza dos casos que toman en cuenta la posición del nivel freático y también recomienda la ecuación de Meyerhof para suelos sin cohesión debido que esta investigación se desarrollara de acuerdo a las características que tiene cada suelo en estudio.

Caso I: el nivel freático se verificará cimentaciones actuales de las viviendas de las tres zonas a distintas profundidades de nivel freático para lo cual se empleará las siguientes formulas.

$$Q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

Donde:

$$q = D1 * \gamma + D2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$F.S = \frac{QUIT}{CM + CV}$$

$$F. S = \frac{quXAREA}{CMXCV}$$

Caso II: se redimensionará la geometría de la cimentación de acuerdo a las dificultades que tenga cada vivienda, considerando la napa freática se ubica a una profundidad no mayor que el ancho de los cimientos, donde se redimensionará las cimentaciones superficiales verificando factor de seguridad.

$$Q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

Donde:

$$q = \gamma * Df$$

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

$$\gamma'' = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

Donde:

B : Ancho de la cimentación (m).

γ : Peso específico húmedo del suelo (gr/cm^3).

γ' : Peso específico sumergido (gr/cm^3).

γ'' : Peso específico sustituido en el caso II (gr/cm^3).

γ_{sat} : Peso específico saturado (gr/cm^3).

γ_w : Peso específico del agua (gr/cm^3).

D_f : Profundidad de cimentación (m).

c : Cohesión del suelo (kg/cm^2).

d : Profundidad desde la base de la cimentación, hasta el nivel freático (m).

N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga.

S_c, S_q, S_γ : Factores de forma de la cimentación.

d_c, d_q, d_γ : Factores de profundidad de la cimentación.

i_c, i_q, i : Factores de inclinación de carga.

1.10 Marco conceptual

En la presente tesis se define los principales términos que fueron empleados:

a) Precipitación: Es el fluido meteórico acumulada en la base de la tierra según (Máximo Villón, 2002, p.69). Entre los principales componentes se encuentran las precipitaciones húmedas, como la nieve y el granizo. Como corolario, toda investigación hidrológica regional que pretenda estimar el agua disponible debe incluir un examen de las precipitaciones. También es necesario para la investigación sobre la erosión, el diseño de proyectos de ingeniería y la evaluación de las inundaciones. La intensidad de una tormenta se mide en milímetros por hora.

b) Infiltración: Según (Máximo Villon 2002. pag.75) cuando el agua logra ingresar a la superficie y se filtra hacia el interior del suelo, este proceso se denomina infiltración.

c) La capacidad de infiltración: para (DAS, 2013, p 356), la infiltrabilidad del suelo se refiere a la velocidad con la que el suelo absorbe el agua mediante su superficie cuando el suelo hace fricción con el fluido a presión de atmosfera.

h) Nivel freático: De acuerdo a lo mencionado por (Badillo, et al., 1974, p. 4), la superficie es la posición geométrica de los lugares donde la presión del fluido es igual a la de la atmosfera, que generalmente se cree que es cero cuando se trabaja con presiones manométricas en lo que respecta al flujo. Para los fines de este examen, es crucial un análisis cuidadoso de los cambios de elevación y de cómo afectan a la capacidad portante del suelo.

d) Suelo: Es un conjunto de partículas de suelos orgánicas e inorgánicas que posee unas estructuras bien definidas y características que van cambiando a lo largo de los ejes vectoriales. Sus cualidades tienden a alterarse más fácilmente en el plano vertical que en el horizontal. (Juárez & Rico, 2005, p. 34)

e) Cimentación superficial: Se define como aquella en la cual la relación entre la profundidad de la cimentación (D_f) y su ancho o diámetro (B) es igual o inferior a 5. (DAS, 2013, p 425).

f) Fricción interna: Según (Juárez Badillo, et al., 1974, página 8), viene a ser la resistencia que se opone al desplazamiento. Los suelos granulares, con sus mayores superficies de contacto y partículas, tienen una alta fricción interna. Por el contrario, los suelos finos tienden a tener un ángulo de fricción bajo.

g) Cohesión: Según Juárez-Badillo (1974), las fricciones moleculares y las películas del fluido son la fuente de la atracción entre las partículas del suelo. Se

mide en unidades de kg/cm². En cuanto a la cohesión del suelo, los medios arcillosos ocupan los primeros lugares. Por el contrario, los suelos granulares tienen una cohesión muy débil (p.56).

i) Capacidad de cargas admisibles: Es la fuerza ejercida sobre la tierra bajo los cimientos de un edificio, y no puede ser suficiente para causar ningún tipo de daño estructural. Además de las propiedades geomecánicas de los suelos, el tipo de cimentación, la profundidad de la presencia freático y el factor de seguridad elegidos influyen en la capacidad de carga de una estructura (ICG, 2006).

j) Capacidad de cargas últimas: Es la fuerza necesaria para provocar un fallo en el subsuelo debido a la resistencia al cizallamiento del suelo, expresada como carga por unidad de superficie entregada por una cimentación (Braja, 2000).

k) La cimentación: Según (DAS, 2013), en la página 259. Debido a que las cargas excéntricas pueden dar lugar a empujes diferenciales, se recomiendan las cargas centradas siempre que sea factible para tensar la cimentación. Utilice siempre un suelo resistente para el apoyo, y si no es una opción, busque uno que lo sea.

l) Capacidad portante: Según (DAS, 2013, p. 479), este término está definido como la capacidad del suelo para poder soportar peso. Igualmente, importante para la estabilidad de la estructura superior, la capacidad de carga viene a ser la presión máxima de contacto de los cimientos con la tierra que se encuentra debajo. El experimento pretendía determinar si esta variaba o no con el nivel freático.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

1.11 Hipótesis

1.11.1 *Hipótesis general*

El nivel freático incide directamente en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares, Challhuahuacho 2023.

1.11.2 *Hipótesis específicas*

La precipitación incide de forma negativa en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en edificaciones familiares.

La infiltración incide de forma negativa en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en edificaciones familiares.

El nivel freático incide de forma directa en la caracterización del suelo en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en edificaciones familiares.

1.12 Método de la investigación

1.12.1 *Método deductivo*

Para el presente estudio, utilizamos el método deductivo. Según Dávila (2006), los silogismos son un conjunto de afirmaciones que pueden utilizarse para organizar y derivar conclusiones a partir de hechos previamente establecidos.

Para ello, se utilizan los llamados silogismos, que se componen de tres partes: una premisa principal, una premisa de apoyo y una conclusión. En un argumento lógico, si las premisas están consideradas como verdaderas, la conclusión debe serlo de la misma forma. Por otra parte, las primeras aportaciones sobre la importancia de crear una técnica metódica que conduzca al descubrimiento de verdades fueron realizadas por los filósofos griegos. Siguiendo el método deductivo, se puede pasar de las afirmaciones amplias a las estrechas utilizando el método del razonamiento deductivo, que fue popularizado por Aristóteles y sus alumnos.

Para evaluar el supuesto menor, como es el impacto del nivel freático que se da en las capacidades de carga de los suelos en cimentaciones poco profundas en estructuras de viviendas, el estudio comienza a nivel general considerando los fundamentos teóricos generales del fenómeno.

1.13 Tipo de investigación

Según Carrasco (2006), **investigación aplicada**, busca emplear teorías y conocimientos existentes y aplicarlos para resolver dificultades específicas, ya que su objetivo principal es la aplicación inmediata y claramente definida, en otra palabra, se experimentará para su ejecución, transformación, elabora ración de cambios de determinado sector. En este sentido esta pesquisa es aplicada por qué el nivel freático índice incide en las cimentaciones superficiales a la capacidad portante.

La presente investigación será de tipo aplicada. La creación de nueva información e ideas (investigación básica) y la aplicación de ese conocimiento a los problemas del mundo real (investigación aplicada) son los dos objetivos principales de la investigación científica, como señalan Fernández y Baptista (2016). Por el

contrario, sostiene que la investigación aplicada contribuye poco a la comprensión teórica, ya que su objetivo principal es abordar cuestiones con implicaciones prácticas directas.

Por lo tanto, el estudio allanará el camino para dar solución los problemas prácticos de futuros estudios asociados a la presencia de la capa freática en las cimentaciones poco profundas de los edificios residenciales.

1.14 Nivel o alcance de investigación

La investigación explicativa o causal busca responder a la pregunta "¿por qué?", es decir, a través de este trabajo se busca comprender cuál es la causa subyacente de un hecho o evento de la realidad, y cuáles son las características, particularidades y naturaleza que explican por qué la variable en análisis tiene las características que presenta. (Carrasco, 2006, p. 42)

Esta investigación es de nivel explicativa, pues trata qué relación existe entre las variables, así como también explicar, que sucede cuando se presenta el nivel freático en las viviendas familiares y de qué manera afecta a la actuación de la capacidad del suelo que poseen los suelos en estudio, por esta razón la investigación es de nivel explicativo.

1.15 Diseño de investigación

Según Mallma (2016), este diseño preexperimental se considera este término se utiliza porque carecen de la capacidad para gestionar de manera efectiva los factores que afectan la validez interna. El término "experimental" se refiere a la naturaleza del estudio en sí, que carece de cualquier grado significativo de supervisión. La investigación con un diseño longitudinal se caracteriza por la recogida de datos a lo largo del tiempo en coyunturas discretas, con el objetivo de evaluar la naturaleza y el alcance del cambio a lo largo del tiempo y sacar

conclusiones sobre los factores que contribuyeron a ese cambio, basándonos en esta descripción, la investigación se clasifica como de diseño longitudinal.

La metodología preexperimental-longitudinal adoptada para este estudio es el diseño de tendencia longitudinal, que investiga los cambios en el tiempo (en las variables o sus asociaciones) dentro de una población en general. Cada vez que se observan o se miden las variables o sus asociaciones, se puede analizar a toda la población o se puede recoger una muestra de la misma. El énfasis en un grupo demográfico es lo que diferencia a los diseños de tendencias.

1.16 Operacionalización de variable

Tabla 6

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Independiente (X)	Es la superficie que constituye nivel superior del agua subterránea al momento de la exploración, donde el nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia. (Juárez Badillo, 1974).	Se realizará una evaluación técnica, para identificar la situación real de las edificaciones en estudio, con el objetivo de identificar si hay presencia de patologías, asentamientos, para poder determinar la incidencia de nivel freático en la capacidad portante del suelo.	Precipitación	Perfil estratigráfico	Formato de perfil estratigráfico
Nivel freático				Pozos de monitoreo SENAMHI	Formato de registro de datos
				Ensayo de test percolación	Formato test de percolación
Dependiente (Y)	Es la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas. La capacidad portante, también es la máxima presión de contacto entre la cimentación y el suelo para evitar fallas por cortante del suelo o asentamientos diferenciales excesivos. (Das, 2013)	se realizará una evaluación técnica del suelo mediante los ensayos de laboratorio, para poder determinar la capacidad portante del suelo en las edificaciones en estudio.	Caracterización de suelos	Contenido de humedad Límites de Consistencia	Formato de contenido de humedad. Formatos de límites de consistencia.
Capacidad portante				Granulometría Clasificación (SUCS) Densidad de campo	Formato de análisis granulométrico. Formato de clasificación de suelo Formato de densidad de campo.
				Ensayo triaxial	Formato de Ensayo triaxial: Formatos de análisis de resultados

Fuente: Elaboración propia

1.17 Población y muestra

1.17.1 Población:

Para que la investigación avance de forma sólida, es importante escoger cuidadosamente una localidad en estudio que satisfaga una serie de criterios establecidos. En este caso se utilizaron criterios técnicos de selección, entre los que destacan: población urbana; localidades con una población superior a los 2.000 habitantes de población actual de los 3 barrios; la presencia del manto freático en los inmuebles familiares objeto de estudio; y la presencia de elementos necesarios que la metodología requiere para examinarla, en términos de mejora de convivencia de la población y calidad de la infraestructura. En base a estas consideraciones, el dicho estudio se realizó en los barrios de Álamos, barrio Wichaypampa zona A y barrio Wichaypampa zona B, ubicada en el distrito de Challhuahuacho - Apurímac, considerando como población cimentaciones superficiales en los tres barrios con presencia de nivel freático.

1.17.2 Muestra

Hernández (2016) asevera en una paráfrasis que todo estudio tiene que estar abierto al escrutinio y a los intentos de réplica. Si el investigador define con precisión la población de estudio y explica cómo se determinó la muestra, esto será posible. El propósito de utilizar una muestra, que viene a ser el subconjunto de la población o de todo el universo, es ahorrar dinero y esfuerzo.

Se eligió como muestra 03 viviendas de concreto armado con nivel freática sobre cimientos superficiales de viviendas familiares de los tres barrios de la localidad de Challhuahuacho, ya que la población objeto de la investigación es modesta y no necesita abundantes recursos económicos, materiales ni humanos.

Tamaño de muestra: el estudio se realiza en los siguientes sectores del distrito de Challhuahuacho:

- a) Barrio Álamos (calicata C-01)
- b) Barrio Wichaypampa zona A (calicata C-02)
- c) Barrio Wichaypampa zona B (calicata C-03)

Para la presente investigación del suelo se realizó 3 pozos de monitoreo para observar la variación del nivel freático durante un periodo de 6 meses y en las 3 calicatas para la caracterización de suelos para terminar los parámetros de suelos para luego evaluar la capacidad carga de las viviendas en estudio y el ensayo de tes de percolación para evaluar la incidencia de nivel freático en la capacidad portante en las calicatas de los tres barrios.

1.18 Técnicas e instrumentos

Según la cita de Yuni y Urbano (2016) "Técnicas para investigar", lo que constituye una parte crucial de cualquier proceso metodológico. Este aspecto del enfoque metodológico busca respuestas a una serie de interrogantes sobre las técnicas de recolección de datos. Sin embargo, para recopilar datos útiles para la ciencia, necesitamos crear suficiente información que sea legítima y fiable.

Sin embargo, el mismo autor sostiene que cuando hablamos de una técnica, en realidad estamos hablando de una serie de actividades interconectadas que culminan en un producto final. La metodología de recopilación de datos científicos describe los pasos generales utilizados para recopilar información. Una técnica es una aplicación específica de un procedimiento. En otras palabras, esto significa que un único enfoque puede dar lugar a varios enfoques.

Se llevarán a cabo la evaluación de la variación de la napa freática en distintos momentos del año (agosto 2023 a enero 2024).

Se efectuará la extracción de muestras de suelo de 3 calicatas, llevándose a cabo en 2 periodos críticos para obtener los parámetros del suelo correspondientes.

En última instancia, se logrará determinar la incidencia del nivel freático en la capacidad de carga de los suelos.

Por otra parte, los dispositivos de medida son:

- Formato de densidad en campo: Cono de Arena.
- Formato de granulometría: Juego de Tamices.
- Formato de contenido de humedad: Horno Eléctrico.
- Formato de límites de consistencia: Copa de Casagrande, vernier.
- Formato de medición de infiltración: Regla Milimétrica, herramientas manuales.
- Formato de ensayo triaxial.
- Formatos de análisis de resultados.

Según Hernández (2014), es en la fase de utilización de los instrumentos y de recogida de datos cuando el investigador tiene la mejor oportunidad de contrastar el trabajo conceptual con las realidades reales.

1.18.1 Técnicas

Observación directa. - utilizando este método, pudimos reunir datos primarios sobre el estado actual de los problemas de la capa freática que afectan a la capacidad de carga que posee el suelo en la ciudad de Challhuahuacho. Para ello, se ha recorrido toda la población observando, por todas las cimentaciones superficiales que indiquen con la presencia de nivel freático en las edificaciones familiares dentro de la localidad en estudio.

Entrevista. - técnica aplicada con los pobladores de la población que tienen el problema con presencia de nivel freático en sus viviendas, empleando la técnica

se pudo recolectar datos en referencia de la existencia de la napa freática en las edificaciones, estado actual de las de las viviendas realizando la evaluación técnica de cada vivienda.

1.18.2 Herramientas

Para rellenar las encuestas, necesitamos los siguientes recursos:

Navegador GPS. - En los estudios se emplearon navegadores GPS Garmin Montana 680. La doble orientación del instrumento y la colocación del GPS lo hacen útil para georreferenciar y controlar las posiciones.

Cámara fotográfica. – La cámara fotográfica es otra herramienta popular que ha ayudado al ser humano a obtener evidencia visual de muchos fenómenos. Los anexos de la investigación incluyen imágenes que documentan el nivel actual del manto freático en la localidad de Challhuahuacho, así como vistas panorámicas de la zona de intervención y evidencias de los peligros presentes.

Flexómetro. – El flexómetro es un componente crucial para medir otras partes del sistema.

1.19 Consideraciones éticas

Los principios éticos, las normas, las convenciones, las representaciones del bien y del mal, los ideales y las creencias son los que rigen y controlan la actitud y la conducta humanas. Considerada una rama de la filosofía, la ética examina la naturaleza y las normas por las que se rige la moral, en el ámbito público y privado. En consecuencia, se incluirán en el proyecto de estudio las siguientes consideraciones éticas, de acuerdo con Helsinki y la resolución 008430 de 1993:

Categoría de la investigación: Debido a la naturaleza de la investigación descriptiva, que busca reunir información en su forma "tal cual" a través de medios

que incluyen encuestas, entrevistas y observación, se considera un estudio libre de riesgos según la resolución 008430 de 1993.

Población sujeta a investigación: Como sólo nos basaremos en la observación y verificación técnica relacionada con la ocurrencia de la presencia de la napa freática, seleccionaremos toda la población de edificios del barrio Challhuahuacho que tienen napa freática (03 viviendas familiares) porque esta población es considerada de riesgo.

Uso de datos personales: La información recopilada se mantendrá en secreto y solo se utilizará para la investigación; nunca compartiremos ni distribuiremos ninguna información obtenida de nuestros sujetos.

Riesgos y beneficios: Dado que el estudio proporcionará información valiosa que ayudará para tomar decisiones adecuadas por parte de las autoridades y el propio público, con el objetivo que la condición de vida mejore, y las ventajas superen a los peligros.

1.20 Procesamiento de estadísticos

Por medio de la observación los datos fueron recolectados, la documentación y el trabajo de campo, y el procesamiento es cuantitativo. A través del análisis de laboratorio, siguiendo todos los formatos establecidos como guía de investigación y metodología establecida por las normas de mecánica e hidráulica de los suelos, y utilizando hojas resultado de Excel para obtener datos de la capacidad del suelo que posee el suelo de cada sitio en estudio; y con datos de granulometría para clasificar el suelo y obtener datos sobre la capacidad portante y caracterización de los suelos que presenta la zona en estudio, se calcularon las figuras. Tras el examen de laboratorio, la evaluación de las capacidades de carga de los suelos y de la calidad de la superficie de los componentes estructurales, la

información recogida será procesada en el Excel para realizar los cálculos. Asimismo, se optó por la prueba R de Pearson para determinar el grado de incidencia de del nivel freático en la capacidad portante del suelo, además, en la corroboración de la incidencia de la precipitación en la capacidad portante se consideró la prueba T de Student; por otra parte, en base de la incidencia de la infiltración en la napa freática y la incidencia del nivel freático en la caracterización de suelos en la capacidad portante también se consideró el uso de la prueba R de Pearson.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.21 RESULTADOS

1.21.1 O.E.1: *Evaluación de la incidencia de la precipitación.*

Para la evaluación de la incidencia de la precipitación en la capacidad portante sea realizado la medición mediante pozos, para el estudio se consideró tres barrios, barrio Wichaypampa, zona A, zona B y barrio los álamos. Al realizar una exploración de campo en el lugar de estudio, se encontró un suelo de grava arenosa con arcillas. Además, al recopilar datos sobre la variación del nivel freático, pudimos observar un descenso y un aumento del nivel del agua en diferentes momentos, lo que es una característica de los acuíferos libres, Además La evaluación de la capa freática y su variación se puede realizar a través de diferentes métodos y técnicas, algunas de las herramientas comunes utilizadas consideradas por Hiscok y Bense (2005).

Para este estudio optamos realizar mediante pozos de monitoreo, en donde estos son pozos perforados en el suelo que permiten medir el nivel del agua subterránea en diferentes puntos a lo largo del tiempo. Al registrar regularmente los niveles de agua, se pueden analizar las tendencias y variaciones en la capa freática.

Tabla 7*Formato de observación del nivel freático*

Medición de la napa freática por pozos							
Ubicación:		Distrito:	Challhuahuacho				
		Provincia:	Cotabambas				
		Región:	Apurímac				
		3699					
altitud:	msnm				latitud:	14° 7' 7"	
Suelo:	arena limosa				longitud:	72° 14' 47"	
pozos	hora	fecha	días	días acumulada	lectura (m)	variación (m)	velocidad (m/día)
Pozo N° 01	10.56am	25/08/2023	0.00	-	-1.630	0.000	0.0000
	1.50pm	15/09/2023	21.00	21.00	-1.580	0.050	0.0024
	7.05pm	08/10/2023	23.00	44.00	-1.540	0.040	0.0009
	10.32pm	05/11/2023	28.00	72.00	-1.400	0.140	0.0019
	1.35 am	06/12/2023	31.00	103.00	-1.350	0.050	0.0005
	3.50 am	13/01/2024	38.00	141.00	-1.050	0.300	0.0021
Pozo N° 02	10.26am	25/08/2023	0.00	-	-1.57	0.000	0.0000
	11.26am	15/09/2023	21.00	21.00	-1.55	0.020	0.0010
	12.56am	08/10/2023	23.00	44.00	-1.42	0.130	0.0030
	1.50pm	05/11/2023	28.00	72.00	-1.38	0.040	0.0006
	7.00 pm	06/12/2023	31.00	103.00	-1.31	0.070	0.0007
	4.10 am	13/01/2024	38.00	141.00	-1.07	0.240	0.0017
Pozo N° 03	9.40am	25/08/2023	0.00	-	-1.65	0.000	0.0000
	11.25am	15/09/2023	21.00	21.00	-1.55	0.100	0.0048
	3.05pm	08/10/2023	23.00	44.00	-1.52	0.030	0.0007
	5.02 pm	05/11/2023	28.00	72.00	-1.42	0.100	0.0014
	10.50pm	06/12/2023	31.00	103.00	-1.28	0.140	0.0014
	2.35 am	13/01/2024	38.00	141.00	-1.11	0.170	0.0012

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de campo. Fuente: Elaboración propia

Tabla 8

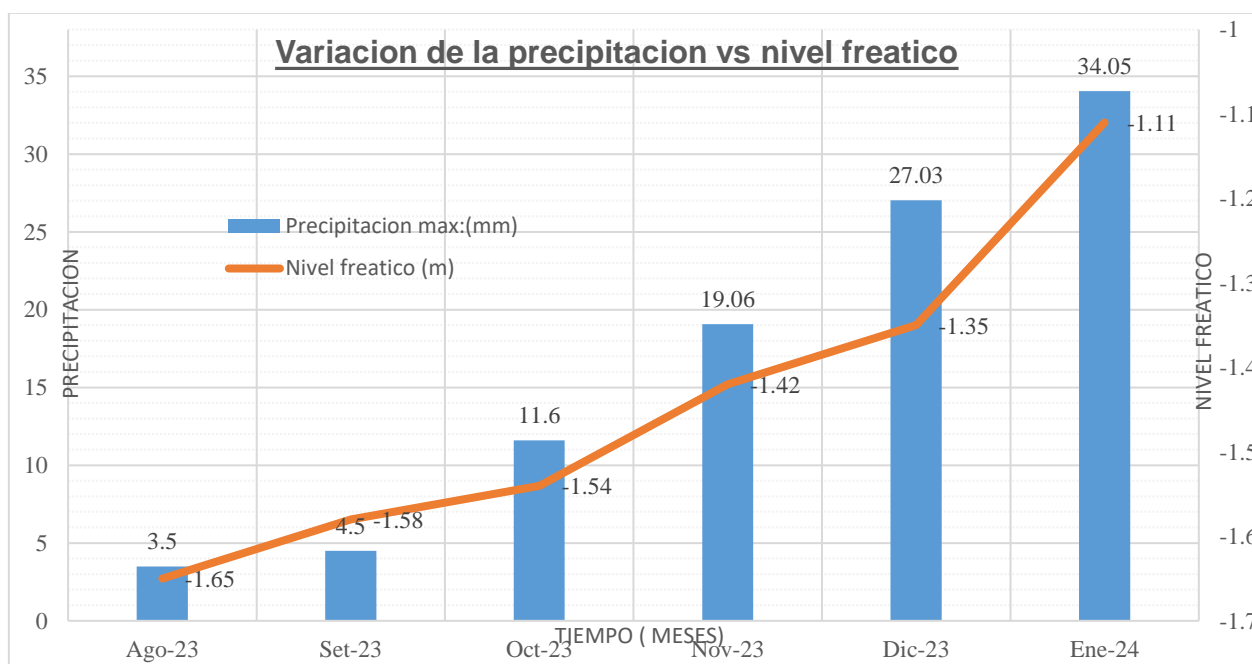
Cuadro de precipitación, ascenso y descenso del nivel freático

mes	precipitación max:(mm)	nivel freático(m)	velocidad m/día	promedio m/día	
Ago-23	3.5	-1.65	0.0000		
Set-23	4.5	-1.58	0.0048	0.0039	velocidad de descenso
Oct-23	11.6	-1.54	0.0030		
Nov-23	19.06	-1.42	0.0019		
Dic-23	27.03	-1.35	0.0014	0.0018	velocidad de ascenso
Ene-24	34.05	-1.11	0.0021		

Nota. Análisis de precipitación y variación de la napa freática. *Fuente:* Elaboración propia

Figuras 2

Variación de la precipitación vs nivel freático



Nota. El gráfico representa la variación de la precipitación vs nivel freático. *Fuente:* Elaboración propia

Interpretación de los resultados

De todo el análisis realizado en campo en los tres pozos de estudio en los barrios de álamos, Wichaypampa zona A y zona B se pudo obtener el resultado que se muestra en la figura 1 descripción de la variación de la precipitación con

respecto al nivel freática; donde claramente se verifica que a mayor precipitación que hay en el lugar de estudio se da mayor ascenso de capa freática en los diferentes meses de estudio que sea realizado, donde una precipitación de 27.03 mm genera un ascenso de 1.4mm y una precipitación 34.05mm genera un ascenso de 2.1mm como se puede apreciar en la tabla 6 y tabla 7; donde la precipitación máximo se da en el mes de enero y a la vez la velocidad del ascenso es superior esto indica que el ascenso del nivel freático es mayor en el mes de enero.

1.21.2 O.E.2: Evaluación de la incidencia de la infiltración.

1.21.2.1 Ensayos de percolación

Se llevará a cabo una prueba de percolación como parte de los estudios y ensayos en campo para determinar la velocidad a la que el agua infiltra en el suelo de los barrios; álamos, Wichaypampa zona A y zona B, para la evaluación de la incidencia de la infiltración en la capacidad portante de las edificaciones en estudio, de los estudios se obtiene los resultados mencionados a continuación.

Tabla 9

Test de percolación calicata C-01

Descenso (pulg)	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Resultados de tes de Percolación
	Tiempo (min)	Tiempo (min)	Tiempo (min)	
1	21.93	21.45	21.68	
2	21.75	21.67	21.24	
3	21.45	21.23	21.45	
4	21.38	21.66	21.48	
5	21.11	21.78	21.34	
Promedio	21.52	21.56	21.44	21.51

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de campo. Fuente: Elaboración propia

Tabla 10*Valores de licuación de suelo calicata C-01*

Valores de licuación del suelo	
El suelo analizado desciende 1 pulg de nivel de agua en	21.51 min
Equivalente para descender 1 cm en horas	8.85 min
Resultado de test de percolación	8.92 min/cm

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. Fuente: Elaboración propia

Tabla 11*Test de percolación calicata C-02*

Descenso (pulg)	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Resultados de test de percolación
	Tiempo (min)	Tiempo (min)	Tiempo (min)	
1	0.11	0.11	0.12	
2	0.11	0.12	0.11	
3	0.13	0.12	0.12	
4	0.13	0.12	0.12	
5	0.13	0.12	0.12	
Promedio	0.12	0.12	0.12	0.12

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. Fuente: Elaboración propia

Tabla 12*Valores de licuación de suelos calicata C-02*

Valores de licuación del suelo	
El suelo analizado desciende 1 pulg de nivel de agua en	0.12 min
Equivalente para descender 1 cm en horas	0,05 min
Resultado de test de percolación	0.05 min/cm

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13*Test de percolación calicata C-03*

Descenso (pulg)	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Resultados de test de Percolación
	Tiempo (min)	Tiempo (min)	Tiempo (min)	
1	37.58	37.46	37.52	
2	37.22	37.24	37.42	
3	30.15	30.14	30.12	
4	30.10	30.18	30.85	
5	30.05	30.34	30.55	
Promedio	33.02	33.07	33.29	33.13

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. Fuente:
Elaboración propia

Tabla 14*Valores de licuación de suelo calicata C-03*

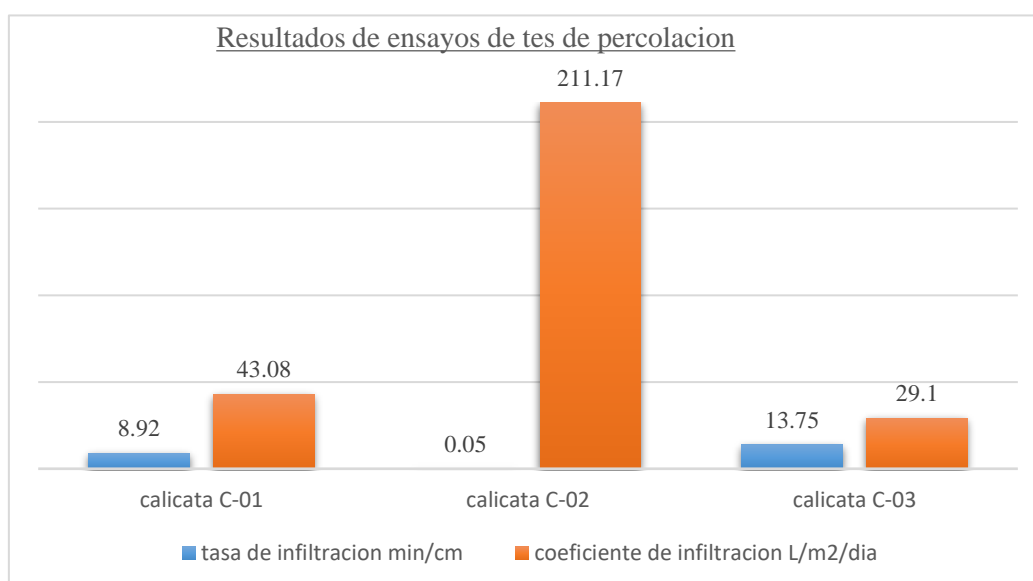
Valores de licuación del suelo		
El suelo analizado desciende 1 pulg de nivel de agua en	33.13	min
Equivalente para descender 1 cm en horas	13.63	min
Resultado de test de percolación	13.75	min/cm

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. Fuente:
Elaboración propia

Tabla 15*Resultados de test de percolación*

Calicata 1	La tasa de infiltración es de:	8.92 min/cm
	El coeficiente de infiltración R es de:	43.08 L/m ² /día
Calicata 2	La tasa de infiltración es de:	0.05 min/cm
	El coeficiente de infiltración R es de:	211.17 L/m ² /día
Calicata 3	La tasa de infiltración es de:	13.75 min/cm
	El coeficiente de infiltración R es de:	29.10 L/m ² /día

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. *Fuente:* Elaboración propia

Figuras 3*Resultado de ensayos de tes de percolación*

Nota. En la figura se muestra resumen de resultados análisis de pruebas. *Fuente:* Elaboración propia

Interpretación de los resultados

La tasa o velocidad de infiltración en la calicata C-01 en barrio los álamos 8.92 min/cm y coeficiente de infiltración es de 43.08 L//m²/día, Wichaypampa zona

A calicata C-02 la tasa de infiltración es de 0.05min/cm y una coeficiente de infiltración mayor de 217.17 L/m²/día y en el barrio Wichaypampa zona B la tasa de infiltración es de 13.75min/cm y con coeficiente de infiltración es de 29,1 L/m²/día este es un parámetro que se utiliza para describir la capacidad de un suelo para permitir la entrada de agua a través de su superficie.

1.21.3 O.E.3: Determinación de nivel freático en la caracterización del suelo.

Para el análisis de la incidencia del tipo de suelo de la napa freática sea realizado diferentes ensayos de laboratorio estudiado en tres barrios de la localidad de Challhuahuacho de los barrios: Álamos (calicata C-1), Wichaypampa zona A(calicata C-2) y Wichaypampa zona B (calicata C-3), donde en los lugares de estudio se pudo verificar las diferentes particularidades que tiene cada luego en dichos sectores principalmente los más incidentes en el distrito de Challhuahuacho, para lo cual se emplea diferentes instrumentos mencionados en la parte teórica del proyecto.

1.21.3.1 Resultados de ensayos de contenido de humedad

Tabla 16

Contenido de humedad calicata C-01

Contenido de humedad	
Peso de capsula (gr)	
Peso de capsula + muestra húmeda (gr)	445.00
Peso de capsula + muestra seca (gr)	378.00
Peso del agua (gr)	67.00
Peso de la muestra seca (gr)	378.00
Contenido de humedad	17.72%

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 17*Contenido de humedad calicata C-02*

Contenido de humedad	
Peso de capsula (gr)	
Peso de capsula + muestra húmeda (gr)	449.00
Peso de capsula + muestra seca (gr)	378.00
Peso del agua (gr)	71.00
Peso de la muestra seca (gr)	378.00
Contenido de humedad	18.78%

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. Fuente: Elaboración propia

Tabla 18*Contenido de humedad Calicata C-03*

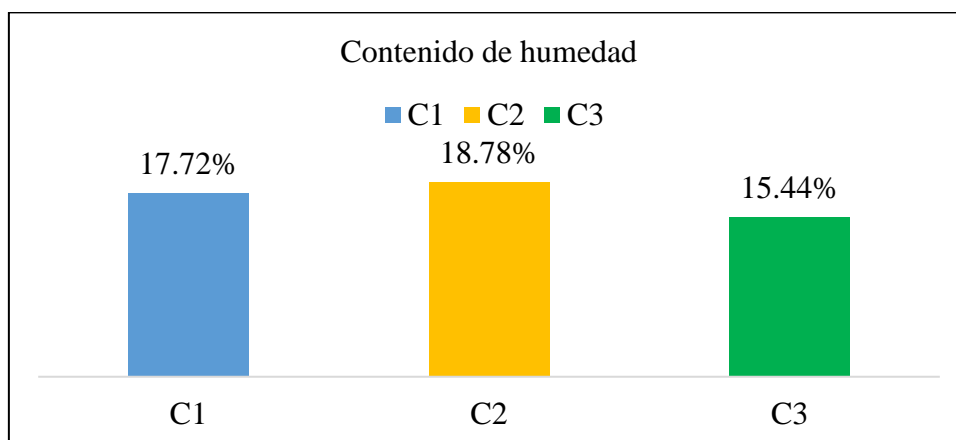
Contenido de humedad	
Peso de capsula (gr)	
Peso de capsula + muestra húmeda (gr)	658.00
Peso de capsula + muestra seca (gr)	570.00
Peso del agua (gr)	88.00
Peso de la muestra seca (gr)	570.00
Contenido de humedad	15.44%

Nota.

Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. Fuente: Elaboración propia

Figuras 4

Resumen de contenido de humedad de las calicatas



Nota. En figura se aprecia resumen de contenido de humedad *Fuente:*

Elaboración propia

Interpretación de los resultados

En la figura 3 se puede visualizar el resumen de los ensayos: calicata C-01 barrio los álamos, calicata C-02 barrio Wichaypampa zona A, calicata C-03 barrio Wichaypampa zona B, donde observamos un contenido de humedad similar, cuyos valores en orden ascendente, debido que los análisis se realiza en los diferentes meses con antes de nivel freático y después de nivel freático cuyos valores son de manera decreciente 15,44 %,17,72% y 18,78%, estos valores están en un rango óptimo pues; como nos indica Yepes (2021) Los contenidos de humedad ideales generalmente oscilan entre el 10 y el 20%, con un intervalo máximo del 5 al 30%. Para obtener una curva confiable con una humedad entre puntos que no sea superior al 4%, generalmente se requieren cinco puntos.

1.21.3.2 Análisis de ensayos de límites de consistencia

Tabla 19*Resultados del ensayo de limite liquido*

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
peso de capsula (gr)	9.32	6.12	8.79
peso de capsula + muestra húmeda (gr)	23.00	24.00	23.00
peso de capsula + muestra seca (gr)	21.00	21.10	20.60
peso del agua (gr)	2.00	2.90	2.40
peso de la muestra seca (gr)	11.68	14.98	11.81
contenido de humedad	17.12%	19.36%	20.32%
número de golpes	32	25	21

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. *Fuente:*

Elaboración propia

Tabla 20*Resultados del ensayo de limite plástico*

Descripción	Muestra 01	Muestra 02
peso de capsula (gr)	6.25	8.74
peso de capsula + muestra húmeda (gr)	13.10	16.60
peso de capsula + muestra seca (gr)	12.20	15.45
peso del agua (gr)	0.90	1.15
peso de la muestra seca (gr)	5.95	6.71
contenido de humedad	15.13%	17.14%

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. *Fuente:*

Elaboración propia

Tabla 21*Resultados de los ensayos de la calicata C-01*

límite líquido =	19.00%
límite plástico =	16.00%
índice de plasticidad =	3.00%

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. *Fuente:*

Elaboración propia

Tabla 22*Ensayo de limite liquido calicata C-02*

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de capsula (gr)	9.35	6.18	8.85
Peso de capsula + muestra húmeda (gr)	23.00	24.00	23.00
Peso de capsula + muestra seca (gr)	21.00	21.10	20.60
Peso del agua (gr)	2.00	2.90	2.40
Peso de la muestra seca (gr)	11.65	14.92	11.75
Contenido de humedad	17.17%	19.44%	20.43%
Número de golpes	33	26	23

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 23*Ensayo de limite plástico calicata C-02*

Descripción	Muestra 01	Muestra 02
Peso de capsula (gr)	6.45	8.85
Peso de capsula + muestra húmeda (gr)	13.10	16.60
Peso de capsula + muestra seca (gr)	12.20	15.45
Peso del agua (gr)	0.90	1.15
Peso de la muestra seca (gr)	5.75	6.60
Contenido de humedad	15.65%	17.42%

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. *Fuente:*

Elaboración propia

Tabla 24

Resultados de los límites de consistencia (Atterberg calicata C-02).

Límite líquido =	19,00 %
Límite plástico =	17,00 %
Índice de plasticidad =	2,00 %

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de los resultados

Podemos observar en nuestros resultados que el índice de plasticidad de las muestras de nuestra calicata 1 es de 2 %, es decir estamos ante un suelo no plástico, ya que el $IP < 7$.

Tabla 25

Ensayo de limite liquido calicata C-03

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso de capsula (gr)	9.32	6.12	8.79
Peso de capsula + muestra húmeda (gr)	38.50	38.40	43.00
Peso de capsula + muestra seca (gr)	29.46	28.24	32.00
Peso del agua (gr)	9.04	10.16	11.00
Peso de la muestra seca (gr)	20.14	22.12	23.21
Contenido de humedad	44.89%	45.93%	47.39%
Número de golpes	33	27	21

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 26

Ensayo de limite plástico calicata C-03

Descripción	Muestra 01	Muestra 02
Peso de capsula (gr)	6.25	8.74
Peso de capsula + muestra húmeda (gr)	13.00	16.70
Peso de capsula + muestra seca (gr)	11.69	15.15
Peso del agua (gr)	1.31	1.55
Peso de la muestra seca (gr)	5.44	6.41
Contenido de humedad	24.08%	24.18%

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 27*Resultados finales (límites de Atterberg calicata C-03)*

Límite líquido =	46,00 %
Límite plástico =	24,00 %
Índice de plasticidad =	22,00 %

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. *Fuente:* Elaboración propia

Interpretación de los resultados

En esta calicata observamos que el índice de plasticidad de las muestras de nuestra calicata 3 es de 22 %, es decir estamos ante un suelo medianamente plástico, ya que el $17 < IP < 27$.

1.21.3.3 Análisis granulométrico y caracterización de suelos

Tabla 28*Caracterización del tipo de suelo barrio Álamos calicata C-01*

datos para clasificación	
de granulometría	
% de gruesos =	78.52%
% de finos =	21.48%
total =	100.00%
% de grava =	0.00%
% de arena =	78.52%
total =	78.52%
fracción gruesa	
% de grava =	0.00%
% de arena =	100.00%
total =	100.00%
coeficientes	
Cu =	68.13
Cc =	3.416
de límites de consistencia	
LL =	19.00%
LP =	16.00%
IP =	3.00%

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio y cálculos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29*Clasificación de suelo del barrio Álamos calicata C-01*

% Que Pasa la Malla N° 200	=21.48%
% Que Pasa la Malla N° 4	=100 %
Tipo de Suelo Según su Granulometría:	=Suelo Grueso (arena)
Tipo de Suelo:	=SM, SC
Suelo:	=SC suelo con arenas arcillosas

Nota. Datos obtenidos mediante análisis y cálculos. *Fuente:* Elaboración propia

Tabla 30

Caracterización del tipo de suelo del barrio Wichaypampa zona A calicata C-02

Datos para Clasificación.	
de granulometría.	
% de gruesos =	80.03%
% de finos =	19.97%
total =	100.00%
% de grava =	0.00%
% de arena =	80.03%
total =	80.03%
fracción gruesa.	
% de grava =	0.00%
% de arena =	100.00%
total =	100.00%
Coeficientes.	
Cu =	68.13
Cc =	3.416
de límites de consistencia	
LL =	19.00%
LP =	17.00%
IP =	2.00%

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de pruebas de laboratorio. Fuente:

Elaboración propia

Tabla 31

Clasificación de suelo del barrio Wichaypampa zona A calicata C-02

% Que Pasa la malla N° 200	=19.97%
% Que Pasa la malla N° 4	=100%
Tipo de suelo según su Granulometría:	=Suelo grueso (arena)
Tipo de suelo:	=SM, SC
Suelo:	= SC suelo con arenas arcillosas

Nota. Datos obtenidos mediante análisis y cálculos. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32*Características del tipo de suelo barrio Wichaypampa zona B calicatas C-03*

Datos para clasificación.	
De granulometría.	
% de Gruesos =	81.59%
% de Finos =	18.41%
Total =	100.00%
% de Grava =	23.09%
% de Arena =	58.50%
Total =	81.59%
Fracción gruesa.	
% de Grava =	23.09%
% de Arena =	76.91%
Total =	100.00%
Coeficientes.	
Cu =	68.13
Cc =	3.416
De Límites de consistencia.	
LL =	46.00%
LP =	24.00%
IP =	22.00%

Nota. Datos obtenidos mediante análisis y cálculos. Fuente:

Elaboración propia

Tabla 33*Clasificación de suelo del barrio Wichaypampa zona B calicata C-03*

% Que pasa la malla N° 200	18.41
% Que pasa la malla N° 4	76.91
Tipo de suelo según su Granulometría:	Suelo grueso (arena)
Tipo de suelo:	SM, SC
Suelo:	SC arena con arcillas con grava

Nota. Datos obtenidos mediante análisis y cálculos. Fuente: Elaboración propia

Interpretación de los resultados

Guiándonos de los valores de la tabla de clasificación de suelos SUCS y usando nuestros datos granulométricos y los resultados de nuestros límites de consistencia (Atterberg) se realizó el análisis de los tres barrios en estudio del

distrito de Challhuahuacho, donde de todo el análisis realizado se llega que los tres suelos son SC, que representa un suelo de arenas arcillosas con grava.

1.21.3.4 Análisis de los resultados de ensayo de densidad de campo

Tabla 34

Resumen de análisis de datos de densidad de campo

Calicata	Densidad natural húmeda gr/cm ³	Densidad natural seca gr/cm ³
calicata C-01	1.85	1.56
calicata C-02	1.71	1.48
calicata C-03	1.96	1.7

Nota. Datos obtenidos mediante análisis y cálculos. Fuente: Elaboración propia

Interpretación de los resultados

El ensayo de densidad de campo sea realizado en las 3 calicatas de los tres sectores en estudio de los cuales se obtiene los datos que representa en la tabla 34 mediante el método del cono de arena, además se muestra que la densidad natural seca más significativa es en la calicata C-03 que es en la zona de Wichaypampa zona B de 1.70 gr/cm³ y una densidad natural húmeda de 1.96gr/cm³, podemos mencionar que Las densidades de las tres calicatas coinciden porque tienen el mismo tipo de suelo, y la densidad será mayor en el mes de enero debido a un incremento de nivel freático.

1.21.3.5 Análisis de los resultados de ensayo triaxial.

Tabla 35*Resultados de ensayo triaxial*

Ubicación	Descripción de datos
Barrio álamos	C= 1.3 ∅= 12
Wichaypampa zona A	C= 1.3 ∅= 8
Wichaypampa zona B	C= 1.3 ∅ = 12

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de laboratorio y cálculos. *Fuente:* Elaboración propia

Interpretación de los resultados

A través del ensayo de triaxial se determinó los valores de cohesión y ángulo de fricción interna de los tres suelos en estudio; barrio Wichaypampa es un suelo con cohesión 1.3 tn/m² y ángulo de fricción interna 12°, el barrio Wichaypampa zona A en un suelo con cohesión 1.3 tn/m² y ángulo de fricción interna 8° y por último el barrio Wichaypampa zona B es un suelo con cohesión 1.3 tn/m² y ángulo de fricción interna 12°, además se obtiene las dimensiones de las cimentaciones existentes de las tres viviendas en estudio con presencia de nivel freático a diferentes alturas de la superficie del terreno.

1.21.4 O.G; Determinación de grado de incidencia del nivel freática, en la capacidad portante de suelos en las cimentaciones superficiales.

Se realiza el análisis de los datos obtenido en laboratorio y análisis de datos se obtenidos de la recopilación de datos en campo para realizar los cálculos de capacidad de carga de las tres edificaciones en estudio de la localidad de Challhuahuacho, primero se realiza la verificación de la cimentación actual luego y

luego se redimensiona de acuerdo al estado actual de las viviendas con presencia de nivel freático.

Tabla 36

Cuadro de datos generales usados en el cálculo calicata C-01

Profundidad	<i>a -3.50 m.</i>
γ	1.66 gr/cm ³
γ_{sat}	1.72 gr/cm ³
B	1.00 m
L	1.20 m.
d_f	1.50 m.
ϕ (ángulo de fricción)	12
c (cohesión)	1.3 tn/m ²

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de laboratorio y cálculos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 37

Capacidad de carga barrio Wichaypampa zona A calicata C-02

Profundidad	<i>a -3.00 m.</i>
γ	1.71 gr/cm ³
γ_{sat}	1.93 gr/cm ³
B	1.00 m
L	1.10 m.
d_f	1.45 m.
ϕ (ángulo de fricción)	8
c (cohesión)	1.3 tn/m ²

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de laboratorio y cálculos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 38*Capacidad de carga barrio Wichaypampa zona B calicata C-03*

Profundidad	<i>a -4.00 m.</i>
γ	1.04 gr/cm ³
γ_{sat}	1.27 gr/cm ³
B	1.00 m
L	1.10 m.
d_f	1.50 m.
ϕ (ángulo de fricción)	12
c (cohesión)	1.3 tn/m ²

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de laboratorio y cálculos. Fuente: Elaboración propia

1.21.4.1 Estimación de metrado de cargas

Se realiza el procedimiento de metrados de cargas considerando la Norma Técnica E.020 de cargas de las viviendas típicas familiares de área de 108 m² en el barrio Wichaypampa zona A, álamos y zona B con un área de 45m² de tres niveles, además para la estimación de pesos se considera la columna que soporta mayor carga que representa a un área tributaria mayor de cada vivienda.

Tabla 39*Estimación de pesos de las viviendas en estudio*

Ubicación	descripción	peso
Barrio álamos (vivienda N°01)	CM (carga- muerta)	13.38 tn
	CV (carga -viva)	3.38 tn
	S (sismo)	0.25
Wichaypampa zona B (vivienda N°02)	CM (carga -muerta)	9.75 tn
	CV (carga viva)	2.76tn
	S (sismo)	0.25
Wichaypampa zona B (vivienda N°03)	CM (carga muerta)	15.38 tn
	CV (carga viva)	3.38 tn
	S (sismo)	0.25

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de campo y cálculos. Fuente: Elaboración propia

Interpretación de los resultados

En la Tabla 39, se aprecia la estimación de pesos de las tres edificaciones en estudio con presencia de nivel freático a diferentes alturas, para lo cual se considera la columna que soporta mayor carga de las tres viviendas en estudio.

1.21.4.2 Caso I: verificación de cimentación actual de las viviendas

Para recomendar una profundidad de cimentación y las dimensiones de las zapatas apropiadas, se realiza la verificación utilizando el Método de Meyerhof para el cálculo de la carga admisible. Para los tres casos de las viviendas en estudio, se utilizaron los datos de las Tablas 38,39,40 y 41.

Tabla 40

Cuadro de resumen de cálculos obtenido

Ubicación	D_f (m)	B (m)	L (m)	Nivel freático (m)	q_{ult} (tn/m ²)	Verificación de FS
C-1(álamos)	1.5	1	1.2	0.5	24.49	1.75
C-2(zona A)	1.45	1	1.1	1	45.73	4.02
C-3(Zona B)	1.5	1	1.1	1.5	21.51	1.26

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de campo y cálculos. *Fuente:* Elaboración propia.

Interpretación de los resultados

Verificación de cimentación actual barrio Álamos mediante los cálculos realizados se verifica cálculo de factores de capacidad de carga, para este caso considerando tipo de falla por corte local a una altura de profundidad de nivel freático de 0.50 metros de terreno natural, realizando el uso de los datos de laboratorio y de campo se puede llegar a calcular una carga ultima de 24.49tn/m², además se verifica factor de seguridad utilizando la fórmula de carga ultima multiplicado por el área de la cimentación todo ello dividido entre la carga muerta y

viva de la vivienda, obteniendo factor de seguridad de 1.75 que es menor a 3, por lo tanto según la norma E.050 se evidencia que las dimensiones actuales no son suficientes por las condiciones del terreno con nivel freático y caracterización de suelo.

Verificación de cimentación actual barrio Wichaypampa zona A mediante los cálculos de factores de capacidad de carga corregido y por corrección de nivel freático a una altura de 1.00m del nivel del terreno natural se llega a calcular una carga última de la vivienda de 45.73 tn/m², además se verifica factor de seguridad utilizando la fórmula de carga última multiplicado por el área de la cimentación todo ello dividido entre la carga muerta y viva de la vivienda, obteniendo factor de seguridad de 4.02 que es mayor o igual a 3, por lo tanto SI cumple según la norma E.050, es decir que el suelo es adecuada para las condiciones de cargas de la vivienda.

Verificación de cimentación actual barrio wichaypampa zona B mediante los cálculos de factores de capacidad de carga y por corrección de nivel freático se llega a calcular una carga última de la vivienda de 21.51 tn/m², además se verifica factor de seguridad utilizando la fórmula de carga última multiplicado por el área de la cimentación todo ello dividido entre la carga muerta y viva de la vivienda, obteniendo factor de seguridad de 1.26 es menor a 3, por lo tanto NO cumple según la norma E.050, es decir que el suelo es inadecuado para las condiciones de cargas de la vivienda.

1.21.4.3 Caso II: Redimensionamiento de cimentación de las viviendas

1.21.4.4

Tabla 41

Cuadro de resultados de redimensionamiento

Ubicación	B (m)	L (m)	<i>qult</i> (tn/m ²)	Verificación de FS	<i>qadm</i> (tn/m ²)
C-1(álamos)	1.5	2.3	31.7	6.53	5.12
C-2(zona A)	1	1.1	45.73	4.02	11.6
C-3(Zona B)	2.1	3.2	20.09	7.19	4.39

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de campo y cálculos. Fuente: Elaboración propia

Interpretación de los resultados

En la tabla 41 se verifica redimensionamiento de la vivienda de barrio los Álamos, donde para determinar la geometría en planta adecuada, y no existir excentricidades se pudo igualar al esfuerzo de la estructura existente, de lo cual se obtiene un resultado de $q_{adm}=5.12\text{tn/m}^2$ obteniendo las dimensiones de $B=1.5\text{m}$ y $L=2.30\text{m}$ obteniendo estas dos dimensiones obtenidas se volvió a calcular la capacidad portante y se comprobó que es adecuado, obteniendo una carga ultima de 31.70tn/m^2 y un factor de seguridad 6.53 mayor a 3 por lo tanto ahora se cumple, lo cual se demuestra que el nivel freático encontrada influye en la capacidad portante de la vivienda familiar, lo cual se refleja que las dimensiones de la cimentación actual, la cual debe incrementarse y/o reforzarse.

Para la estructura analizada en el barrio wichaypampa zona A, la geometría en planta es adecuada por lo tanto no es necesario redimensionar el área de la cimentación.

En la tabla 41 se verifica redimensionamiento de la vivienda de barrio wichaypampa zona B, donde para determinar la geometría en planta adecuada, y no existir excentricidades se pudo igualar al esfuerzo de la estructura existente, de lo cual se obtiene un resultado de $q_{adm}=4.39\text{tn/m}^2$ obteniendo las dimensiones de $B=2.10\text{m}$ y $L=3.20\text{m}$ obteniendo estas dos dimensiones obtenidas se volvió a calcular la capacidad portante y se comprobó que es adecuado, obteniendo una carga última de 20.09tn/m^2 y un factor de seguridad 7.19 mayor a 3 por lo tanto ahora si cumple, en este caso la geometría en planta de la cimentación de análisis, necesita crecer para soportar las cargas ya que por las características del terreno no son buenas.

Tabla 42

Medición de grado de incidencia de nivel freático en la capacidad portante

ubicación	Dimensiones actuales		Dimensión recalculada		Grado incidencia
	B(m)	L(m)	B(m)	L(m)	
Barrio álamos	1	1.2	1.5	2.3	135%
Barrio wichaypampa zona A	1	1.1	1	1.1	100%
Barrio wichaypampa zona B	1	1.1	2.1	3.2	116%

Nota. Datos obtenidos mediante análisis de campo y cálculos. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 42 se puede apreciar la verificación de grado de incidencia de nivel freático en la capacidad portante de las viviendas, las dimensiones actuales de las cimentaciones vs dimensiones recalculadas de las cimentaciones.

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se planteó como objetivo general, determinar el grado, de incidencia del nivel freático en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares, Challhuahuacho 2023, esto encontramos que un nivel

freático elevado se relaciona directamente con el aumento de la plasticidad del suelo y con un incremento en el contenido de humedad, consecuencias que son perjudiciales en la capacidad portante del suelo, dicho esto a nivel inferencial se logró corroborar que la napa freática incide directamente en la capacidad portante de los suelo en los cimientos superficiales en viviendas familiares, Challhuahuacho 2023, de acuerdo a la obtención de resultados se pudo determinar la capacidad portante de cada zona en estudio.

En la calicata C-01 del barrio los álamos tiene una capacidad de carga ultima de 24.49tn/m^2 con presencia de napa freático a una altura de 0.50m y factor de seguridad de 1.75 por lo tanto no cumple con la Norma E.O50, por lo tanto según la norma E.050 se evidencia que los dimensiones actuales no son suficientes por las condiciones del terreno con nivel freático y caracterización de suelo, en tal sentido se realiza un redimensionamiento de área de la cimentación de lo cual se obtiene un resultado de $q_{adm}=5.12 \text{tn/m}^2$ obteniendo las dimensiones de $B=1.5 \text{m}$ y $L=2.30 \text{m}$ obteniendo estas dos dimensiones obtenidas se volvió a calcular la capacidad portante y se comprobó que es adecuado, obteniendo una carga ultima de 31.70tn/m^2 y un factor de seguridad 6.53 mayor a 3 por lo tanto ahora si cumple, lo cual se demuestra que el nivel freático encontrada influye en la capacidad portante de la vivienda familiar, lo cual se refleja que las dimensiones de la cimentación actual, la cual debe incrementarse y/o reforzarse.

En la calicata C-02 del barrio Wichaypampa zona A con las dimensiones actuales llega a calcular una carga ultima de la vivienda de 45.73tn/m^2 , además se verifica factor de seguridad utilizando la fórmula de carga ultima multiplicado por el área de la cimentación todo ello dividido entre la carga muerta y viva de la vivienda, obteniendo factor de seguridad de 4.02 que es mayor o igual a 3 , por lo

tanto Si cumple según la norma E.050, es decir que el suelo es adecuada para las condiciones de cargas de la vivienda, para la estructura analizada en el barrio Wichaypampa zona A, la geometría en planta es adecuada por lo tanto no es necesario redimensionar el área de la cimentación

En la calicata C-03 del barrio Wichaypampa zona B con las dimensiones actuales llega a calcular una carga ultima de la vivienda de 21.51 tn/m^2 , además se verifica factor de seguridad utilizando la fórmula de carga ultima multiplicado por el área de la cimentación todo ello dividido entre la carga muerta y viva de la vivienda, obteniendo factor de seguridad de 1.26 es menor a 3, por lo tanto NO cumple según la norma E.050, es decir que el suelo es inadecuado para las condiciones de cargas de la vivienda, por lo tanto se redimensiona la vivienda, donde para determinar la geometría en planta adecuada, y no existir excentricidades se pudo igualar al esfuerzo de la estructura existente, de lo cual se obtiene un resultado de $q_{adm}=4.39 \text{ tn/m}^2$ obteniendo las dimensiones de $B=2.10 \text{ m}$ y $L=3.20 \text{ m}$ obteniendo estas dos dimensiones obtenidas se volvió a calcular la capacidad portante y se comprobó que es adecuado, obteniendo una carga ultima de 20.09 tn/m^2 y un factor de seguridad 7.19 mayor a 3 por lo tanto ahora si cumple, en este caso la geometría en planta de la cimentación de análisis, necesita crecer para soportar las cargas ya que por las características del terreno no son buenas.

Donde se determinó el grado de incidencia en las tres viviendas de los barrios; C-01 grado incidencia 135%, C-3 grado de incidencia de 116% y en C-2 grado de incidencia 100%, entre la cimentación actual vs dimensiones de las cimentaciones recalculadas con presencia de nivel freático, además según la clasificación de suelos según el sistema SUCS las tres zonas en estudio representa un suelo arena arcillosa con presencia de grava.

Según esto, Vinueza (2021) en su investigación cuyo objetivo era obtener la capacidad portante de las muestras de arcilla y arena, análisis en laboratorio para determinar si los terrenos pueden soportar la carga de una casa de tres pisos, concluyó que el suelo natural expuesto a filtraciones de la capa freática posee una capacidad portante de 0.29 Kg/cm^2 frente a un suelo compuesto de arena que tuvo una medida de 0.70 Kg/cm^2 lo que representa una relación directa entre capa freática elevada y una menor capacidad portante. Así mismo Hurtado (2019) también buscó evaluar el impacto del nivel freático en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en el centro poblado de Ninatambo. Se encontró que existe una relación directa entre la precipitación pluvial y el aumento del nivel freático. Además, la velocidad promedio de aumento del nivel freático fue de $0,043$ metros por día, lo que afecta el peso específico del suelo y, por lo tanto, la capacidad portante. En el plano teórico Braja (2012) nos indica que el nivel freático, que representa el nivel superior del agua subterránea en el suelo, puede tener un impacto significativo en la capacidad portante del suelo y, por lo tanto, en la estabilidad de las cimentaciones, también agrega la necesidad de considerar el nivel freático durante el diseño geotécnico y la planificación de la construcción para garantizar la estabilidad a largo plazo de las estructuras.

Como primer objetivo específico planteamos evaluar la incidencia de la lluvia en el nivel de agua subterránea y su impacto en la capacidad de soporte del suelo en los cimientos superficiales de casas familiares, respecto a esto observamos un aumento de la capa freática en las calicatas de prueba hechas a 2 m de profundidad justo después de episodios de lluvia, además a nivel inferencial corroboramos que la infiltración interviene de forma negativa en el nivel freático (aumentando el nivel de capa freática) y esto repercute negativamente en la capacidad portante del

suelo; esta afirmación está en concordancia con lo expuesto por Forcelline (2020) que muestra la relevancia del nivel del agua, dado que, los mecanismos de corte y las consecuentes deformaciones permanentes en el interior del suelo de cimentación, son impulsados por la presencia del agua, además señala que un factor importante en el nivel freático elevado del lugar, son las continuas lluvias que ocurren en el sur de Italia. Adicional a esto, Huisa (2021) en su investigación indicó que, en suelos arcillosos después de episodios de lluvia, se suele encontrar la capa freática con mayor facilidad que en suelos arenosos o gravosos, dado que, su falta de permeabilidad dificulta que el agua se mueva a través de los estratos del suelo. En el plano teórico, Rodríguez (2020) señala que la precipitación constante puede saturar el suelo, especialmente en áreas con suelos menos permeables. Esto tendría como consecuencia un aumento en el nivel freático y afectar la capacidad portante del suelo.

En el segundo objetivo específico, se planteó evaluar la incidencia de la infiltración en la capacidad portante del suelo de las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares, luego de realizar los ensayos de percolación en 3 distintas calicatas, se determinó que la tasa de infiltración medida en la calicata 2, después de un episodio de lluvia fue de 0,05 min/cm de tasa de infiltración y una coeficiente de infiltración 217.17 L/m²/día esto indica una saturación del suelo, en este caso, la infiltración adicional se vuelve limitada y el agua que no puede infiltrarse contribuyendo al aumento del nivel freático. Al respecto, Mejia y Chu (2020) en la investigación donde realizaron una evaluación de la influencia de los suelos saturados en la capacidad portante de los predios aledaños al Rio Rímac, concluyeron que los suelos saturados afectan negativamente a la capacidad portante del suelo. En la misma línea Wenfeng et al. (2022) llevó a cabo pruebas

de propiedades físicas y mecánicas de los suelos en el área de inmersión típica de la central hidroeléctrica Xiaonanhai, y el mecanismo de influencia de la saturación en las propiedades mecánicas del suelo de cimentación del edificio, además de la inmersión en la capacidad portante de un cimiento superficial, además analizo el impacto de la profundidad en aumento del nivel freático en la estabilidad de los cimientos del edificio, y concluyó que un suelo altamente saturado, trae negativas para las cimentaciones, especialmente en términos de capacidad portante y estabilidad, agrega además que hasta cierto punto se puede reducir el impacto de los cambios en el nivel freático en la capacidad portante de los suelos de cimientos poco profundos. En el plano teórico, Braja (2012) señala a la saturación del suelo como el grado donde los espacios porosos de un suelo están llenos de agua en comparación con su capacidad total de retención de agua, es decir, es la proporción de volumen de agua al volumen total de poros en el suelo, también agrega, que es un parámetro importante en ingeniería geotécnica y mecánica de suelos, ya que, afecta la capacidad portante, la permeabilidad y otros comportamientos del suelo.

En el tercer objetivo específico, se planteó determinar la incidencia del nivel freático en la caracterización del suelo respecto a la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares, se identificó que el tipo de suelo de las tres calicatas era “arena arcillosa con grava” utilizando la clasificación de suelos SUCS; los suelos arcillosos suelen tener niveles de plasticidad altos (dependiendo del porcentaje de arcilla que contengan), esto suele ser perjudicial para la capacidad portante, lo cual se corroboró al realizar el ensayo de triaxial (Formato ASTM D-3080) en donde se obtuvo un valor de cohesión de 1.3 tn/m^2 que se identificó por debajo de lo óptimo; esto tiene similitud con lo señalado por Vinueza (2021) quien obtuvo en sus ensayos, muestras donde el suelo arcilloso

expuesto a filtraciones de la capa freática, posee una capacidad portante de 0.29 Kg/cm² (también explora la relación entre el tipo de suelo arcilloso y el nivel freático) y en el caso del suelo compuesto de arena 0.70 Kg/cm². Además, Julca (2018) en su investigación desarrolló un estudio en el cual, se detallan las propiedades físicas y químicas del sector Cortijo Bajo-Norte, distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, para identificar y evaluar el nivel freático, fue necesario identificar los tipos de suelo existentes en 5 zonas del sector mencionado anteriormente, en este proceso se identificó que la calicata realizada en una zona de tipo arena gravosa obtuvo una capacidad portante de 2.32 Kg/cm², indicando que era un valor apto para considerar una cimentación sin recurrir a material de préstamo. En el plano teórico Braja (2012) define capacidad portante, como la capacidad que tiene un suelo para soportar cargas verticales sin sufrir un asentamiento excesivo o una falla estructural, también agrega, que la relación entre el tipo de suelo y la capacidad portante es fundamental en la ingeniería geotécnica, sin embargo, es importante considerar otros factores como: la estructura del suelo, el contenido de agua y las condiciones de compactación, al evaluar la capacidad portante de un suelo específico.

4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hipótesis general:

Ho: El nivel freático no incide en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares, Challhuahuacho 2023.

H1: El nivel freático incide en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales en edificaciones familiares, Challhuahuacho 2023.

Tabla 43

Análisis correlacional entre el nivel freático y la capacidad portante

	Nivel freático	Capacidad Portante
Correlación de pearson	1	-,568*
Sig. (bilateral)		,024
N	3	3

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Se utiliza la prueba R de Pearson para mostrar el análisis correlacional entre el nivel freático y la capacidad portante. Se afirma que el nivel freático tiene un impacto en la capacidad portante del suelo en las cimentaciones superficiales de edificios familiares en Challhuahuacho 2023, ya que se encontró un sig. = 0.000 inferior al 0.05 de nivel de significancia y un $r_s = -0.568$. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Hipótesis específica 01:

Ho: La precipitación no afecta de forma negativa en el nivel freático en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en edificaciones familiares.

H1: La precipitación incide de forma negativa en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en edificaciones familiares.

Tabla 44*Análisis de la precipitación de la incidencia en la capacidad portante*

	Diferencias emparejadas						Sig. (bilateral)	
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t		gl
				Inferior	Superior			
Nivel freático antes - después	,116929	,079655	,021289	,162920	,070937	5,492	3	,000

El análisis de prueba T se realiza para muestras dependientes después de evaluar el nivel freático antes y después de la precipitación. Se encontró un valor $\text{sig./2} = 0.000$ menor al 0.05 de nivel de significancia, lo que implica que la precipitación afecta negativamente la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales de edificaciones familiares.

Hipótesis específica 02:

Ho: La infiltración no incide de forma negativa en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en edificaciones familiares.

H1: La infiltración incide de forma negativa en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en edificaciones familiares.

Tabla 45*Análisis correlacional incidencia de infiltración en la capacidad portante*

	Tasa de infiltración	Nivel Freático
Correlación de Pearson	1	-,422
Sig. (bilateral)		,004
N	3	3

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Se utiliza la prueba R de Pearson para mostrar el análisis correlacional entre la tasa de infiltración y el nivel freático de estudio. Se rechazó la hipótesis nula y se concluyó que la infiltración tiene un impacto negativo en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales de edificios familiares, con un sig. = 0.000 inferior al 0.05 de nivel de significancia y un $r_s = -0.422$.

Hipótesis específica 03:

Ho: El nivel freático no incide de forma directa en la caracterización del suelo en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en edificaciones familiares.

H1: El nivel freático incide de forma directa en la caracterización del suelo en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en edificaciones familiares.

Tabla 46

Análisis correlacional incidencia de nivel freático en la caracterización de suelos

	Índice de plasticidad	Cohesión
Correlación de Pearson	1	-,836**
Sig. (bilateral)		,010
N	3	3

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Se utiliza la prueba R de Pearson para mostrar el análisis correlacional referente al tipo de suelo entre el índice de plasticidad y la cohesión. Se determinó que la caracterización del suelo influye en el nivel freático en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales de edificaciones familiares; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se afirma que la caracterización del suelo influye en el nivel freático en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales de edificaciones familiares.

CONCLUSIONES

En relación al objetivo general de la investigación se determinó la incidencia de nivel freático en la capacidad portante de las estructuras analizadas del barrio Álamos, barrio Wichaypampa zona A y barrio Wichaypampa zona B, realizando la verificación de la cimentación actual y redimensionando se demuestra numéricamente que el nivel freático incide en la capacidad portante del suelo lo cual modifica las dimensiones de las zapatas de los viviendas en las viviendas de barrio Álamos y barrio Wichaypampa zona B, un 135% y 116% de grado de incidencia, donde el nivel freático incide directamente en la capacidad portante del suelo, ya que un nivel freático elevado se relaciona directamente con el aumento de la plasticidad del suelo (ver ensayos de Límites de Atterberg) y con un aumento en el contenido de humedad, consecuencias que son perjudiciales en la capacidad portante del suelo dando como verdadera la hipótesis planteada.

En relación al primer objetivo específico determinamos que las precipitaciones en la zona influyen directamente en el aumento de la capa freática, observamos un aumento de la capa freática en las calicatas de prueba hechas a 2 m de profundidad justo después de episodios de lluvia (ver Tabla 7) y esto repercute negativamente en la capacidad portante del suelo, siendo verdadera nuestra primera hipótesis específica.

En relación al segundo objetivo específico, luego de realizar nuestros ensayos de percolación en 3 distintas calicatas hallamos descubrimos que la tasa de infiltración medida en la calicata 2 después de un episodio de lluvia fue de 0,05 min/cm esto indica una saturación del suelo, en este caso la infiltración adicional se vuelve limitada y el agua que no puede infiltrarse contribuye al aumento del nivel freático, siendo verdadera nuestra segunda hipótesis específica.

En relación al tercer objetivo específico, luego de realizar nuestros ensayos se determina los parámetros que inciden en la capacidad portante en 3 distintas calicatas a través del ensayo de triaxial se determinó los valores de cohesión y ángulo de fricción, de los tres suelos en estudio; barrio Álamos es un suelo con cohesión 1.3 tn/m^2 y ángulo de fricción, 12° , el barrio Wichaypampa zona A en un suelo con cohesión 1.3 tn/m^2 y ángulo de fricción, 8° y por último el barrio Wichaypampa zona B es un suelo con cohesión 1.3 tn/m^2 y ángulo de fricción interna 12° , además se obtiene las dimensiones de las cimentaciones existentes de las tres viviendas en estudio con presencia de nivel freático a diferentes alturas de la superficie del terreno, esto nos indica que los distintos tipos de suelo influyen en la capacidad portante del terreno, siendo verdadera nuestra tercera hipótesis específica.

RECOMENDACIONES

Se recomienda para poder calcular de manera más precisa la influencia del nivel freático en la capacidad de carga de los suelos que se usan para edificaciones de tipo familiar realizar de manera cuidadosa los ensayos correspondientes para evitar errores en laboratorio o en los cálculos correspondientes.

Para la estructura analizada del barrio Wichaypampa zona A, la geometría en planta es adecuada, así mismo se recomienda no incrementar las cargas la edificación no puede tener más pisos de construcción, así mismo desde el punto de vista estructural es recomendable tener geometría $L=1.5B$.

Para las estructuras analizadas del barrio Álamos y barrio Wichaypampa zona B se recomienda crecer la geometría de la cimentación para soportar las cargas, ya que las características del terreno no son buenas, podría mejorar drenando el agua ya que la cohesión y ángulo de fricción van a subir lo cual incrementa la capacidad portante.

Se debe realizar los ensayos para determinar la incidencia de las precipitaciones en la napa freática en tiempos cercanos a la ocurrencia de estas ya que esto ayudara a representar de mejor manera como se comporta el suelo realmente cuando es afectado por la infiltración de las aguas de la lluvia, por ende, se obtendrá de manera más precisa la capacidad portante del suelo.

Para realizar los ensayos de percolación en este proyecto y evaluar la intervención de la infiltración en la napa freática en la capacidad portante de los suelos en los cimientos superficiales en viviendas familiares se realizó tres calicatas, para futuros estudios se recomienda hacer por lo menos de igual manera, tres calicatas, o un número mayor. El número de calicatas va a depender del área que se va a construir.

ASPECTOS AMINISTRATVOS

Recursos

Tabla 47

Recursos (humanos, materiales y equipos, servicios a terceros)

Recursos humanos	Cantidad	Materiales y equipos	Cantidad	Servicios a terceros	Cantidad
Investigador	1 GLB	útiles de escritorio			
Asesor del proyecto de tesis	1 GLB	papel A1	1 paquete	ensayo de infiltración	1 GLB
Ayudante para trabajo de campo	1 GLB	lapicero	20 und		
Técnico de laboratorio de suelos	20 hh	libreta de campo	1 und	ensayo de granulometría	1 GLB
		Cámara fotográfica	1 und		
		Flexómetro	1 und	ensayos de consistencia	1 GLB
		Navegador GPS	1 und	ensayo triaxial	
		Costo de maquinaria			
		(retroexcavadora)	3 hm		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48

Cronograma de actividades

Descripción	MES 01			MES 02				MES 03				
	semana 01	semana 02	semana 03	semana 04	semana 05	semana 06	semana 07	semana 08	semana 09	semana 10	semana 11	semana 12
Verificación y ajustes de la realidad problemática	█											
Verificación de los problemas y objetivos	█											
Verificación y ajustes de la base teórica		█										
Recolección de datos de campo			█									
Muestreo de campo (calicatas)				█								
Trabajo en laboratorio (Utea)					█							
Trabajo en gabinete							█					
Consolidación de resultados								█				
Prueba de hipótesis									█			
Desarrollo de las conclusiones										█		
Etapas de sustentación											█	

Fuente: Elaboración propia

Presupuesto y financiamiento

Presupuesto

Tabla 49

Presupuesto

partida nº	descripción	und	metrado	p.u	parcial	total s/.
1.0	Recursos humanos					S/ 5,900.00
1.1	Investigador	GLB	1.00	1000.00	1000.00	
1.2	Asesor del proyecto de tesis	GLB	1.00	3000.00	3000.00	
1.3	Ayudante para trabajo de campo	GLB	1.00	1200.00	1200.00	
1.4	Técnico de laboratorio de suelos	hh	20.00	35.00	700.00	
2.0	Materiales y equipos					S/ 811.00
2.1	útiles de escritorio					
2.1.1	papel A1	1 paquete	1.00	18.00	18.00	
2.1.2	lapicero	und	20.00	2.00	40.00	
2.1.3	libreta de campo	und	1.00	15.00	15.00	
2.2	Cámara fotográfica	und	1.00	250.00	250.00	
2.3	Flexómetro	und	1.00	8.00	8.00	
2.3	Navegador GPS	und	1.00	45.00	45.00	
2.4	Costo maquinaria (retroexcavadora)	hm	3.00	145.00	435.00	
3.0	Servicios a terceros					S/ 6,200.00
3.1	Ensayo de infiltración	GLB	1.00	2000.00	2000.00	
3.2	Ensayo de granulometría	GLB	1.00	2200.00	2200.00	
3.3	Ensayos de límites de consistencia	GLB	1.00	2000.00	2000.00	
					Costo Total	S/ 12,911.00

Fuente: elaboración propia

Financiamiento

Esta tesis recibirá una integra financiación del tesista.

BIBLIOGRAFÍA

- Dávila, (2006). El Proyecto de evaluación, creación a la Metodología Científica. Colombia: Editorial Epistem, 2006. p. 147.**
- Ascensión de los Niveles Freáticos al lugar Arqueológico de Chan C. (Perú). CAMPOS, rolando et al. (2015). Ecuador: s.n. 2015. X Congreso Latinoamericano de hidrología subterránea. y expo agua. p. 13.**
- Arias, L., & Villa, J. (2019). *Evaluación de suelos con presencia de nivel freático para cimentaciones superficiales de viviendas unifamiliares en el Centro Poblado de Leticia de la ciudad de Pisco en el 2019.*
- Arnesti, P. (2018). Estudio experimental del efecto de la profundidad del nivel freático en la evaporación de un suelo arenoso no saturado.
- Braja, D. (2012). *Fundamentos de ingeniería geotécnica.*
- Cervantes, R., Pérez, J., & Alanís, M. (2017). Niveles de comprensión lectora. sistema conalep: caso específico del plantel N° 172, de ciudad Victoria, Tamaulipas. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/654/65456039005/html/>
- Dirven , B. B., Pérez, R., Cáceres, R. J., Tito, A. T., Gómez , R. K., & Ticona, A. (2018). *El desarrollo rural establecido en las áreas Vulnerables.* Lima: Colección Racso.
- Forcelline, D. (2020). El papel del nivel del agua en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del terremoto de Irpinia-Basilicata del 23 de noviembre de 1980. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute.* Obtenido de <https://doi.org/10.3390/geosciences10060229>
- Hiscok, K., & Bense, V. (2005). *Hydrogeology: Principles and Practice.* Blackwell. Obtenido de <https://www.amazon.com/Hydrogeology-Principles-Practice-Kevin-Hiscock/dp/0470656638>
- Huisa, K. (2021). *Evaluación de suelos de fundación de edificación en zona con nivel freático alto, en la ciudad de Juliaca - 2021. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital.* Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/74161>
- Hurtado, Y. (2019). *Influencia del Nivel Freático en la capacidad portante del suelo en cimentaciones superficiales en el Centro Poblado de Ninatambo – Tarma 2019 . [Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. Archivo digital.* Obtenido de https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/711/Hurtado_Yosselyn_tesis_bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Julca, R. (2018). *Influencia del nivel freático en la capacidad portante de los suelos del sector el Cortijo Bajo – distrito de Víctor Larco Herrera, ciudad de Trujillo.*

- Kererat, C. (2019). Efecto de la contaminación por petróleo y la saturación de agua sobre la capacidad de carga y los parámetros de resistencia al corte de suelos arenosos limosos. *ScienceDirect*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2019.05.015>
- Maguiña Mendez, R. A., & Zegarra Lopez, M. L. (2019). *Incidencia del nivel freático en la capacidad portante del suelo del Pueblo Joven 3 de Octubre manzanas U1, U2, U3 y U4 Nuevo Chimbote - 2019. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Archivo digital*. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41738>
- Mejia, R., & Chu, M. (2020). *Evaluación preliminar de la capacidad portante de los suelos saturados de los predios aledaños al río Rímac, Ñaña en el año 2020. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. Archivo digital*. Obtenido de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/5265/Ruth_Tesis_Licenciatura_2022.pdf?sequence=1
- Olarte Romero, J. E., & Ureta Poma, W. A. (2019). *Respuesta de cimentaciones superficiales bajo condiciones de suelos parcialmente saturado en Quintanilla Pampa, Ascencion-Huancavelica. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Archivo digital*. Obtenido de <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e275965c-5d5f-409f-a10c-48dd1cc2457d/content>
- Rodriguez , W. (2020). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*.
- Tovar, G. L. (1986). *El asentamiento y la segregación de los Blancos y Mestizos*. Bogotá: Cengage.
- Vandanapu, R. (2019). *Simulación de laboratorio y análisis de elementos finitos de asentamientos inducidos por riego en entornos construidos superpuestos a estratos de suelo colapsables en Emiratos Árabes Unidos. [Tesis de pregrado, Kingston University London]. Archivo digital*. Obtenido de <https://eprints.kingston.ac.uk/id/eprint/43960/1/Vandanapu-R-43960.pdf>
- Vinueza, P. (2021). *Capacidad portante de los suelos, en arcilla y arena para vivienda de tres pisos en la ciudad de Machala. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Machala]. Archivo digital*. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16851/1/ECFIC-2021-IC-DE-00016.pdf>
- Wenfeng, C., Quinchao, L., & Erlei, W. (2022). El efecto del nivel freático sobre la capacidad de carga de una fundacion superficial. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/361615516_The_Effect_of_the_Water_Table_on_the_Bearing_Capacity_of_a_Shallow_Foundation/link/62c894263bbe636e0c4bd2c1/download
- Yepes, V. (2021). *Procedimientos de construcción para la compactación y mejora del terreno*. Universidad Politécnica de Valencia.

- Fernández y batista. (2016). *Manual de Caminos*. Lima: s.n., 2016. p. 329. Vol. III.
- Badillo, Rodríguez, C. (1974). Cambio del Nivel Freático en relación de las Lluvias en Marco Juanves. Córdoba: s.n., 1974.
- Bowles, H.k. (1982). Manual de laboratorio de suelos en ingeniería. MTC Graw-Willdes.
- Carrasco, (2006). *Metodología de la Investigación. Científica*. Chiclayo - Perú: s.n., (2006). p. 38.
- Mallma canto. (2016). *Metodología de la Investigación*. 2da. ed. Lima - Perú: s.n., 2016. pg. 421.
- Collaso, Carlos, Montaña, (2014). *Manual del fluido Subterránea*. Montevideo: Denad Internacional S.A., 2014.
- Comisión técnica Regional Cusco. 2016. Memoria Descriptiva de la evaluación Geológico de la región de Junín. Huancayo: s.n. 2016.
- Yuni y urbano. (2016). Licuación de suelos durante el sismo Pisco, Perú 2016. LACCCEI, 11.
- Ordoñez, M. F.T. (2011). Evaluación de zonificación en base a la incidencia de la capacidad de carga del suelo en las cimentaciones de las viviendas del casco urbano de la parroquia la matriz del cantón Patate localidad de Tungurahua. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Bañón, (2015). Evaluación de los parámetros geotécnicos mediante ensayo de penetración estándar y corte directo en la habilitación urbana fundo La Peña - Lambayeque. Pimentel: Universidad Señor de Sipán.
- CICNMID. (2000). *Zonificación Sísmica de la localidad de Pisco*. Universidad Nacional de Ingeniería, 02-24.
- Conjunto de organización técnico Para el Saneamiento Básico del Área Rural. 2003. Especificaciones. Técnicas de construcción Pruebas de Infiltración. Lima: s.n., 2003, Pg.156.
- Carlos, et, J. (2021). Zonificación Geotécnica de los suelos de asentamiento urbano con fines de cimentación en la localidad de Samanco - Provincia del Santa - Departamento de Ancash. Chimbote: Universidad Nacional del Santa.

- Dass, Braja M. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. 5ta. ed. Mexico: Cengage Learning, 2013. p. 658.
- Dass, Braja M. (2010). *Fundamentaciones de Ingeniería de Cimentaciones*. Argentina: Cengage Learning Editores, 2010.
- DUNHAM, Clarece W. 1979. *Cimentaciones de las estructuras*. España: Ediciones del Castillo, 1978. p. 788.
- Determinación preliminar de la subida de los Niveles Freáticos en el Área de Trujillo* (Perú). CAMPOS, Víctor, et al. 2011. Lima, Perú. s.n., 2011. I Congreso Nacional del Agua. p. 10.
- Pérez. (2015). La modificación del estado de la napa Freático y su incidencia en la Capacidad de Carga de Cimientos. Colombia: s.n., 2015.
- Pizarro, Wl. (2016). *Determinación de la capacidad portante de los suelos de fundamentos de la Ciudad Universitaria*. Tesis para obtener doctorado en Ciencias, Universidad Nacional de Cajamarca, Gestión ambiental y recursos naturales.
- Vélez, (2002). Control de los fluidos dentro de la superficie en la Ingeniería Civil. Interacción entre la obra y el centro hidrogeológico, síntesis de autocontrol y determinación de modelos de ciencias matemáticas. Departamento de Ingeniería Hidráulica, Universidad Politécnica de Valencia. España: (s.n., 2002. p. 171), Tesis. (Magister en Ingeniería Hidráulica).
- Hernández, Sánchez, Roberto, Collado, Baptista Luciano, María del Pilarte. (2009). *Metodología de la Investigación*. Quinta edición. México D.F.G: MCGRAW, 2010.
- Roberto, Fernandino, Carlos, María del Pilarte. 2015. *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Gil//Interamericana tercera edición, 2015. P, 644.
- Juárez Badillo, Alberto, Ricardo, Alonso. 1975. *Mecánica de Suelos: Flujo del fluido en Suelos*. 2da impresión. México: Editorial Limusa, 1975. p. 441.
- Juárez, B., Juan, R. (1978). *Mecánica de Suelos*. México: LIMUSA S.A.A
- Juárez, B., Juan, A. (2006). *Mecánica de Suelos*. México: LIMUSA S.A.A
- Julca, P. (2019), Evaluación de la napa freático en la capacidad portante de los suelos de la localidad Cortijo Bajo - localidad de Larco Herrera, localidad de Trujillo, en el año 2019. Tesis para obtener el grado profesional de Ingeniería Civil, Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería.

- Kerliingger, Fredy., 1992. Metodología de la Investigación. Colombia: s.n., 1992. p. 498.
- Anaya, T. (2021). Tesis. Evaluación de la capacidad predictiva de los métodos de determinación del comportamiento mecánico. Universidad Nacional de Juliaca, Puno, Perú.
- Ministerio, Agricultura. (2004). Inventario de fuentes de fluidos Subterránea en la localidad de Chilca. Perú: s.n., 2004. p. 143.
- Ministerio, Construcciones y Saneamiento., (2003). Norma técnica E.050 suelos y cimientos. Lima, Perú: Indecopi, 2003.
- Mario, Juan Arturo. (2013). Metodología de la Investigación cualitativa y Cuantitativa. México: s.n., 2013. p. 218.
- Madeny, E. (2006). Comienzo de Hidro geografía. Venezuela: Instituto de Geografía Universidad Nacional Autónoma de Venezuela.
- Merlo, R., Paolo, w. (2011). Cambio de la capacidad de carga de la losa del cimiento del tanque petróleo, Petro comercial en Ecuador con el nivel freático: criterio de estabilidad por fallo en la base y por deformación. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de Cuenca., Ecuador.
- Murillo, (2015), determinación de la capacidad portante del suelo de fundación de la Ciudad Universitaria - Universidad Nacional Puno 2015. Puno, Perú.
- Hiscok ,Bense 2005, et aal. (2005). *Análisis de Obras Para la protección de Aguas y Suelos*, Colombia: s.n., 2005. p. 148.
- Pamela, w. (2016). Cimientos de viviendas en terreno con nivel freática alta - aplicación al condominio Ciudad san Martín. Lima.
- Rogelio, Rodríguez. (2017). *Ingeniería de fundaciones*. Cajamarca: s.n., 2017. pg. 188.
- Menderey, R. T. (2005). Presiones efectivos y asentamientos de las cimentaciones profundas. España: Editores asociados, S. E.
- Sergio Zamora y Rolando. (2016). *Evaluación del nivel Freatica en la localidad de san Lorenzo - México*. Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Juan. Mexico:s.n., 2016. Tesis (Ingeniero Civil).

- Tomas, Fruncidle. (2002). *Ingeniería de cimentaciones*. Teorías básicas del campo. argentina: TGC Geotecnia S.A.A.
- Therzaghi, Karl y Pekerman, Carranza. (1981). *Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica*. España: El Aleneo, S.A.A, 1981.
- Nilo, B. M. (1995). *Modelo de infraestructuras de concreto armado*. Argentina: s.n.1981. pg 106.
- Pinedo, Carlos, et del. (2014), *construcción de Obras Para la protección de Aguas y Suelos*. Chile:s.n., 2014. p. 147.
- Reglamento, Nacional, Edificaciones. (2019). Norma E.050 Suelos y Cimientos en edificaciones. Lima, Perú.
- Toribio, H. F. (2011). *Ingeniería de cimentaciones*. Argentina: TBC Geotecnia S.A.A.
- Técnicas de construcción Pruebas de Infiltración. Lima: s.n., 2003, Pg.156.
- VillonM. (2002), *hidrología*. Lima: Editorial Villon San Marcos, 2002. p. 216.
- Villasanti, crespos. *Mecánica de suelos y fundaciones*. 3.ª ed. Lima: Limusa, 2004, pg. 655.
- Carranza, Ponce, C. (2017). Evaluación del nivel freático en cimentaciones profundas en capacidad portante de suelos, distrito de Cajamarca. Perú.

