

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL



Tesis

Estudio de zonificación de los suelos con fines de cimentación superficial, urbanización San

Luis - distrito Abancay-Apurímac 2023

Asesor:

Ph.D. Abbon Alex Vásquez Ramírez

Autor:

Barrientos Vargas Luny Teylor

Para optar el Título Profesional de: Ingeniero Civil

Abancay – Apurímac – Perú

2025



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 036

En la ciudad de Abancay, a los **03** días del mes de **marzo del 2025**, siendo las **11:00 am** horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° **0211-2025- EPIC-FI-UTEA-SA** de fecha **24** de **febrero** del **2025**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente :	MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel
Dictaminante :	Ing. Silva Noriega, Fanny
Replicante :	Dr. Soto Palomino, Wilfredo

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Estudio de zonificación de los suelos con fines de cimentación superficial, urbanización San Luis- Distrito de Abancay- Apurímac-2023

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br: BARRIENTOS VARGAS, LUNY TEYLOR

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) **APROBADO (S)**:

Por: Unanimidad
(Unanimidad o Mayoría) (*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Barrientos Vargas, Luny Teylor	Aprobado

Siendo las **12:30m** horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: MSc. Ing. Maldonado Mendivil, Angel

(.....)

Dictaminante: Ing. Silva Noriega, Fanny

(.....)

Replicante: Dr. Soto Palomino, Wilfredo

(.....)

Abancay 16 de mayo del 2025

Se expide la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 324

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
Ciudad Universitaria Av. Perú N° 700, Abancay, Central Telefónica 051 (083) 321559
Filial Cusco, Av. Grau N° 516, Teléfono (084) 251565
Filial Andahuaylas, Av. Juan Antonio Trelles N° 513 Teléfono (083) 421752
www.utea.edu.pe

(*): **Mayoría:** Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; **Unanimidad:** Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 18 RGGAT.
(**): 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción, Art. 18 RGGAT.

Reporte de similitud



22% Similitud general

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




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de fuente excluida

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 19%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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



Metadatos

Datos del Autor	
Apellidos y Nombres	: Barrientos Vargas Luny Teylor
Tipo de Documento de Identidad	: DNI
Número de Documento de Identidad:	: 74317618
URL ORCID	: https://orcid.org/0009-0000-6051-9320
Datos del Asesor	
Apellidos y Nombres:	: Vásquez Ramírez Abbon Alex
Tipo de Documento de Identidad	: D.N.I.
Número de Documento de Identidad:	: 06532658
URL ORCID	: https://orcid.org/0000-0001-7299-5367
Datos de la 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	: 2023 - 2024
Fuente de financiamiento	: Autofinanciado
Porcentaje de similitud	: 22 %
URL de OCDE	: https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01

Dedicatoria

En primer término, doy gracias a Dios, fuente de mi fortaleza en los momentos de difíciles y ser mi guía en cada etapa de este camino. Su amor y bendiciones han sido el sostén que me permitió alcanzar este logro.

A mis padres, les manifiesto mi más sincero agradecimiento por su apoyo incondicional y por cada sacrificio, haciendo posible que pudiera alcanzar mis objetivos académicos y personales. Gracias por enseñarme, mediante el ejemplo, el valor del esfuerzo, perseverancia y humildad.

Luny Teylor Barrientos Vargas

Agradecimiento

A mis maestros, por compartir su conocimiento y sembrar en mí el deseo de aprender.

A mí mismo, Luny Teylor Barrientos Vargas, por no rendirme, por confiar en mis capacidades y por demostrar que con determinación todo es posible. Este logro es la prueba de que todo sueño puede cumplirse con dedicación, trabajo constante y pasión.

A todas las personas que de alguna manera formaron parte de este proceso, mi más sincero agradecimiento.

Luny Teylor Barrientos Vargas

Resumen

En esta tesis se elaboró un plano de zonificación geotécnica de la urbanización San Luis, con el objetivo de evaluar las condiciones del terreno para cimentaciones superficiales. Dado que muchas viviendas fueron construidas sin estudios de suelo ni supervisión técnica, se identificaron deficiencias en las condiciones constructivas. A través de ensayos de laboratorio, se analizaron las propiedades geotécnicas del suelo, estableciendo lineamientos técnicos que orienten la planificación y ejecución segura de futuras edificaciones.

La metodología de esta investigación se basó en un enfoque cuantitativo, con un nivel explicativo, sustentado en el método hipotético-deductivo, aplicado durante todo el desarrollo del estudio.

Se determinó que las cimentaciones cuadradas, sobre suelos GM y SC, presentan una capacidad admisible de 1.41 kg/cm^2 a una profundidad de 0.93 m, mientras que las cimentaciones corridas, sobre suelos GC, CL y SM, alcanzan 2.02 kg/cm^2 a una profundidad de 2.45 m. Estos resultados, junto con los asentamientos estimados, constituyen una base técnica esencial para el diseño de cimentaciones seguras en la urbanización San Luis.

Palabras clave: delimitación geotécnica, división geotécnica, esquema de zonificación, fundación somera.

Abstract

In this thesis, a geotechnical zoning map of the San Luis urbanization was developed with the objective of evaluating the ground conditions for shallow foundations. Since many houses were built without soil studies or technical supervision, deficiencies in construction conditions were identified. Through laboratory tests, the geotechnical properties of the soil were analyzed, establishing technical guidelines to support the planning and safe execution of future constructions.

The methodology of this research was based on a quantitative approach, with an explanatory level, supported by the hypothetical-deductive method applied throughout the development of the study.

It was determined that square foundations, on GM and SC soils, present an allowable bearing capacity of 1.41 kg/cm^2 at a depth of 0.93 m, while strip foundations, on GC, CL, and SM soils, reach 2.02 kg/cm^2 at a depth of 2.45 m. These results, together with the estimated settlements, constitute an essential technical basis for the design of safe foundations in the San Luis urbanization.

Keywords: Geotechnical delimitation, geotechnical division, zoning scheme, shallow foundation.

Índice general

Portada	i
Acta de sustentación	ii
Reporte de similitud	iii
Metadatos	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
Índice general	ix
Índice de tablas	xi
Índice de figuras	xiii
Índice de anexos	xv
I. Introducción	11
II. Planteamiento del Problema	13
2.1. Descripción y formulación del problema	13
2.2. Objetivos	15
2.2.1. <i>Objetivo General</i>	15
2.2.2. <i>Objetivo Específicos</i>	15
2.3. Justificación e importancia	16
2.4. Hipótesis	17
2.5. Variables	17

III.	Marco Teórico	11
3.1.	Antecedentes de investigación	11
3.2.	Bases teóricas	13
3.3.	Definición de términos	15
IV.	Metodología.....	17
4.1.	Tipo y nivel de investigación.....	17
4.2.	Ámbito temporal y espacial.....	17
4.3.	Población y muestra	17
4.4.	Instrumentos	18
4.5.	Procedimientos.	19
4.6.	Análisis de datos.....	20
4.7.	Consideraciones Éticas	20
V.	Resultados y discusión	21
VI.	Conclusiones.....	73
VII.	Recomendaciones	77
VIII.	Referencias	81
IX.	Anexos.....	85

Índice de tablas

Tabla 1 Operacionalización de variables	11
Tabla 2 Características físicas del suelo en la urbanización San Luis.....	21
Tabla 3 Resumen de las propiedades físicas del suelo en la urb. de San Luis	25
Tabla 4 Propiedades mecánicas del suelo en la urb. de San Luis.....	28
Tabla 5 Resumen de las propiedades mecánicas del suelo en la urb. de San Luis.....	29
Tabla 6 Capacidad admisible del suelo para cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis	32
Tabla 7 Resumen de las condiciones de las cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis	33
Tabla 8 Capacidad admisible del suelo para cimentaciones corridas en la urb. de San Luis	36
Tabla 9 Resumen de las condiciones de las cimentaciones corridas en la urb. de San Luis	37
Tabla 10 Cuadro de asentamiento elástico en cimientos cuadrados en la urb. de San Luis	40
Tabla 11 Resumen de asentamiento elástico según el tipo de suelo en cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis	41
Tabla 12 Asentamiento elástico en cimientos corridos en la urb. de San Luis	43
Tabla 13 Resumen de asentamiento elástico según el tipo de suelo en cimentaciones corridas en la urb. de San Luis	44
Tabla 14 Resumen del estudio de zonificación de los suelos con fines de cimentación superficial, urbanización San Luis	46
Tabla 15 Prueba de hipótesis para el contenido de humedad (%) del suelo en la urb. de San Luis	52

Tabla 16 Prueba de hipótesis para el índice de plasticidad (%) del suelo en la urb. de San Luis	54
Tabla 17 Prueba de hipótesis para la densidad seca (Tn/m ³) del suelo en la urb. de San Luis	56
Tabla 18 Prueba de hipótesis para el ángulo de fricción (°) del suelo en la urb. de San Luis	58
Tabla 19 Prueba de hipótesis para la cohesión (Kg/cm ²) del suelo en la urb. de San Luis	60
Tabla 20 Prueba de hipótesis para la profundidad de desplante (m) de la cimentación en la urb. de San Luis	63
Tabla 21 Prueba de hipótesis para la base (m) de la cimentación en la urb. de San Luis	65
Tabla 22 Prueba de hipótesis para la capacidad admisible (Kg/cm ²) del suelo en la urb. de San Luis	67
Tabla 23 Prueba de hipótesis para el asentamiento en el centro (cm) de la cimentación en la urb. de San Luis	69
Tabla 24 Prueba de hipótesis para el asentamiento en esquina (cm) de la cimentación en la urb. de San Luis	71

Índice de figuras

Figura 1 Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida).....	14
Figura 2 Porcentaje por tipo de suelo en la urb. de San Luis	25
Figura 3 Humedad natural por tipo de suelo en la urb. de San Luis	26
Figura 4 Índice de plasticidad por tipo de suelo en la urb. de San Luis	27
Figura 5 Densidad seca por tipo de suelo en la urb. de San Luis	30
Figura 6 Angulo de fricción por tipo de suelo en la urb. de San Luis.....	30
Figura 7 Cohesión por tipo de suelo en la urb. de San Luis.....	31
Figura 8 Profundidad de desplante según el tipo de suelo en cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis	33
Figura 9 Base efectiva según el tipo de suelo en cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis	34
Figura 10 Capacidad admisible según el tipo de suelo en cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis	35
Figura 11 Profundidad de desplante según el tipo de suelo en cimentaciones corridas en la urb. de San Luis	37
Figura 12 Base efectiva según el tipo de suelo en cimentaciones corridas en la urb. de San Luis	38
Figura 13 Capacidad admisible según el tipo de suelo en cimentaciones corridas en la urb. de San Luis	39
Figura 14 Asentamiento elástico en el centro según el tipo de suelo en cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis	41
Figura 15 Asentamiento elástico en esquina según el tipo de suelo en cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis	42

Figura 16 Asentamiento elástico en el centro según el tipo de suelo en cimentaciones corridas en la urb. de San Luis	44
Figura 17 Asentamiento elástico en esquina según el tipo de suelo en cimentaciones corridas en la urb. de San Luis	45
Figura 18 Porcentaje de incidencia del tipo de cimentación en la urb. de San Luis ...	46
Figura 19 Resumen de las condiciones de la cimentación según tipo en la urb. de San Luis	47

Índice de anexos

Anexo 1 Operacionalización de variables	85
Anexo 2 Matriz de consistencia	86
Anexo 3 Estudio de zonificación de los suelos	87

I. Introducción

A lo largo del tiempo, diversos estudios de zonificación geotécnica en diferentes regiones han permitido establecer parámetros esenciales sobre las características del suelo. Para ello, se han aplicado ensayos como el SPT, triaxiales y de corte directo, los cuales resultan fundamentales a fin de establecer la capacidad del material ante la acción de esfuerzos cortantes y garantizar la concepción estructural segura de las cimentaciones y estructuras.

En el presente estudio se elaboró un plano de clasificación geotécnica orientada a la planificación y dimensionamiento de las cimentaciones poco profundas en la urb. San Luis. El estudio se desarrolló a partir del estudio de las propiedades físico-mecánicas del terreno mediante diversos ensayos en el centro de análisis.

La principal problemática identificada radica en que muchas viviendas fueron construidas sin estudios previos del terreno ni supervisión técnica, generando deficiencias estructurales. Por ello, se propone la zonificación geotécnica como herramienta técnica para orientar la edificación confiable de proyectos futuros.

El objetivo general fue elaborar un estudio de zonificación del suelo enfocado en el diseño de cimentaciones superficiales, y como objetivos específicos, determinar sus propiedades físicas y mecánicas para evaluar su comportamiento y capacidad portante.

La hipótesis plantea que la zonificación geotécnica proporciona Información esencial para el correcto diseño de las cimentaciones en el área de estudio.

El documento se estructura en siete capítulos que incluyen la introducción, planteamiento del problema, marco teórico, metodología, resultados, conclusiones y recomendaciones, complementados con anexos técnicos. Entre los ensayos aplicados destacan los de contenido de humedad, granulometría, clasificación de suelos y corte directo.

En síntesis, los resultados de la investigación constituyen una base técnica con miras a próximas construcciones, promoviendo una planificación urbana segura y la participación de profesionales especializados en geotecnia y estructuras.

II. Planteamiento del Problema

2.1. Descripción y formulación del problema

Diversos estudios recientes han advertido sobre los efectos del crecimiento urbano desordenado y la deficiente planificación del territorio. Según el Banco Mundial, el consumo de suelo urbano crece hasta un 50 % más rápido que la población, lo que podría generar 1,2 millones de km² adicionales de áreas urbanizadas para 2030, con graves impactos sostenibles a largo plazo.

En el Perú, Astocondor (2020) señala que, pese al alto riesgo sísmico del país, muchos proyectos se ejecutan sin estudios de suelo ni supervisión técnica, principalmente por motivos de tiempo y costo, lo que compromete la estabilidad estructural y aumenta el riesgo de pérdidas ante eventos sísmicos.

En la urb. San Luis, numerosas viviendas se edificaron sin estudios geotécnicos ni planificación, sobre suelos inestables y con materiales diversos, lo que ha ocasionado asentamientos y vulnerabilidad estructural. Esta situación evidencia la importancia de efectuar investigaciones de zonificación geotécnica que faciliten la identificación del comportamiento del terreno y diseñar cimentaciones confiables y adecuadas a las particularidades del entorno.

Ante esta problemática, el estudio desarrollado busca aportar al desarrollo de edificaciones seguras mediante el estudio y zonificación del suelo en la urb. San Luis, promoviendo una construcción responsable y técnicamente sustentada.

Problema general.

- ¿Cuál es el estudio de zonificación de los suelos con fines de cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023?

Problemas Específicos.

- ¿Cómo es el estudio de zonificación en las propiedades físicas de los suelos con fines de cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023?
- ¿Cómo es el estudio de zonificación en las propiedades mecánicas de los suelos con fines de cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023?
- ¿Cómo influye el estudio de zonificación en la determinación de la capacidad de carga admisible de los suelos con fines de cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023?

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

- Determinar el estudio de zonificación de los suelos con fines de cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023

2.2.2. Objetivo Específicos

- Analizar las propiedades físicas de los suelos con fines de cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.
- Evaluar las propiedades mecánicas de los suelos con fines de cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.
- Determinar la capacidad de carga admisible de los suelos en función del estudio de zonificación para cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

2.3. Justificación e importancia

La importancia de la presente investigación se fundamenta en la falta de conocimientos técnicos sobre la zonificación del suelo en la urb. San Luis. Desde la perspectiva teórico, busca analizar las características geotécnicas del suelo para cimentaciones poco profundas, considerando las propiedades físico-mecánicas y la resistencia portante del terreno. Esto permitirá plantear diseños de cimentación adecuados y constituir un referente para estudios posteriores en la zona, aportando información útil para ingenieros y proyectistas en la prevención de fallas estructurales.

Asimismo, la investigación contribuye a reducir riesgos como asentamientos, grietas o colapsos, mediante una correcta delimitación de áreas y la ejecución de ensayos geotécnicos que garanticen datos precisos para el diseño de cimentaciones seguras.

Desde el ámbito social, el estudio ofrece una base técnica confiable para orientar a los propietarios y profesionales en la planificación de edificaciones más seguras y duraderas, promoviendo construcciones sostenibles y disminuyendo los peligros asociados a la falta de estudios previos y supervisión técnica.

2.4. Hipótesis

Hipótesis general

El estudio de zonificación de los suelos influye en la cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Hipótesis específicas

Las propiedades físicas del suelo afectan la cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Las propiedades mecánicas del suelo influyen en la cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

La capacidad de carga admisible del suelo, determinada mediante el estudio de zonificación, impacta en la cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

2.5. Variables

- ❖ **V. Independiente:** Estudio de zonificación de suelos.
- ❖ **V. Dependiente:** Cimentación superficial.

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Estudio de zonificación	Astocondor (2020), define que Mediante la zonificación geotécnica se identifican las propiedades físico-mecánicas de los suelos, proporcionando una base técnica confiable para el diseño eficiente de las cimentaciones.	El proceso de medición se llevará a cabo mediante la elaboración de un mapa de zonificación, elaborado a partir de los cálculos y análisis derivados de las pruebas de laboratorio	Propiedades Físicas	Contenido de humedad Análisis granulométrico Límites de Atterberg	Normatividad técnica de edificaciones E.050 suelos y cimentaciones, estudio de mecánica de suelos y la cimentación de edificaciones
Dependiente: cimentación superficial	Altamirano y Casas (2022) define que Los estudios de mecánica de suelos con fines de cimentación resultan esenciales en el desarrollo de cualquier diseño estructural, ya que es necesario conocer las propiedades del terreno sobre el cual se apoyarán las cimentaciones superficiales. La carga transmitida por la estructura al suelo no debe exceder la capacidad portante del mismo.	La variable será evaluada mediante el diseño propuesto de cimentación, el cual será analizado y calculado de acuerdo con los parámetros geotécnicos obtenidos. Según Terzaghi y Peck (1967), en el mundo existen diversos tipos de suelos que se han formado a lo largo del tiempo por distintos procesos naturales —como la meteorización, compactación y sedimentación—, los cuales han generado una gran diversidad en sus propiedades físicas, mecánicas y químicas. El término suelo, por tanto, adquiere distintos significados dependiendo del contexto en el que se emplee.	Capacidad de carga admisible	Teoría de Terzaghi	formula Capacidad de carga Terzaghi. (kg/cm ²)

Nota: El contenido presentado en esta matriz es de elaboración propia, basado en el análisis y la interpretación realizados por la autora/el autor.

La organización de la información y los planteamientos expuestos surgen del proceso de revisión teórica desarrollado para esta investigación. Se mantiene la originalidad del trabajo, siguiendo criterios académicos y metodológicos.

III. Marco Teórico

3.1. Antecedentes de investigación

Pacheco, Cadena, Ortega & Vanegas (2021) desarrollaron una zonificación geotécnica en Valledupar bajo un enfoque experimental y cuantitativo. Mediante las clasificaciones AASHTO y SUCS, identificaron suelos predominantemente arenosos con gravas, cuya capacidad de carga aumenta con la profundidad, permitiendo edificaciones de más de diez pisos. Con el apoyo de Sistemas de Información Geográfica, determinaron niveles freáticos a partir de 1,2 m, sobre todo cerca del río Guatapurí, donde se aconseja restringir construcciones altas o subterráneas. Los resultados del estudio constituyen una base técnica relevante para la planificación de obras de infraestructura y sistemas de saneamiento.

Ibarra (2019) realizó un estudio geotécnico en Neuquén, Argentina, identificando suelos conformados por gravas arenosas y depósitos de barra. A través de exploraciones y análisis, determinó cuatro Unidades Geotécnicas, destacando la UG-4 por su mayor capacidad portante.

Díaz & Fonseca (2018) desarrollaron un estudio de caracterización y zonificación preliminar de suelos en Punta Arenas, revelando una gran diversidad producto de procesos glaciares. Elaboraron mapas de zonificación a partir de datos geotécnicos previos y nuevos, destacando la necesidad de integrar geología y geotecnia para un análisis preciso. Concluyeron que el diseño de cimentaciones debe sustentarse en estudios detallados del suelo en cada área específica.

Fernández (2023) realizó un estudio geotécnico en el sector Choc Choc, Moche, orientado al diseño de cimentaciones superficiales. Determinó que el nivel del agua subterránea se sitúa entre 0,80 y 2,50 m y que el suelo tipo SP, según la clasificación AASHTO, es adecuado para fundaciones. Con base en la fórmula de Terzaghi y un factor

de seguridad de 3, recomendó el uso de zapatas cuadradas y la evaluación del riesgo de licuación.

Altamirano & Casas (2022) estudiaron la zonificación geotécnica en el C.P. de Nuevo Sacanche, San Martín, mediante una metodología experimental y descriptiva. Tras realizar 12 calicatas según la norma E.050, identificaron suelos arcillosos y limosos con baja salinidad. Los ensayos de laboratorio determinaron su densidad, humedad óptima y capacidad admisible, concluyéndose que el área es apta para edificaciones de hasta tres niveles y que el cemento Portland tipo I es el más adecuado para las condiciones del terreno.

Castro & Chanamé (2021) determinaron que los suelos arenoso-limosos de los sectores Lagunas I y II en Chiclayo presentan buena capacidad portante (1.13–1.57 kg/cm²) y baja presencia de agua subterránea, por lo que recomendaron cimentaciones a 1.50 m de profundidad para edificaciones de varios niveles.

Condori (2021) analizó los suelos de la urb. Villa Los Triunfadores en Caracoto – Puno, encontrando materiales arcillosos, limosos y orgánicos con una resistencia del terreno que oscila entre 0.98 a 1.09 kg/cm². Recomendó emplear zapatas aisladas y conectadas para evitar fallas estructurales por la heterogeneidad del terreno.

Astocondor (2020) estudió la zonificación de suelos en Pómape, Monsefú – Chiclayo, orientado al dimensionamiento de fundaciones poco profundas. Identificó un alto contenido de humedad por la cercanía del nivel freático y suelos compuestos por arcillas de diferentes niveles de plasticidad, además de arenas arcillosas. La mayoría de las muestras no presentó problemas de salinidad. Las capacidades portantes oscilaron entre 0.50 y 1.30 kg/cm², según la profundidad, permitiendo construir un mapa de zonificación con base en las particularidades geotécnicas y la resistencia del terreno.

Córdova & Sánchez (2019) efectuaron una investigación geotécnica en Samanc, Áncash, para el desarrollo del sistema de cimentación superficial. Determinaron la presencia de arenas limosas y arcillas de baja plasticidad cerca del río Nepeña. Tras evaluar el nivel freático y el riesgo de licuación, concluyeron que este no representa peligro en ciertas zonas. Clasificaron los suelos según su capacidad portante y recomendaron edificaciones de hasta dos, tres o más niveles, según corresponda, de acuerdo con la normativa sísmica vigente.

Sánchez (2019) desarrolló un estudio geotécnico en Huamanmarca con el fin de diseñar cimentaciones poco profundas para edificaciones de viviendas unifamiliares. Determinó que los suelos son arcillosos, con densidades entre 1.63 y 1.82 g/cm³ y humedad de 13.60% a 23.91%, sin presentar riesgo de corrosión. La capacidad portante osciló entre 1.36 y 1.85 kg/cm², por lo que se recomendó el uso de zapatas céntricas de entre 1.90 × 1.75 m y 2.30 × 2.15 m, a profundidades de 1.60 a 1.70 m.

3.2. Bases teóricas

Estudio de zonificación. - distribuye el uso del suelo y controla las edificaciones según las características geotécnicas del terreno, restringiendo la construcción en zonas con riesgos potenciales.

Ensayos de laboratorio. -

-Propiedades físicas:

Para estimar el contenido de humedad se aplicó el protocolo establecido en la Norma Técnico Peruana (NTP) 339.127 (equivalente a la Norma Técnica Internacional (ASTM) D2216). El análisis granulométrico por tamizado se llevó a cabo siguiendo NTP 339.128 (ASTM D422). Los límites de Atterberg fueron determinados conforme a NTP 339.129 (ASTM D4318)

-Propiedades Mecánicas:

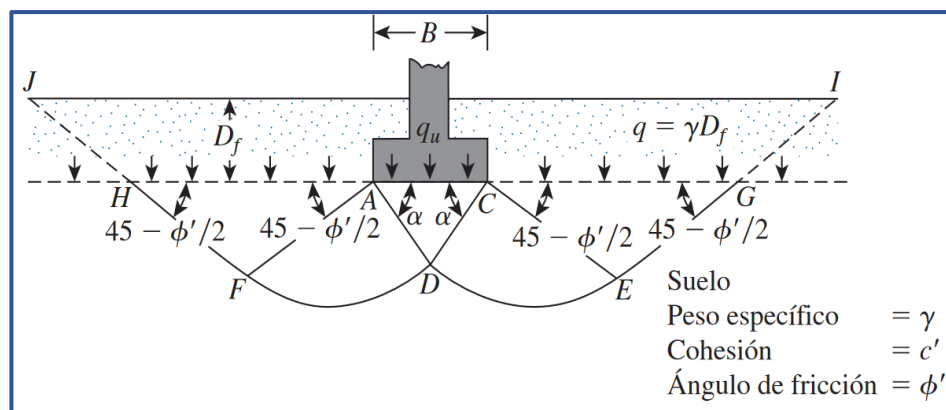
Se ejecutó el ensayo de corte directo según NTP 339.171.

Cimentación superficial. - es aquella cuyo apoyo sobre el terreno se ubica a poca profundidad, generalmente entre 0.50 m y 4 m, sin producir asentamientos significativos. Se clasifica como superficial cuando la correlación entre la profundidad y el ancho (D_f/B) es ≤ 5 , lo que significa que no es necesario excavar grandes profundidades en el subsuelo (Ponce & Carraza, 2017; Norma Técnica E.050, 2018).

Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi. - estableció un método para calcular la capacidad máxima de carga de cimentaciones superficiales, definidas como aquellas cuya profundidad no supera el ancho de la base, aunque se acepta que pueden ser hasta tres o cuatro veces más profundas.

Figura 1

Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida).



Nota. La información presentada se basa en Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones de Braja M. Das (2011). Este texto sirve como referencia principal para los criterios geotécnicos aplicados en este trabajo.

3.3. Definición de términos

Suelo: Base de las construcciones, se distingue de la roca por la fácil separación de sus partículas y posee propiedades físicas, químicas y mecánicas. (Ojanama & García, 2018).

Capacidad de Carga: Esfuerzo necesario para inducir la falla cortante en la cimentación (sin incluir el factor de seguridad). Norma Técnica de Edificación (NTE) 050.

Cimentaciones: Transmite las cargas al terreno y su estabilidad depende de las propiedades del suelo (Ojanama & García, 2018).

Cimentación Superficial: Es una cimentación cuya vinculación entre D_f/B es de 5 o menor. (NTE050, p.52).

Profundidad de Cimentación: La D_f de cimentación corresponde al nivel donde se apoya la base de la estructura y sobre el cual actúan las cargas, tomando como referencia el terreno final de la obra (NTE.050 “Suelos y Cimentaciones”, p. 52).

Nivel Freático: Corresponde a la posición más alta del agua subterránea registrada durante la exploración, y puede expresarse en relación con la superficie del suelo o una cota base (NTE.050 “Suelos y Cimentaciones”, p. 53).

Asentamiento Diferencial: Diferencia máxima de nivel que puede existir entre dos cimentaciones contiguas conectadas por un elemento estructural (Norma E.050, 2018, p. 46).

Muestreo: Consiste en obtener muestras representativas que permitan determinar las características, la cantidad y el estado tanto de los recursos naturales como del entorno ambiental en un tiempo definido (Manual de Carreteras, p. 344).

Límites de Atterberg: Este análisis busca identificar el índice de plasticidad (IP) a partir de los límites líquido y plástico, lo cual permite evaluar el grado de plasticidad del suelo según su contenido hídrico y establecer en caso de mostrar un comportamiento resistente o frágil (Ancajima & Facundo, 2021).

Corte Directo: Permite establecer la resistencia del suelo frente a los esfuerzos cortantes aplicando una carga normal y otra de corte hasta provocar su falla (Ancajima & Facundo, 2021).

IV. Metodología

4.1. Tipo y nivel de investigación

Tipo de Investigación

Es aplicada, pues pretende solucionar un inconveniente específico en la urb. San Luis mediante un estudio de zonificación, generando información y recomendaciones técnicas para mejorar la zona (Astocondor, 2020).

Nivel de investigación

Es descriptiva, dado que recopila información sobre las propiedades del área estudiada y analiza las características del suelo siguiendo los ensayos normalizados por el MTC (2016) para evaluar su idoneidad (Astocondor, 2020).

4.2. Ámbito temporal y espacial

Temporal: Ejecutada dentro del año 2023 - 2024.

Espacial: Realizada en la urb. San Luis -Abancay-Apurímac.

4.3. Población y muestra

Población.

Abarca la totalidad de elementos los cuales se analizaron, y se selecciona una muestra representativa mediante métodos estadísticos para reflejar las condiciones totales. En esta tesis, el enfoque está en las características geotécnicas del terreno perteneciente a la urb. San Luis, que abarca 17 hectáreas.

Muestra

Según Hernández y Baptista (2014), la muestra se seleccionará aleatoriamente siguiendo la NTE.050 “Suelos y Cimentaciones”, que indica ejecutar tres puntos de investigación por hectárea en urbanizaciones de casas unifamiliares de tres pisos como máximo. Para la urb. San Luis, se estimará con un nivel de confianza del 95 % y un error máximo permitido del 5 %.

4.4. Instrumentos

Recolección de datos

Es emplear instrumentos de medición con el objetivo de reunir los datos indispensables respecto a las variables objeto de análisis (Sampieri, 2018). Se empleó el método observacional, anotando los datos obtenidos en los registros reglamentarios, conforme a las NTP y a las especificaciones ASTM.

Pozos o Calicatas a cielo abierto: para observar la estratigrafía y recolectar muestras destinadas a los ensayos de laboratorio siguientes:

Contenido de Humedad: conforme a la NTP 339.127 (ASTM D 2216)

Análisis Granulométrico de suelos por tamizado: conforme a la NTP 339.128.

Determinación de los límites de consistencia: conforme a la NTP 339.129.

Clasificación Unificada de Suelos (SUCS): conforme a la NTP 339 134.

Ensayo de Corte Directo: Se realizará conforme a la NTP 39.171.

Tamices de malla cuadrada: Se usarán para ejecutar el ensayo granulométrico y clasificar las partículas por tamaño.

Balanzas con sensibilidad de 0.1 g: Serán utilizadas para realizar mediciones precisas del peso de las muestras de suelo.

Cuchara Casagrande: Se utilizará para establecer los límites de Atterberg del terreno, lo que ayuda a clasificar la variación del comportamiento del material según su contenido hídrico.

4.5. Procedimientos.

Trabajo de Campo

Identificación y selección de puntos de muestreo:

Se identificaron las áreas estratégicas dentro de la urb. San Luis según la NTE.050 “Suelos y Cimentaciones”. Asimismo, se ejecutarán calicatas o pozos de exploración a distintas profundidades para recolectar muestras representativas del terreno.

Extracción de muestras:

Se obtuvieron muestras del suelo tanto alteradas como inalteradas, las cuales serán conservadas en bolsas herméticas o cilindros metálicos para prevenir la pérdida de humedad y mantener la estructura original del material.

Registro de datos en campo:

Se registrará la estratigrafía del suelo junto con sus características visuales y las condiciones ambientales observadas. Para respaldar la información obtenida, se emplearán equipos GPS, libretas de campo y registros fotográficos.

Trabajo de Laboratorio

Preparación de la muestra:

Se procederá al secado parcial a temperatura ambiente, seguido del cribado para separar los granos gruesos del material, conforme a la NTP 339.128.

Ejecución del Ensayo de Corte Directo (según NTP 339.171)

La muestra es ubicada cuidadosamente en el interior de la caja de corte y sometida a una carga normal acorde con las condiciones de cimentación establecidas. Luego, se aplica un corte horizontal a una velocidad controlada entre 0.02 y 1.2 mm/min, registrándose los valores característicos que definen la resistencia al esfuerzo cortante y deformación horizontal hasta alcanzar la falla del material.

4.6. Análisis de datos.

Esta etapa abarca las fases de campo, laboratorio y gabinete, desarrolladas conforme a los lineamientos de las ASTM, manual técnico del MTC y NTE.050. Las pruebas desarrolladas en campo y complementadas con los análisis de laboratorio proporcionaron información esencial para alcanzar los objetivos del estudio.

4.7. Consideraciones Éticas

Toda investigación debe basarse en principios éticos como el respeto, la transparencia y la responsabilidad. En este estudio se aplican los lineamientos de la normativa APA Séptima Edición, asegurando una correcta citación de las fuentes y preservando la originalidad del contenido.

V. Resultados y discusión

Resultados

Resultados referentes al objetivo específico 1

Determinar las propiedades físicas de los suelos con fines de cimentación superficial, urb. San Luis -distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Tabla 2

Características físicas del suelo en la urbanización San Luis.

Nº CALI CATA	TIPO DE SUELO	CLASIFICACION SUCS	CLASIFICACION AASHTO	PROFUNDIDAD (m)	PLASTICIDAD (%)	HUMEDAD (%)	NAPA FREÁTICA
C-2		GM	A-1-b	3.00	0.00	9.55	No present a
C-8		GM	A-2-4	3.00	5.15	9.55	No present a
C-9		GM	A-1-a	3.00	0.00	2.21	No present a
C-12		GM	A-2-4	3.00	5.15	5.42	No present a
C-20	Grava limosa con arena	GM	A-2-4	3.00	8.61	6.96	No present a
C-21		GM	A-4	3.00	8.55	7.14	No present a
C-22		GM	A-1-b	3.00	5.58	6.96	No present a
C-23		GM	A-1-b	3.00	5.65	6.84	No present a
C-26		GM	A-1-a	3.00	0.00	10.47	No present a
C-37		GM	A-1-a	3.00	0.00	2.03	No present a

C-41		GM	A-1-a	3.00	1.16	4.62	No present a
C-44		GM	A-1-b	3.00	0.00	3.77	No present a
C-45		GM	A-1-b	3.00	0.00	4.12	No present a
C-47		GM	A-2-5	3.00	7.74	6.28	No present a
C-48		GM	A-2-5	3.00	6.62	6.06	No present a
<hr/>							
C-6		SC	A-2-7	3.00	20.52	7.59	No present a
C-49	Arena arcillosa con grava	SC	A-1-b	3.00	5.04	6.34	No present a
C-50		SC	A-1-a	-2.50	0.00	10.53	No present a
<hr/>							
C-13		SM	A-2-5	3.00	9.09	23.51	No present a
C-14		SM	A-2-5	3.00	7.79	22.16	No present a
C-15		SM	A-2-4	3.00	8.48	16.60	No present a
C-16	Arena limosa con grava	SM	A-2-4	3.00	8.19	16.92	No present a
C-17		SM	A-2-5	3.00	9.09	19.60	No present a
C-18		SM	A-2-5	3.00	7.74	17.35	No present a
C-28		SM	A-1-a	3.00	0.00	13.34	No present a
C-39		SM	A-1-b	3.00	0.00	13.79	No present a
<hr/>							

C-27		CL	A-4	3.00	8.56	16.78	No present a
C-29		CL	A-4	3.00	9.61	15.42	No present a
C-35	Arcillas	CL	A-4	3.00	10.04	14.28	No present a
C-36	inorgánicas	CL	A-6	3.00	11.86	19.20	No present a
C-40	baja plásticas	CL	A-4	3.00	8.56	15.04	No present a
C-43	.	CL	A-6	3.00	10.67	16.58	No present a
C-46		CL	A-6	3.00	10.58	15.96	No present a
<hr/>							
C-1		GC	A-2-4	3.00	9.61	5.53	No present a
C-3		GC	A-2-4	3.00	9.83	6.48	No present a
C-4		GC	A-2-4	3.00	9.70	6.76	No present a
C-5		GC	A-2-6	3.00	10.96	4.48	No present a
C-7	Grava arcillosa con arena	GC	A-2-4	3.00	9.39	4.72	No present a
C-10		GC	A-2-4	-2.50	9.99	5.80	No present a
C-11		GC	A-2-4	3.00	9.96	5.63	No present a
C-19		GC	A-2-6	3.00	11.90	4.90	No present a
C-24		GC	A-2-4	3.00	7.84	10.85	No present a

C-25	GC	A-2-4	3.00	8.11	11.84	No present a
C-30	GC	A-2-4	3.00	8.71	9.04	No present a
C-31	GC	A-2-4	3.00	8.63	9.98	No present a
C-32	GC	A-2-6	3.00	12.18	1.25	No present a
C-33	GC	A-2-4	3.00	8.20	12.31	No present a
C-35	GC	A-4	3.00	10.04	14.28	No present a
C-38	GC	A-1-a	3.00	0.00	2.94	No present a
C-42	GC	A-1-a	3.00	4.35	4.67	No present a

Nota: Resumen de las características físicas del suelo, adaptado de Das, Braja M. (2015).

La información ha sido ajustada para su aplicación en el presente trabajo.

Tabla 3

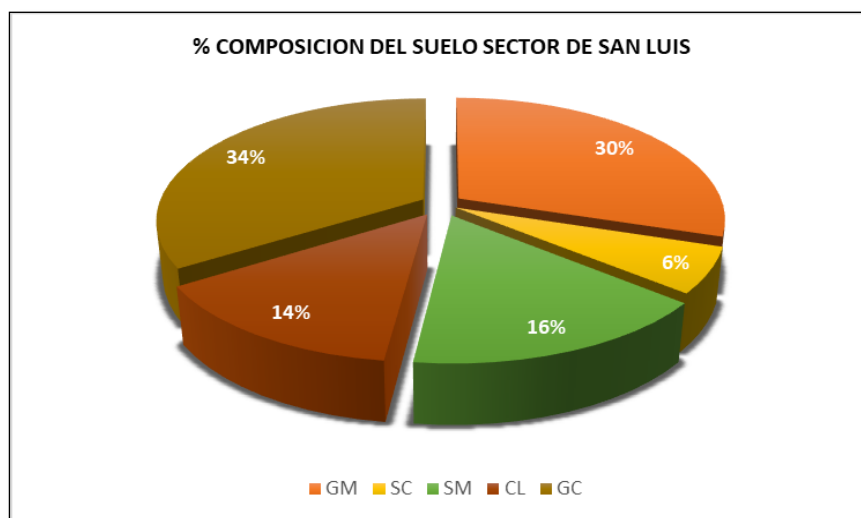
Resumen de las propiedades físicas del suelo en la urb. de San Luis

ZONA	N.º Calicatas	Tipo de suelo	Prom. Índice de Plasticidad (%)	Prom. humedad natural (%)	% Incidencia
A	15	GM	3.61	6.13	30.00
B	3	SC	8.52	8.15	6.00
C	8	SM	6.30	17.91	16.00
D	7	CL	9.98	15.68	14.00
E	17	GC	8.79	6.97	34.00
TOTAL	50	-	-	-	100.00

Nota: Resumen comparativo de las propiedades físicas del suelo y su incidencia porcentual en cada zona. La información ha sido organizada y sintetizada para facilitar su análisis en el presente estudio.

Figura 2

Porcentaje por tipo de suelo en la urb. de San Luis



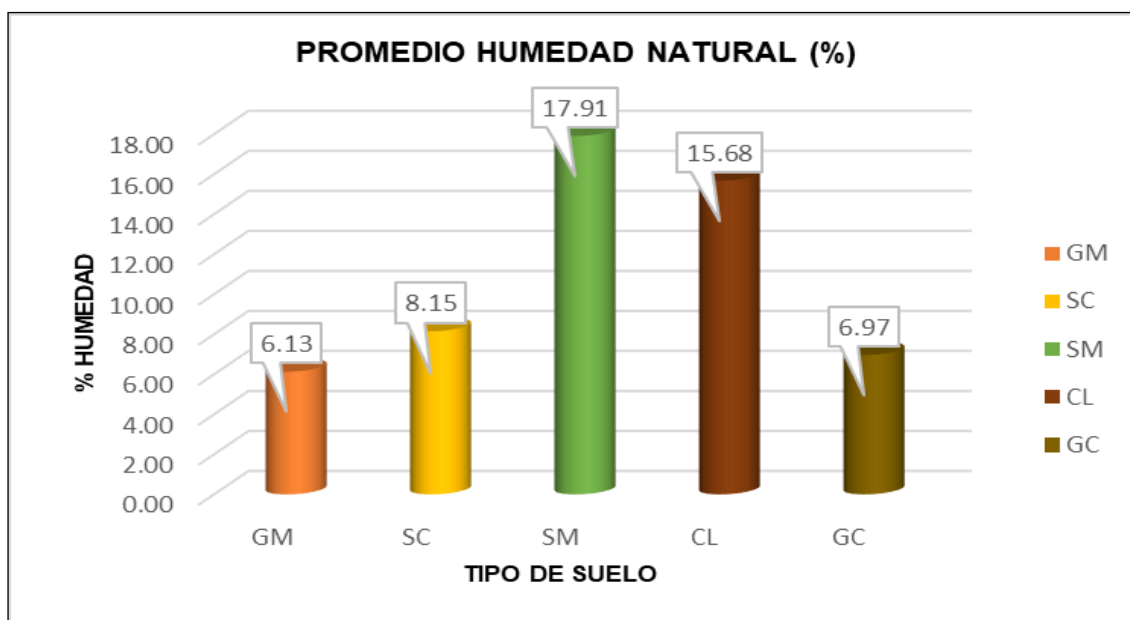
Nota. La figura representa el tipo de suelo y el porcentaje que ocupa según su clasificación en la urbanización San Luis. La información se organiza para mostrar la distribución y predominancia de cada categoría de suelo.

Interpretación:

La Tabla 2 expone la síntesis de las 50 calicatas ejecutadas, distribuidas por zona y tipo de suelo, sin que en ninguna de ellas se haya encontrado nivel freático. Por su parte, la Figura 1 evidencia que en la urb. San Luis predominan los suelos de tipo GC (34%) y GM (30%), mientras que los tipos CL (14%), CM (16%) y SC (6%) se presentan en menor proporción.

Figura 3

Humedad natural por tipo de suelo en la urb. de San Luis



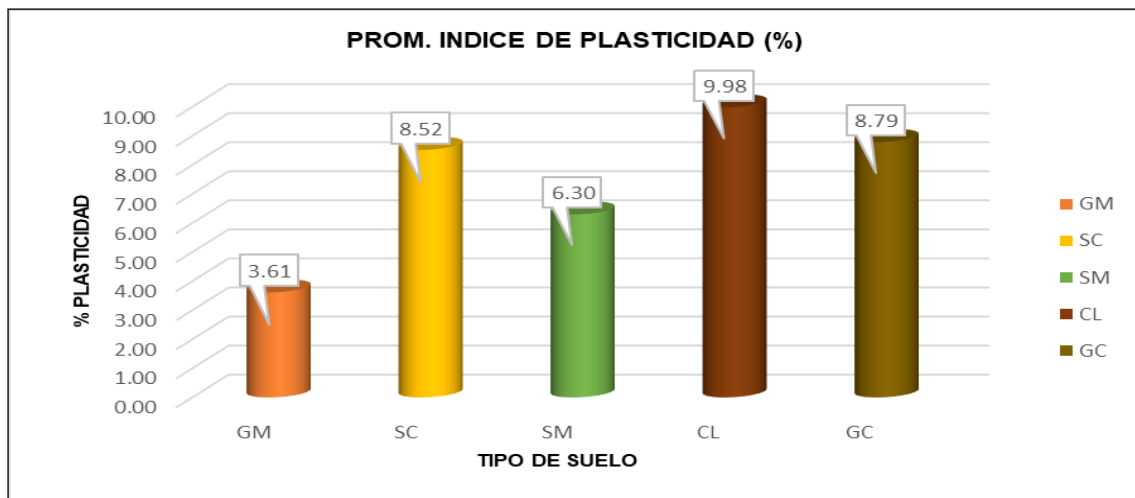
Nota. La figura representa el promedio de la humedad natural según el tipo de suelo en la urb. San Luis.

Interpretación:

La Figura 2 muestra que los suelos SM y CL poseen las mayores humedades naturales, mientras que GM, GC y SC presentan valores más bajos.

Figura 4

Índice de plasticidad por tipo de suelo en la urb. de San Luis



Nota. La figura representa el promedio del Índice de Plasticidad (IP) según el tipo de suelo en la urbanización San Luis. Esta información permite comparar la variabilidad del IP entre las diferentes clasificaciones del suelo.

Interpretación:

La Figura 3 evidencia que el IP promedio varía según el tipo de suelo, siendo más elevado en los suelos CL (9.98%) y GC (8.79%), mientras que los tipos GM, SM y SC presentan valores menores.

Resultados referentes al objetivo específico 2

Determinar las propiedades mecánicas de los suelos con fines de cimentación superficial, urb. San Luis -distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Tabla 4

Propiedades mecánicas del suelo en la urb. de San Luis

Nº CALICATA	TIPO DE SUELO	D.NATURAL(Tn/m3)	D.SECA (Tn/m3)	A. FRICCION NETO (°)	A. FRICCION CORREGIDO (°)	COHESION (Kg/cm2)
C-2		1.93	1.76	31.38	25.02	0.14
C-8		1.95	1.78	29.68	20.81	0.19
C-9		1.97	1.93	37.60	27.17	0.17
C-12		1.96	1.86	33.14	23.53	0.14
C-20		1.93	1.80	30.96	21.80	0.04
C-21		1.93	1.80	30.46	21.41	0.05
C-22	Grava	1.93	1.80	30.96	21.80	0.05
C-23	limosa con	1.92	1.80	30.96	21.80	0.06
C-26	arena (GM)	1.96	1.77	33.98	24.20	0.09
C-37		1.91	1.87	34.61	24.70	0.10
C-41		1.93	1.84	35.03	25.05	0.10
C-44		1.94	1.87	33.34	23.69	0.12
C-45		1.94	1.86	33.54	23.85	0.11
C-47		1.93	1.82	33.10	23.49	0.11
C-48		1.92	1.81	32.62	23.11	0.12
C-6	Arena	1.85	1.72	30.11	21.14	0.27
C-49	arcillosa	1.89	1.78	30.96	21.80	0.15
C-50	con grava (SC)	1.90	1.72	30.88	21.74	0.17
C-13		1.88	1.52	33.02	23.43	0.02
C-14		1.83	1.50	33.42	23.75	0.01
C-15		1.87	1.60	31.38	22.13	0.14
C-16	Arena	1.86	1.59	30.54	21.47	0.13
C-17	limosa con	1.83	1.53	33.62	23.91	0.03
C-18	grava (SM)	1.82	1.55	33.54	23.85	0.04
C-28		1.92	1.69	30.11	21.14	0.21
C-39		1.94	1.70	30.84	21.70	0.15
C-27		1.90	1.63	24.23	16.70	1.63
C-29	Arcillas	1.95	1.69	22.78	15.64	1.96
C-35	inorganicas	1.94	1.70	23.27	16.00	2.03
C-36	baja	1.98	1.66	21.80	14.93	2.22
C-40	plasticidad	1.95	1.70	23.27	16.00	1.83
C-43	(CL)	1.96	1.68	23.75	16.35	1.89

C-46		1.96	1.69	23.89	16.45	1.96
C-1		1.93	1.83	34.99	25.02	0.14
C-3		1.93	1.81	35.60	25.52	0.14
C-4		1.93	1.81	35.15	25.14	0.15
C-5		1.83	1.75	24.51	16.91	0.20
C-7		1.93	1.84	36.09	25.92	0.13
C-10		1.94	1.83	31.80	22.46	0.15
C-11		1.94	1.84	31.80	22.46	0.14
C-19	Grava arcillosa con arena (GC)	1.92	1.83	30.11	21.14	0.18
C-24		1.91	1.72	30.49	21.43	0.16
C-25		1.90	1.70	30.58	21.50	0.15
C-30		1.91	1.75	24.70	17.05	0.24
C-31		1.89	1.72	24.56	16.94	0.24
C-32		1.85	1.83	28.37	19.80	0.26
C-33		1.93	1.72	30.96	21.80	0.13
C-35		1.94	1.70	23.27	16.00	2.03
C-38		1.91	1.86	34.10	24.29	0.12
C-42		1.93	1.84	35.18	25.17	0.11

Nota. Este resumen presenta las propiedades mecánicas del suelo, tales como resistencia, cohesión y compactación, adaptado de Das, Braja M. (2015), y organizado para facilitar su interpretación y aplicación en el análisis del presente estudio.

Tabla 5

Resumen de las propiedades mecánicas del suelo en la urb. de San Luis

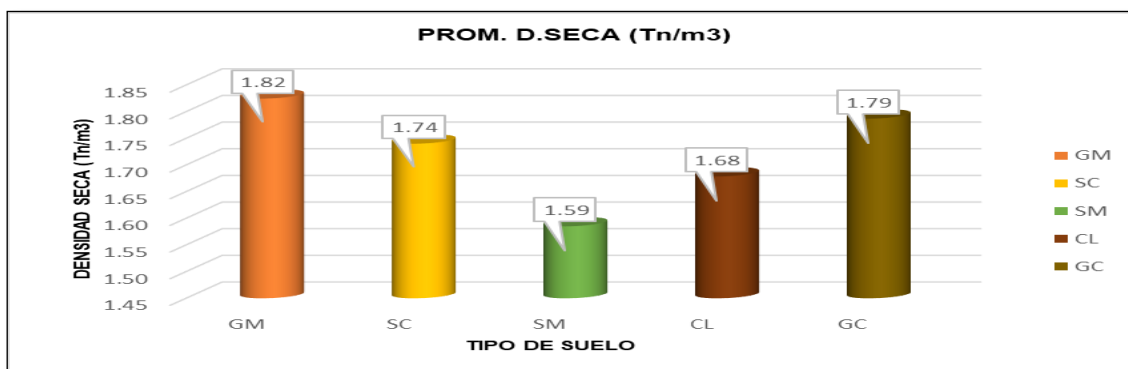
ZONA	N.º Calicatas	Tipo de suelo	Prom. Densidad Seca (Tn/m ³)	Prom. Angulo Fricción corregido (°)	Prom. Cohesión (kg/cm ²)	% Incidencia
A	15	GM	1.82	23.43	0.11	30.00
B	3	SC	1.74	21.56	0.20	6.00
C	8	SM	1.59	22.67	0.09	16.00
D	7	CL	1.68	16.01	1.93	14.00
E	17	GC	1.79	21.68	0.27	34.00
TOTAL	50	-	-	-	-	100.00

Nota. Resumen comparativo de las propiedades mecánicas del suelo y su incidencia

porcentual en cada zona, organizado para facilitar el análisis y la interpretación de su comportamiento en las distintas áreas del estudio.

Figura 5

Densidad seca por tipo de suelo en la urb. de San Luis



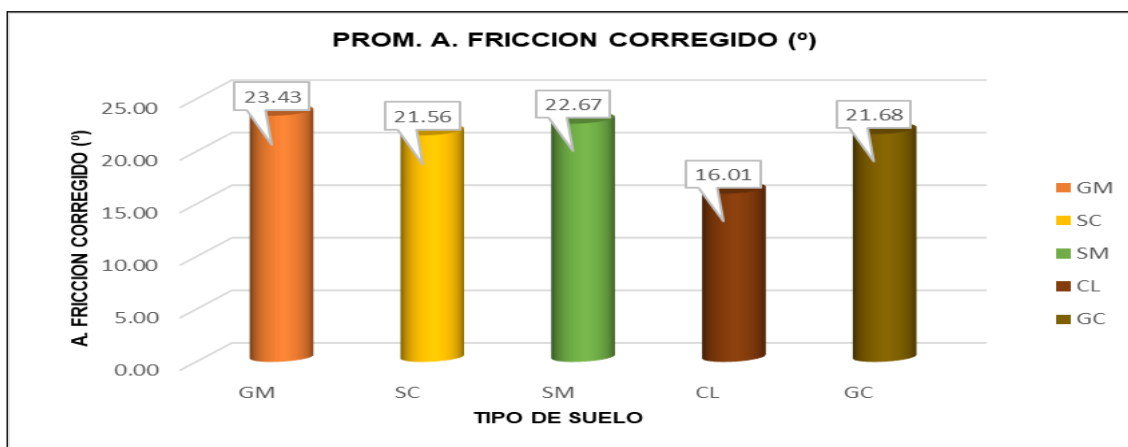
Nota. La figura muestra el promedio de la densidad seca según el tipo de suelo en la urbanización San Luis, permitiendo comparar y analizar su variación entre las distintas categorías de suelo.

Interpretación:

La Figura 4 indica que la densidad seca promedio varía según el tipo de suelo, alcanzando los valores más altos en los suelos GM (1.82 Tn/m³) y GC (1.79 Tn/m³), mientras que los suelos SM, CL y SC presentan densidades menores.

Figura 6

Angulo de fricción por tipo de suelo en la urb. de San Luis



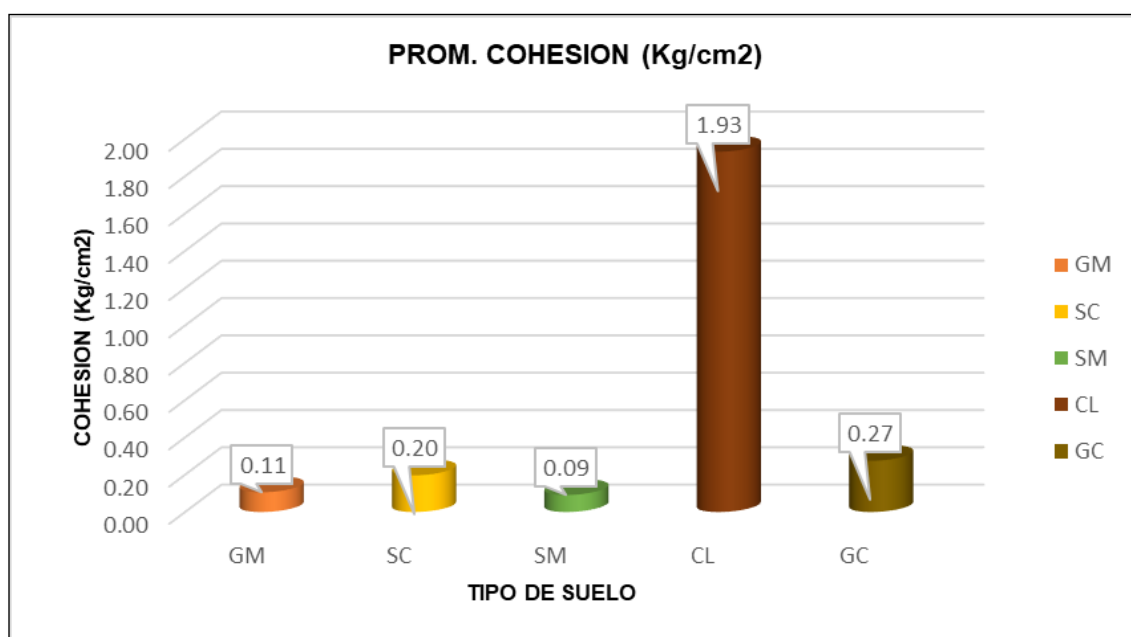
Nota. El gráfico representa el promedio del ángulo de fricción corregido según el tipo de suelo en la urb. San Luis.

Interpretación

La Figura 5 muestra que el ángulo de fricción promedio varía según el tipo de suelo, siendo más alto en los suelos GM (23.43°) y SM (22.67°), mientras que los tipos CL, SC y GC presentan valores ligeramente menores.

Figura 7

Cohesión por tipo de suelo en la urb. de San Luis



Nota. La figura representa el promedio de la cohesión según el tipo de suelo en la urbanización San Luis, permitiendo comparar la variación de este parámetro entre las distintas categorías de suelo.

Interpretación:

La Figura 6 evidencia que la cohesión promedio varía según el tipo de suelo, registrándose el valor más alto en el suelo CL (1.93 kg/cm^2), mientras que los suelos GM, SC, SM y GC presentan valores considerablemente menores.

Resultados referentes al objetivo específico 3

Determinar cómo es el estudio de zonificación de los suelos para la obtención de la capacidad de carga admisible con fines de cimentación superficial, urb. San Luis - distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Tabla 6

Capacidad admisible del suelo para cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis

ZONA	N.º Calicata	Tipo de Suelo	Profundidad DF (m)	Base (m)	Tipo de Cimentación	qa (Kg/cm2)
A	C-2		1.00	1.00	cuadrada	1.30
	C-8	Grava limosa con arena (GM)	1.00	1.00	cuadrada	1.37
	C-9		0.80	1.00	cuadrada	2.17
	C-12		1.00	1.00	cuadrada	1.50
	C-26		0.80	1.00	cuadrada	1.20
B	C-6	Arena arcillosa con grava (SC)	1.00	1.00	cuadrada	1.71
	C-49		1.00	1.00	cuadrada	1.30
	C-50		1.00	1.00	cuadrada	1.38
C	C-15	Arena limosa con grava (SM)	1.00	1.00	cuadrada	1.27
	C-16		1.00	1.00	cuadrada	1.15
	C-28		0.80	1.00	cuadrado	1.39
	C-39		0.80	1.00	cuadrado	1.20
D	-	Arcillas inorgánicas baja plasticidad (CL)	-	-	-	-
E	C-1		0.80	1.00	cuadrada	1.58
	C-3		1.00	1.00	cuadrada	1.30
	C-4	Grava arcillosa con arena (GC)	1.00	1.00	cuadrada	1.79
	C-5		1.00	1.00	cuadrada	1.01
	C-7		0.80	1.00	cuadrada	1.66
	C-19		0.80	1.00	cuadrada	1.27
	C-32		0.80	1.00	cuadrada	1.43

Nota. Resumen de la capacidad de carga admisible en condiciones de carga en la urbanización San Luis, organizado para facilitar su análisis y comparación entre las diferentes áreas del estudio.

Tabla 7

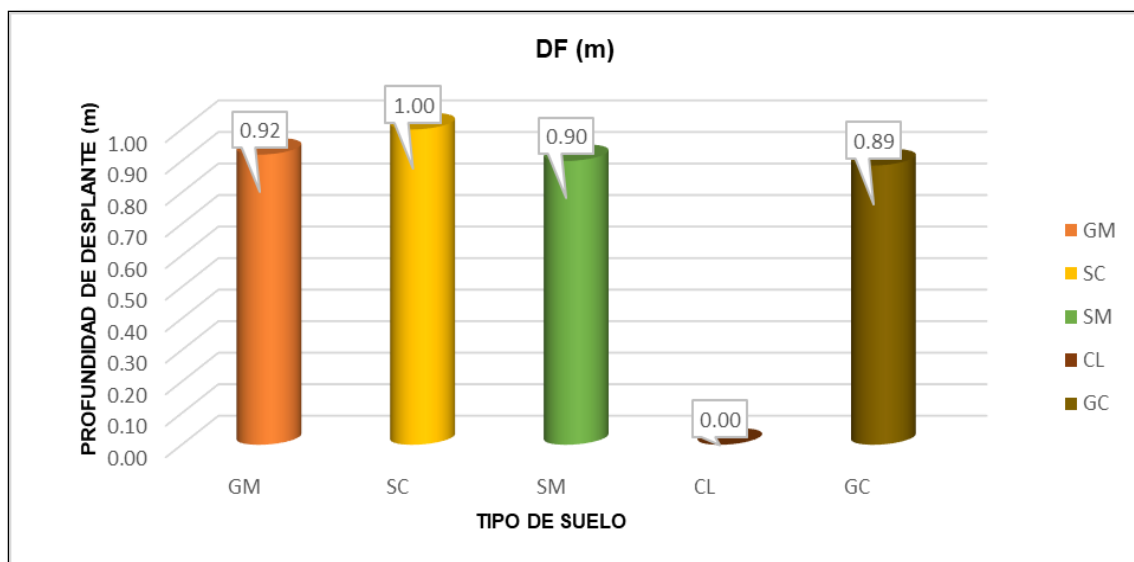
Resumen de las condiciones de las cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis

ZONA	N.º Calicatas	Tipo de suelo	DF (m)	Base (m)	qa (Kg/cm ²)	% Incidencia
A	5	GM	0.92	1.00	1.51	26.32
B	3	SC	1.00	1.00	1.46	15.79
C	4	SM	0.90	1.00	1.25	21.05
D	0	CL	0.00	0.00	0.00	0.00
E	7	GC	0.89	1.00	1.43	36.84
TOTAL	19.00	-	-	-	-	100.00

Nota. Resumen comparativo de las condiciones de la cimentación y su incidencia porcentual en cada zona para cimentaciones cuadradas en la urbanización San Luis, organizado para facilitar la interpretación y el análisis de su comportamiento en las distintas áreas.

Figura 8

Profundidad de desplante según el tipo de suelo en cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis



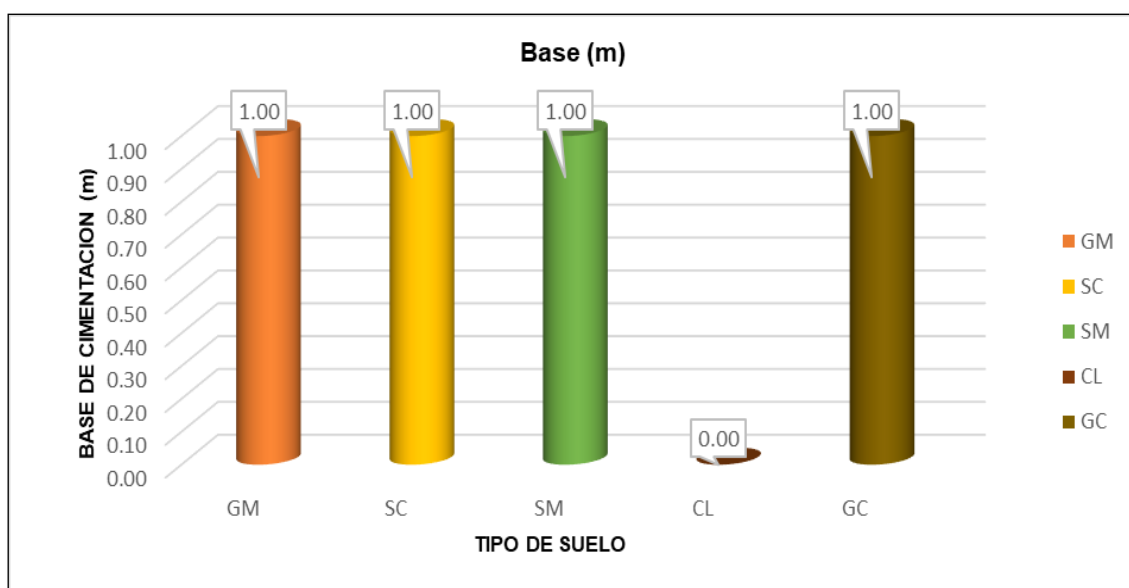
Nota. El gráfico representa la profundidad de desplante en cimentaciones cuadradas según el tipo de suelo en la urb. San Luis.

Interpretación:

La Figura 7 indica que la profundidad de desplante es mayor en los suelos SC (1.00 m) y GM (0.92 m). Los suelos SM y GC presentan valores ligeramente menores, y el suelo CL no influye en las cimentaciones cuadradas.

Figura 9

Base efectiva según el tipo de suelo en cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis



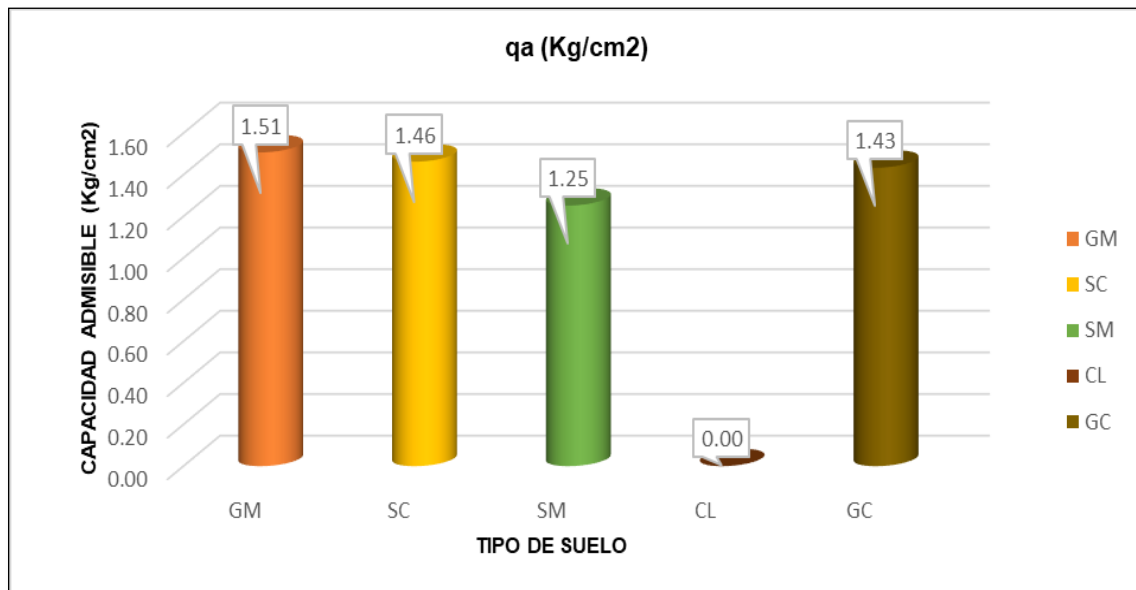
Nota. La figura representa la base efectiva en cimentaciones cuadradas según el tipo de suelo en la urbanización San Luis, permitiendo analizar y comparar su comportamiento entre las diferentes categorías de suelo.

Interpretación:

La Figura 8 indica que la base efectiva promedio es de 1.00 m en los suelos GM, SC, SM y GC, lo que refleja una uniformidad en el dimensionamiento de las cimentaciones para estos tipos de suelo. En contraste, el suelo CL no presenta incidencia en las cimentaciones cuadradas, indicando que no se considera relevante para el diseño de la base efectiva en esta urb.

Figura 10

Capacidad admisible según el tipo de suelo en cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis



Nota. La figura representa la capacidad admisible en cimentaciones cuadradas según el tipo de suelo en la urbanización San Luis, facilitando la comparación y el análisis de este parámetro entre las distintas categorías de suelo.

Interpretación:

La Figura 9 evidencia que los suelos GM y SC presentan la mayor capacidad admisible promedio, mientras que SM y GC muestran valores algo inferiores, y el suelo CL no influye en las cimentaciones cuadradas.

Tabla 8*Capacidad admisible del suelo para cimentaciones corridas en la urb. de San Luis*

ZONA	N.º Calicata	Tipo de Suelo	Profundidad DF (m)	Base (m)	Tipo de Cimentación	qa (Kg/cm2)
A	C-20		3.00	1.50	CC	1.93
	C-21		3.00	1.50	CC	1.89
	C-22		3.00	1.50	CC	1.97
	C-23	Grava	3.00	1.50	CC	2.00
	C-37	limosa con	3.00	1.50	CC	2.90
	C-41	arena	3.00	1.50	CC	3.02
	C-44	(GM)	3.00	1.50	CC	2.72
	C-45		3.00	1.50	CC	2.70
	C-47		3.00	1.50	CC	2.61
	C-48		3.00	1.50	CC	2.53
B	-	Arena arcillosa con grava (SC)	-	-	-	-
C	C-13	Arena limosa con grava (SM)	3.00	1.50	CC	2.10
	C-14		3.00	1.50	CC	2.08
	C-17		3.00	1.50	CC	2.21
	C-18		3.00	1.50	CC	2.23
D	C-27	Arcillas inorgánicas baja plasticidad (CL)	1.00	1.00	CC	1.16
	C-29		1.00	1.00	CC	1.23
	C-35		1.00	1.00	CC	1.29
	C-36		1.00	1.00	CC	1.29
	C-40		1.00	1.00	CC	1.20
	C-43		1.00	1.00	CC	1.27
	C-46		1.00	1.00	CC	1.31
E	C-10	Grava arcillosa con arena (GC)	3.00	1.50	CC	2.52
	C-11		3.00	1.50	CC	2.48
	C-24		3.00	1.50	CC	2.28
	C-25		3.00	1.50	CC	2.25
	C-30		3.00	1.50	CC	1.75
	C-31		3.00	1.50	CC	1.72
	C-33		3.00	1.50	CC	2.26
	C-35		1.00	1.00	CC	1.29
	C-38		3.00	1.50	CC	2.87
	C-42		3.00	1.50	CC	3.11

Nota. Resumen de la capacidad de carga admisible en cimentaciones corridas

(CC) en la urbanización San Luis, organizado para facilitar su análisis y comparación entre las distintas zonas del área de estudio.

Tabla 9

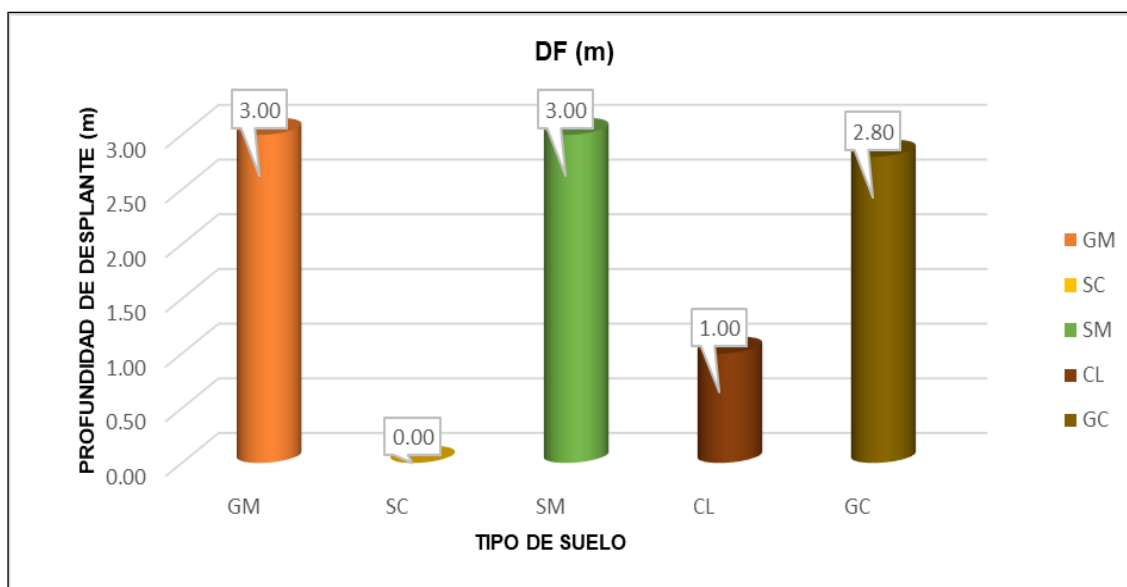
Resumen de las condiciones de las cimentaciones corridas en la urb. de San Luis

ZONA	N.º Calicatas	Tipo de suelo	DF (m)	Base (m)	qa (Kg/cm ²)	% Incidencia
A	10	GM	3.00	1.50	2.43	32.26
B	0	SC	0.00	0.00	0.00	0.00
C	4	SM	3.00	1.50	2.16	12.90
D	7	CL	1.00	1.00	1.25	22.58
E	10	GC	2.80	1.45	2.25	32.26
TOTAL	31.00	-	-	-	-	100.00

Nota. Resumen comparativo de las condiciones de la cimentación y su incidencia porcentual en cada zona para cimentaciones corridas en la urbanización San Luis, organizado para facilitar la interpretación y análisis de su comportamiento en las distintas áreas.

Figura 11

Profundidad de desplante según el tipo de suelo en cimentaciones corridas en la urb. de San Luis



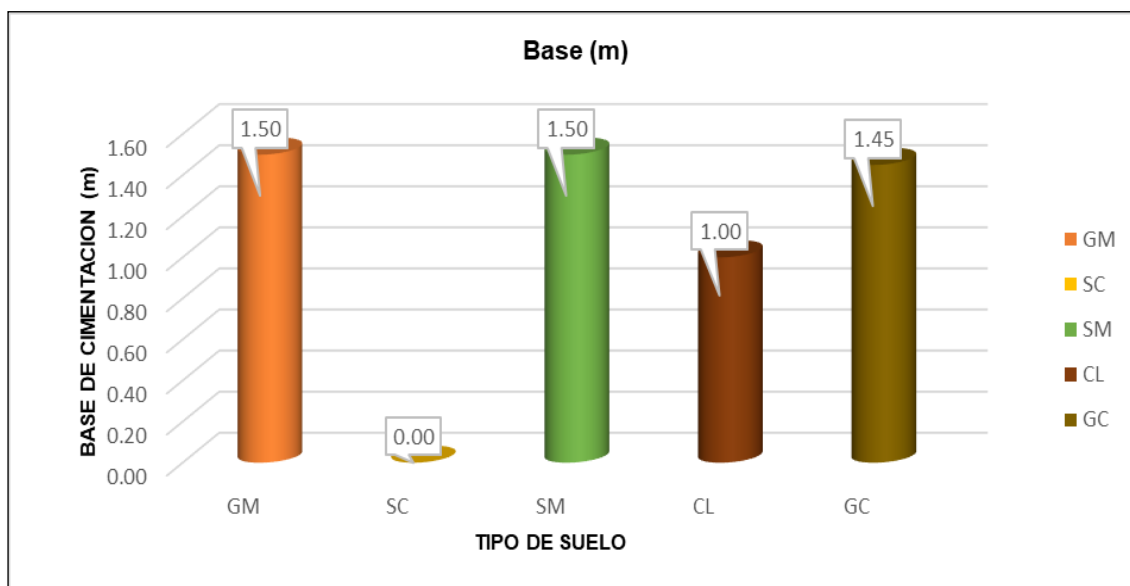
Nota. La figura representa la profundidad de desplante en cimentaciones corridas según el tipo de suelo en la urbanización San Luis, permitiendo analizar y comparar este parámetro entre las distintas categorías de suelo.

Interpretación:

La Figura 10 indica que la mayor profundidad de desplante se registra en los suelos GM y SM (3.00 m), mientras que el suelo SC no influye en las cimentaciones corridas.

Figura 12

Base efectiva según el tipo de suelo en cimentaciones corridas en la urb. de San Luis



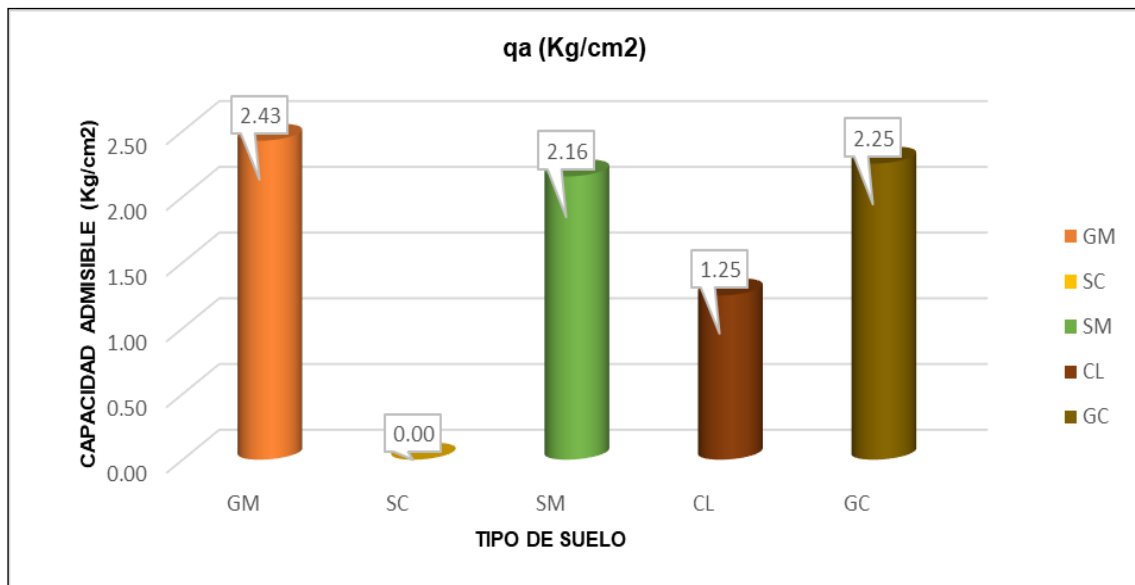
Nota. La figura representa la base efectiva en cimentaciones corridas según el tipo de suelo en la urbanización San Luis, facilitando la comparación y el análisis de este parámetro entre las diferentes categorías de suelo.

Interpretación:

La Figura 11 muestra que la base efectiva promedio es mayor en los suelos GM y SM (1.50 m), mientras que el suelo SC no tiene incidencia en las cimentaciones corridas.

Figura 13

Capacidad admisible según el tipo de suelo en cimentaciones corridas en la urb. de San Luis



Nota. La figura representa la capacidad admisible en cimentaciones corridas según el tipo de suelo en la urbanización San Luis, permitiendo comparar y analizar este parámetro entre las distintas categorías de suelo.

Interpretación:

La Figura 12 indica que la capacidad admisible promedio es mayor en los suelos GM (2.43 kg/cm²) y GC (2.25 kg/cm²), mientras que el suelo SC no tiene incidencia en las cimentaciones corridas.

Tabla 10

Cuadro de asentamiento elástico en cimientos cuadrados en la urb. de San Luis

ZONA	N.º Calicata	Tipo de Suelo	Profundidad DF (m)	Asentamiento (cm)		Tipo de Cimentación
				Centro	Esquina	
A	C-2	Grava limosa con arena (GM)	1.00	0.24	0.12	CQ
	C-8		1.00	0.25	0.13	CQ
	C-9		0.80	0.43	0.21	CQ
	C-12		1.00	0.22	0.11	CQ
	C-26		0.80	0.29	0.15	CQ
B	C-6	Arena arcillosa con grava (SC)	1.00	0.42	0.21	CQ
	C-49		1.00	0.24	0.12	CQ
	C-50		1.00	0.25	0.13	CQ
C	C-15	Arena limosa con grava (SM)	1.00	0.37	0.19	CQ
	C-16		1.00	0.34	0.17	CQ
	C-28		0.80	0.34	0.17	CQ
	C-39		0.80	0.29	0.15	CQ
D	-	Arcillas inorgánicas baja plasticidad (CL)	-	-	-	-
E	C-1	Grava arcillosa con arena (GC)	0.80	0.39	0.19	CQ
	C-3		1.00	0.33	0.16	CQ
	C-4		1.00	0.33	0.16	CQ
	C-5		1.00	0.25	0.12	CQ
	C-7		0.80	0.41	0.20	CQ
	C-19		0.80	0.31	0.16	CQ
	C-32		0.80	0.35	0.18	CQ

Nota. Resumen del asentamiento en cimentaciones cuadradas (CQ) en la urbanización

San Luis, organizado para facilitar su análisis y comparación entre las diferentes zonas del área de estudio.

Tabla 11

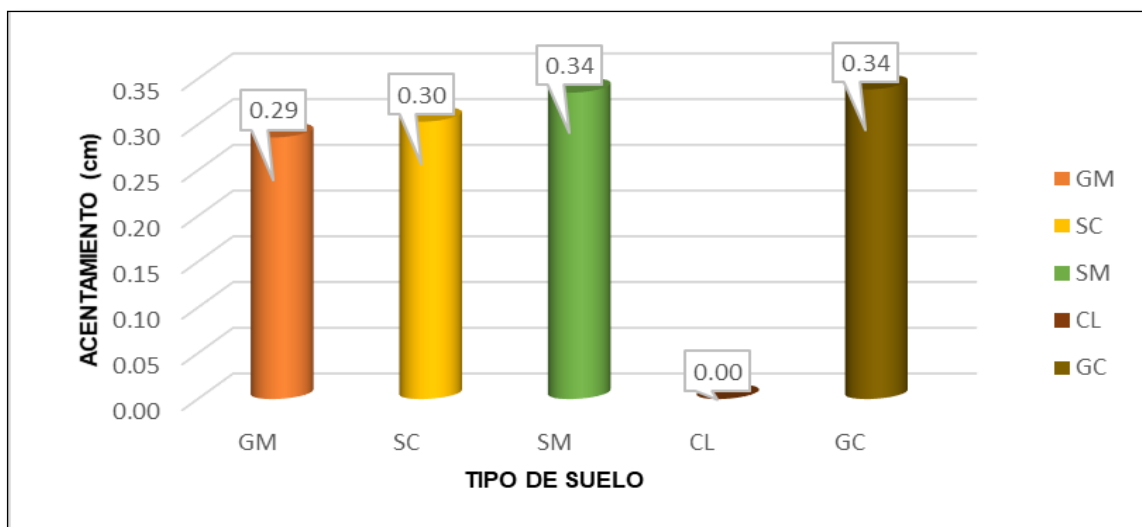
Resumen de asentamiento elástico según el tipo de suelo en cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis

ZONA	N.º Calicatas	Tipo de suelo	Asentamiento (cm)		% Incidencia
			Centro	Esquina	
A	5	GM	0.29	0.14	26.32
B	3	SC	0.30	0.15	15.79
C	4	SM	0.34	0.17	21.05
D	0	CL	0.00	0.00	0.00
E	7	GC	0.34	0.17	36.84
TOTAL	19.00	-	-	-	100.00

Nota. Resumen comparativo del asentamiento en cimentaciones cuadradas y su incidencia porcentual en cada zona de la urbanización San Luis, organizado para facilitar la interpretación y el análisis de los resultados por área.

Figura 14

Asentamiento elástico en el centro según el tipo de suelo en cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis



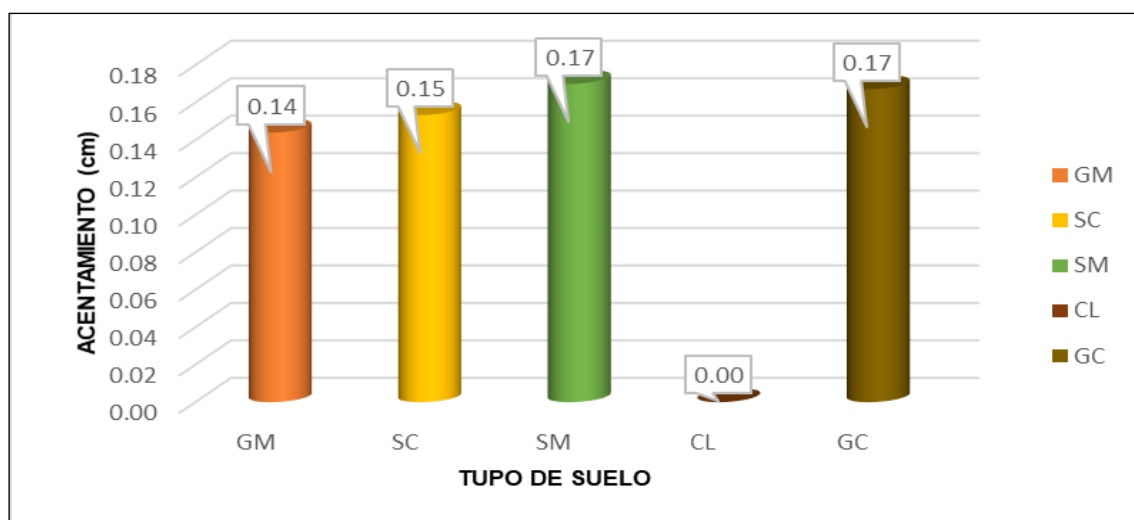
Nota. La figura representa el asentamiento elástico en el centro de cimentaciones cuadradas según el tipo de suelo en la urbanización San Luis, permitiendo comparar y analizar este parámetro entre las distintas categorías de suelo

Interpretación:

La Figura 13 indica que los mayores asentamientos elásticos se registran en los suelos SM y GC (0.34 cm), mientras que el suelo CL no influye en las cimentaciones cuadradas.

Figura 15

Asentamiento elástico en esquina según el tipo de suelo en cimentaciones cuadradas en la urb. de San Luis



Nota. La figura representa el asentamiento elástico en la esquina de cimentaciones cuadradas según el tipo de suelo en la urbanización San Luis, facilitando la comparación y el análisis de este parámetro entre las distintas categorías de suelo.

Interpretación:

La Figura 14 muestra que los mayores asentamientos elásticos en la esquina de la cimentación se presentan en los suelos SM y GC (0.17 cm), mientras que el suelo CL no tiene incidencia en las cimentaciones cuadradas.

Tabla 12*Asentamiento elástico en cimientos corridos en la urb. de San Luis*

ZONA	N.º Calicata	Tipo de Suelo	Profundidad DF (m)	Asentamiento (cm)		Tipo de Cimentación
				Centro	Esquina	
A	C-20		3.00	0.56	0.28	CC
	C-21		3.00	0.55	0.27	CC
	C-22		3.00	0.36	0.18	CC
	C-23	Grava	3.00	0.37	0.18	CC
	C-37	limosa con	3.00	0.53	0.27	CC
	C-41	arena	3.00	0.56	0.28	CC
	C-44	(GM)	3.00	0.50	0.25	CC
	C-45		3.00	0.50	0.25	CC
	C-47		3.00	0.48	0.24	CC
	C-48		3.00	0.47	0.23	CC
B	-	Arena arcillosa con grava (SC)	-	-	-	-
C	C-13		3.00	0.62	0.31	CC
	C-14	Arena	3.00	0.61	0.31	CC
	C-17	limosa con grava (SM)	3.00	0.65	0.33	CC
	C-18		3.00	0.66	0.33	CC
D	C-27		1.00	0.57	0.29	CC
	C-29	Arcillas	1.00	0.60	0.30	CC
	C-35	inorgánicas	1.00	0.63	0.32	CC
	C-36	baja	1.00	0.63	0.32	CC
	C-40	plasticidad	1.00	0.59	0.29	CC
	C-43	(CL)	1.00	0.63	0.31	CC
	C-46		1.00	0.64	0.32	CC
E	C-10		3.00	0.46	0.23	CC
	C-11		3.00	0.46	0.23	CC
	C-24		3.00	0.42	0.21	CC
	C-25	Grava	3.00	0.41	0.21	CC
	C-30	arcillosa	3.00	0.32	0.16	CC
	C-31	con arena	3.00	0.32	0.16	CC
	C-33	(GC)	3.00	0.42	0.21	CC
	C-35		1.00	0.63	0.32	CC
	C-38		3.00	0.53	0.26	CC
	C-42		3.00	0.57	0.29	CC

Nota. Resumen del asentamiento en CC (cimentaciones corridas) en la urb. San Luis.

Tabla 13

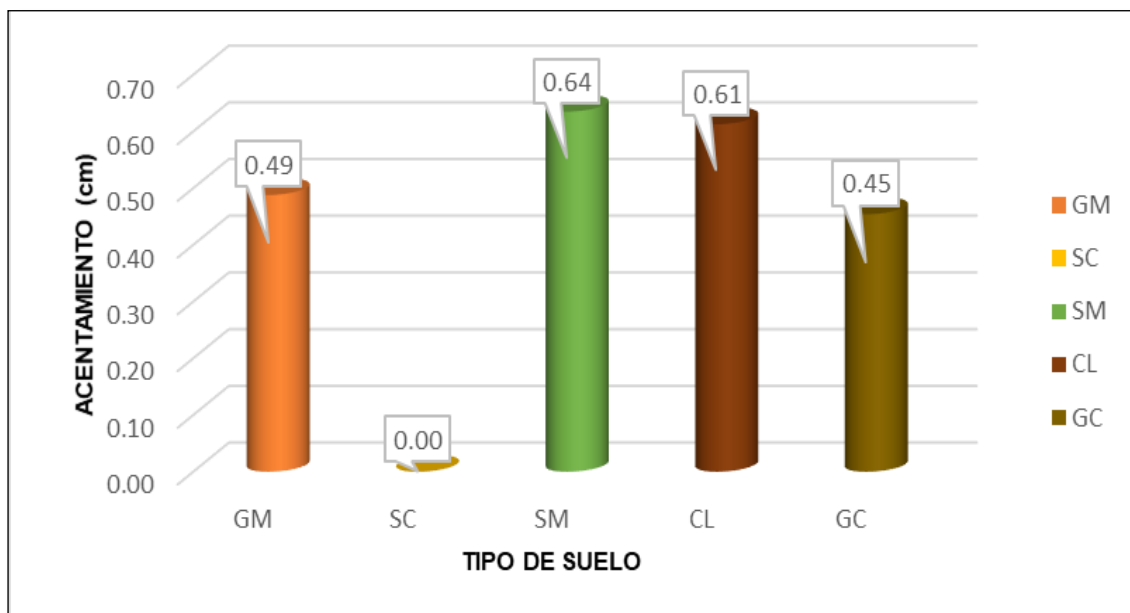
Resumen de asentamiento elástico según el tipo de suelo en cimentaciones corridas en la urb. de San Luis

ZONA	N.º Calicatas	Tipo de suelo	Asentamiento (cm)		% Incidencia
			Centro	Esquina	
A	10	GM	0.49	0.24	32.26
B	0	SC	0.00	0.00	0.00
C	4	SM	0.64	0.32	12.90
D	7	CL	0.61	0.31	22.58
E	10	GC	0.45	0.23	32.26
TOTAL	31.00	-			100.00

Nota. Resumen comparativo del asentamiento en cimentaciones corridas y su incidencia porcentual en cada zona de la urbanización San Luis, organizado para facilitar la interpretación y el análisis del comportamiento del suelo en las distintas áreas.

Figura 16

Asentamiento elástico en el centro según el tipo de suelo en cimentaciones corridas en la urb. de San Luis



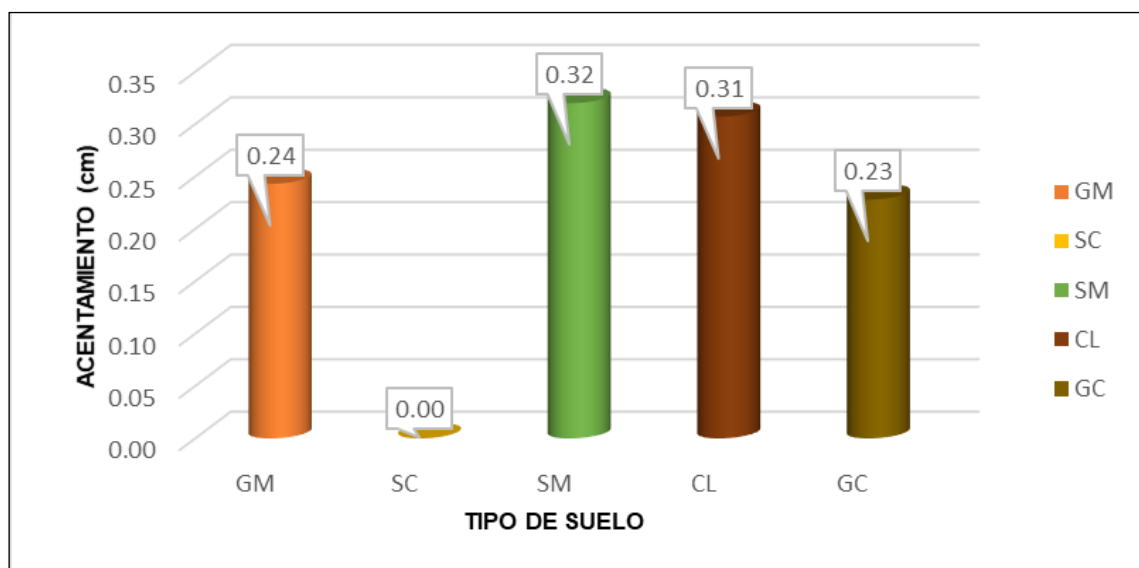
Nota. El gráfico representa el asentamiento elástico en el centro en cimentaciones corridas según el tipo de suelo en la urb. San Luis.

Interpretación:

La Figura 15 indica que los mayores asentamientos elásticos en el centro de la cimentación se encuentran en los suelos SM (0.64 cm) y CL (0.61 cm), mientras que el suelo SC no tiene incidencia en las cimentaciones corridas.

Figura 17

Asentamiento elástico en esquina según el tipo de suelo en cimentaciones corridas en la urb. de San Luis



Nota. La figura representa el asentamiento elástico en la esquina de cimentaciones corridas según el tipo de suelo en la urbanización San Luis, permitiendo comparar y analizar este parámetro entre las diferentes categorías de suelo.

Interpretación:

La Figura 16 muestra que los mayores asentamientos elásticos en la esquina de la cimentación se producen en los suelos SM (0.32 cm) y CL (0.31 cm), mientras que SC no presenta efecto y GM y GC tienen valores intermedios.

Resultados referentes al objetivo general

Determinar el estudio de zonificación de los suelos con fines de cimentación superficial, urb. San Luis - distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Tabla 14

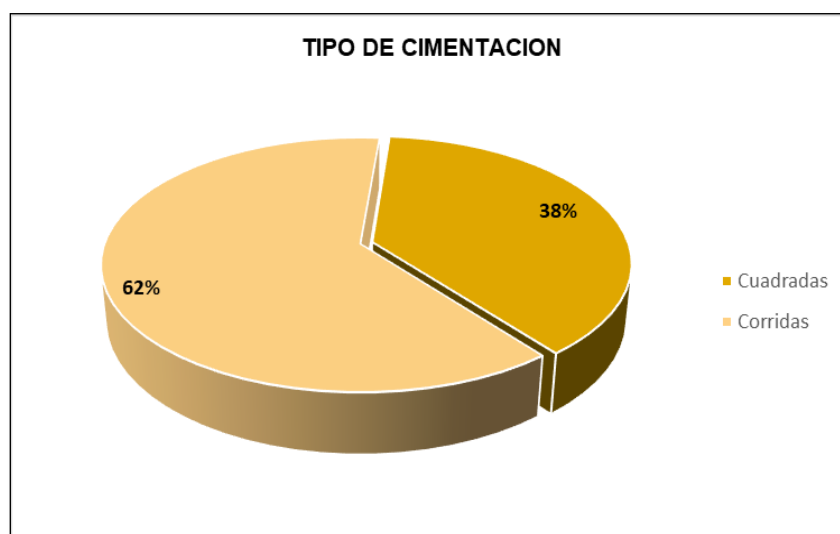
Resumen del estudio de zonificación de los suelos con fines de cimentación superficial, urbanización San Luis

Tipo de Cimentación	N.º Elementos	DF (m)	Base (m)	qa (Kg/cm ²)	Asentamiento (cm)		% Incidencia
					Centro	Esquina	
Cuadradas	19.00	0.93	1.00	1.41	0.32	0.16	38.00
Corridas	31.00	2.45	1.36	2.02	0.55	0.27	62.00
TOTAL	50.00			-			100.00

Nota. Resumen comparativo de las condiciones de cimentaciones cuadradas y corridas y su incidencia porcentual en la urbanización San Luis, organizado para facilitar la interpretación y el análisis del comportamiento de ambos tipos de cimentación en las distintas zonas.

Figura 18

Porcentaje de incidencia del tipo de cimentación en la urb. de San Luis



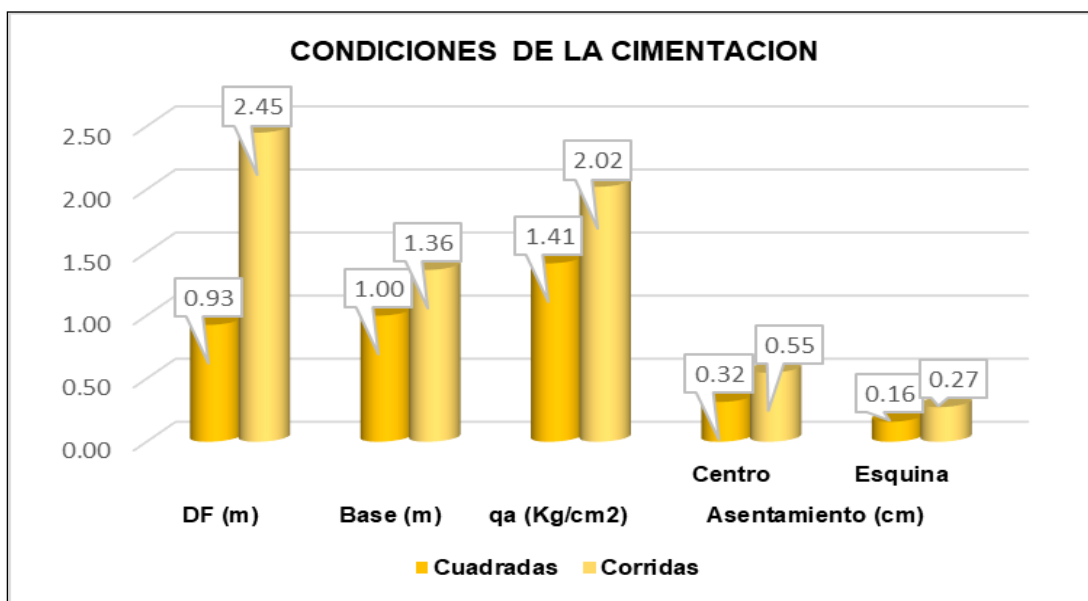
Nota. El gráfico representa el porcentaje que ocupa el tipo de cimentación en función al tipo de suelo en la urb. San Luis.

Interpretación:

En San Luis, el 62 % de las cimentaciones son corridas, asociadas a suelos GC, CL y SM, y el 38 % son cuadradas, vinculadas a GM y SC. Predominan los suelos GC, CL y SM, lo que explica la preferencia por cimentaciones corridas. Esto refleja las condiciones geotécnicas y topográficas del área.

Figura 19

Resumen de las condiciones de la cimentación según tipo en la urb. de San Luis



Nota. La figura representa un resumen de las condiciones de la cimentación según su geometría en la urbanización San Luis, permitiendo analizar y comparar el comportamiento de las distintas configuraciones planteadas.

Interpretación:

La Figura 18 muestra los parámetros de diseño de las cimentaciones en San Luis, incluyendo profundidad de desplante, base efectiva, capacidad admisible del suelo y asentamientos, establecidos según la zonificación y las características geotécnicas del área.

Discusiones

Discusión OE-01

En las calicatas evaluadas no se detectó nivel freático hasta los 3 m de profundidad, debido a las características del terreno y su configuración geográfica.

A partir de 50 muestras de suelo analizadas mediante ensayos de granulometría, se identificaron cinco tipos: GM, SC, SM, CL y GC, siendo los más frecuentes GC (34 %) y GM (30 %).

La humedad natural de los suelos varió entre 6.31 % (GM) y 17.91 % (SM), sin diferencias significativas entre los tipos.

El índice plástico se situó entre 3.61 % y 9.98 %, correspondientes a los suelos GM y CL, respectivamente.

Por su parte, la densidad seca presentó valores de 1.59 Tn/m³ (SM) a 1.82 Tn/m³ (GM), mostrando ligeras variaciones entre los distintos suelos analizados.

Discusión OE-02

Conforme a la NTE.050 “Suelos y Cimentaciones”, se evaluaron los parámetros de resistencia del suelo, como el ángulo de fricción y la cohesión, para establecer la capacidad de carga admisible de cada zona.

El ángulo de fricción presentó valores entre 16.01° en suelos CL y 23.43° en suelos GM.

La cohesión alcanzó un máximo de 1.93 kg/cm^2 en suelos CL, siendo significativamente mayor que en los demás tipos de suelo.

La capacidad admisible del terreno se encontró entre 1.25 kg/cm^2 para suelos SM y 1.51 kg/cm^2 para suelos GM, reflejando las propiedades geotécnicas de cada tipo de suelo.

Discusión OE-03

Según el análisis de cimentación se obtuvo una capacidad admisible del suelo de 1.41 y 2.02 kg/cm² para cimentaciones cuadradas y corridas respectivamente, siendo estas últimas predominantes con un 62 % frente al 38 % de las cuadradas.

La profundidad de desplante alcanzó 0.93 m en los cimientos cuadrados y 2.45 m en los corridos, con bases efectivas de 1.00 m y 1.36 m, respectivamente.

En cuanto a los asentamientos, se registraron valores de 0.16 a 0.32 cm para las cimentaciones cuadradas y de 0.27 a 0.55 cm para las corridas.

Estos resultados, derivados del estudio de zonificación de la urb. San Luis, representan condiciones típicas y aplicables tanto al área evaluada como a sus sectores adyacentes.

Prueba de hipótesis T de Student para solo un grupo de muestras

En este apartado se realizará la comparación entre la media poblacional (μ) y la muestral (X) con el propósito de evaluar la existencia de diferencias significativas entre los valores de un conjunto específico de muestras y evaluar la incidencia de cada una.

H0 = Hipótesis nula

H1 = Hipótesis alternativa

$\alpha = 0.05$

Se utilizó un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ por considerarse moderado, lo cual posibilita equilibrar la detección de efectos reales y la protección frente a falsos positivos.

Prueba de hipótesis para la propiedad física E-1:

Para el contenido de humedad (%):

-H0: El contenido de humedad de los suelos no presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

-H1: El contenido de humedad de los suelos presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Tabla 15

Prueba de hipótesis para el contenido de humedad (%) del suelo en la urb. de San Luis

Zona	N.º Calicatas	Tipo de suelo	Humedad natural (%)	% Incidencia	Media poblacional	Media muestral	N. de significancia	Media	Desv. Estándar	Varianza	N.º datos	G. L	t. Exp.	t. Teor.	p valor
A	15	GM	6.13	30.00											
B	3	SC	8.15	6.00											
C	8	SM	17.91	16.00											
D	7	CL	16.18	14.00	11.10	12.53	0.05	11.10	5.50	30.29	5	4	0.5781	2.1318	0.2971
E	17	GC	7.14	34.00											
Total	50	-	-	100.00											

Nota: Elaboración propia. El contenido presentado ha sido desarrollado íntegramente por la autora/el autor, basado en análisis, interpretación y organización de la información para el presente estudio, garantizando la originalidad del trabajo

El valor de la prueba T fue 0.58, el cual no se encuentra en la región de rechazo, en consecuencia, se acepta la H_0 .

H_0 : El contenido de humedad de los suelos no presenta diferencia significativa en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Interpretación: La diferencia entre la μ y muestral es de 1.43, lo que representa un 11.36 % de variación entre el promedio muestral de humedad del suelo (12.53 %) y el promedio poblacional (11.10 %).

Para la propiedad física del IP (%):

H_0 : El índice de plasticidad de los suelos no presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

H_1 : El índice de plasticidad de los suelos presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Tabla 16

Prueba de hipótesis para el índice de plasticidad (%) del suelo en la urb. de San Luis

Zona	N.º Calicatas	Tipo de suelo	Índice plástico (%)	% Incidencia	Media poblacional	Media muestral	N. de significancia	Media	Desv. Estándar	Varianza	N.º datos	G. L	t. Exp.	t. Teor.	p valor
A	15	GM	3.61	30.00											
B	3	SC	8.52	6.00											
C	8	SM	6.30	16.00											
D	7	CL	9.98	14.00	7.44	8.65	0.05	7.44	2.52	6.35	5	4	1.0770	2.1318	0.1710
E	17	GC	8.79	34.00											
Total	50	-	-	100.00											

Nota. Elaboración propia. El contenido presentado ha sido desarrollado íntegramente por la autora/el autor, basado en análisis, interpretación y organización de la información para el presente estudio, garantizando la originalidad del trabajo.

El valor de la prueba T fue 1.07, el cual no cae en la región de rechazo, en consecuencia, se acepta la H0.

H0: El índice de plasticidad de los suelos no presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Interpretación: La diferencia entre la μ y la muestral es de 1.21, lo que representa un 14.02 % de variación entre el promedio muestral del IP (8.65 %) y el promedio poblacional (7.44 %).

Para la propiedad física de la densidad seca (Tn/m^3):

H0: La densidad seca de los suelos no presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

H1: La densidad seca de los suelos presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Tabla 17

Prueba de hipótesis para la densidad seca (Tn/m³) del suelo en la urb. de San Luis

Zona	N.º Calicatas	Tipo de suelo	Densidad seca (Tn/m ³)	% Incidencia	Media poblacional	Media muestral	N. de significancia	Media	Desv. Estándar	Varianza	N.º datos	G. L	t. Exp.	t. Teor.	p valor
A	15	GM	1.82	30.00											
B	3	SC	1.74	6.00											
C	8	SM	1.59	16.00											
D	7	CL	1.68	14.00	1.72	1.75	0.05	1.72	0.09	0.01	5	4	0.5839	2.1318	0.2953
E	17	GC	1.79	34.00											
Total	50	-	-	100.00											

Nota. Elaboración propia. El contenido presentado ha sido desarrollado íntegramente por la autora/el autor, basado en análisis, interpretación y organización de la información para el presente estudio, garantizando la originalidad del trabajo

El valor de la prueba T fue 0.58, que no se encuentra en la región de rechazo, en consecuencia, se acepta la H₀.

H₀: La densidad seca de los suelos no presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Interpretación: La diferencia entre la μ y la X fue de 0.03 Tn/m³, equivalente a una variación mínima del 1.41 %. Esto indica que el promedio muestral de la densidad seca del suelo (1.75 Tn/m³) es muy cercano al promedio poblacional (1.72 Tn/m³), demostrando que la muestra es altamente representativa de la población estudiada.

Decisión general:

Las propiedades físicas del suelo influyen directamente en el diseño y comportamiento de las cimentaciones superficiales en la urb. San Luis, distrito de Abancay – Apurímac (2023). Esto respalda la hipótesis general, que propone la zonificación de los suelos con fines de cimentación superficial, con el objetivo de determinar y analizar sus características físico-mecánicas para asegurar la estabilidad estructural y la seguridad de las edificaciones en el área de estudio.

Prueba de hipótesis para la propiedad mecánica E-2 (ángulo de fricción °):

H₀: El ángulo de fricción de los suelos no presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

H₁: El ángulo de fricción de los suelos presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Tabla 18

Prueba de hipótesis para el ángulo de fricción (°) del suelo en la urb. de San Luis

Zona	N.º Calicatas	Tipo de suelo	Angulo de fricción (°)	% Incidencia	Media poblacional	Media muestral	N. de significancia	Media	Desv. Estándar	Varianza	N.º datos	G. L	t. Exp.	t. Teor.	p valor
A	15	GM	23.43	30.00											
B	3	SC	21.56	6.00											
C	8	SM	22.67	16.00											
D	7	CL	16.01	14.00	21.07	23.05	0.05	21.07	2.93	8.59	5	4	1.5113	2.1318	0.1026
E	17	GC	21.68	34.00											
Total	50	-	-	100.00											

Nota. Elaboración propia. El contenido presentado ha sido desarrollado íntegramente por la autora/el autor, basado en análisis, interpretación

y organización de la información para el presente estudio, garantizando la originalidad del trabajo.

El valor de la prueba T fue 1.51, el cual no se encuentra en la región de rechazo, en consecuencia, se acepta la H0.

H0: El ángulo de fricción de los suelos no presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Interpretación: La diferencia entre la μ y la X es de 1.98, equivalente a un 8.59 % de variación entre el promedio muestral del ángulo de fricción (23.05°) y el promedio poblacional (21.07°).

Para la propiedad mecánica de la cohesión (Kg/cm²):

H0: La cohesión de los suelos no presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

H1: La cohesión de los suelos presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Tabla 19

Prueba de hipótesis para la cohesión (Kg/cm²) del suelo en la urb. de San Luis

Zona	N.º Calicatas	Tipo de suelo	Cohesión (Kg/cm ²)	% Incidencia	Media poblacional	Media muestral	N. de significancia	Media	Desv. Estándar	Varianza	N.º datos	G. L	t. Exp.	t. Teor.	p valor
A	15	GM	0.11	30.00											
B	3	SC	0.20	6.00											
C	8	SM	0.09	16.00											
D	7	CL	1.93	14.00	0.52	1.10	0.05	0.52	0.79	0.63	5	4	1.6452	2.1318	0.0876
E	17	GC	0.27	34.00											
Total	50	-	-	100.00											

Nota. Elaboración propia. El contenido presentado ha sido desarrollado íntegramente por la autora/el autor, basado en análisis, interpretación y organización de la información para el presente estudio, garantizando la originalidad del trabajo

El valor de la prueba T fue 1.64, que no se encuentra en la región de rechazo, en consecuencia, se acepta la H0.

H0: La cohesión de los suelos no presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Interpretación: La diferencia entre la μ y la X es de 0.58, lo que representa una variación moderada del 52.86 %. Esto indica que el promedio muestral de cohesión del suelo (1.10 Kg/cm^2) es considerablemente mayor que el promedio poblacional (0.52 Kg/cm^2), evidenciando una heterogeneidad moderada en la resistencia cohesiva del suelo en la zona de estudio.

Decisión general:

Las propiedades mecánicas del suelo tienen un impacto significativo en el comportamiento de las cimentaciones superficiales en la urb. San Luis, distrito de Abancay – Apurímac (2023). Esto respalda la hipótesis general del estudio, que buscó analizar la zonificación de los suelos con fines de cimentación superficial, determinando sus propiedades físicas y mecánicas para establecer su capacidad portante y comportamiento estructural.

Prueba de hipótesis T de Student para la media de dos muestras emparejadas

En este apartado se comparará la media de dos muestras emparejadas, organizadas en dos grupos, para determinar si existe una diferencia significativa entre los valores de ambos conjuntos.

H0: No existe diferencia significativa en la profundidad de desplante como condición de la cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

H1: Existe diferencia significativa en la profundidad de desplante como condición de la cimentación superficial en la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Se utilizó un nivel de significancia $\alpha = 0.10$, elegido para aumentar la sensibilidad en la detección de efectos pequeños, considerando además la gran cantidad de datos disponibles para el análisis.

Tabla 20

Prueba de hipótesis para la profundidad de desplante (m) de la cimentación en la urb. de San Luis

Zona	N.º Calicatas	Tipo de suelo	DF(m) C. Corrido	DF(m) C. Cuadrado	Diferencia	Prom. (d)	Desv. Std. (Sd)	n	G. L	N.Sig. (α)	t(1- α) ;(n-1) crítico	t. calculad o	p. valor
A	15	GM	3.00	0.92	2.08								
B	3	SC	0.00	1.00	-1.00								
C	8	SM	3.00	0.90	2.10	1.22	1.32	5.00	4.00	0.10	1.533	2.064	0.0540
D	7	CL	1.00	0.00	1.00								
E	17	GC	2.80	0.89	1.91								
Total	50	-	-	-	-								

Nota. Elaboración propia. El contenido presentado ha sido desarrollado íntegramente por la autora/el autor, basado en análisis, interpretación y organización de la información para el presente estudio, garantizando la originalidad del trabajo

El valor de la prueba T fue 2.06, el cual se encuentra en la región de rechazo, en consecuencia, se acepta la H1.

H1: La profundidad de desplante como condición de la cimentación presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Interpretación: La diferencia entre las medias de las dos muestras emparejadas es de 1.52 m, equivalente a un 62.04 % de variación entre la profundidad de desplante en cimientos cuadrados (0.93 m) y en cimientos corridos (2.45 m), evidenciando una diferencia significativa.

Para la base de la cimentación superficial:

H0: La base como condición de la cimentación no presenta diferencia significativa en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

H1: La base como condición de la cimentación presenta diferencia significativa en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Tabla 21

Prueba de hipótesis para la base (m) de la cimentación en la urb. de San Luis

N.º Calicatas	Tipo de suelo	Base (m) C. Corrido	Base (m) C. Cuadrado	Diferencia	Prom. (d)	Desv. Stnd. (Sd)	n	G. L	N.Sig. (α)	t(1-α);(n-1) crítico	t. calculado	p. valor
15	GM	1.50	1.00	0.50								
3	SC	0.00	1.00	-1.00								
8	SM	1.50	1.00	0.50	0.29	0.76	5.00	4.00	0.10	1.533	0.859	0.2195
7	CL	1.00	0.00	1.00								
17	GC	1.45	1.00	0.45								
50	-	-	-	-								

Nota. Elaboración propia. El contenido presentado ha sido desarrollado íntegramente por la autora/el autor, basado en análisis, interpretación y organización de la información para el presente estudio, garantizando la originalidad del trabajo

El valor de la prueba T fue 0.86, que no se encuentra en la región de rechazo, por lo que se acepta la H0.

H0: La base como condición de la cimentación no presenta diferencias significativas en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Interpretación: La diferencia entre las medias de las dos muestras emparejadas es de 0.36 m, equivalente a una variación del 26.47 %. Esto indica que la base de los cimientos cuadrados (1.00 m) es ligeramente menor que la de los cimientos corridos (1.36 m), mostrando una diferencia moderada atribuida a las características del terreno y al tipo de cimentación utilizada.

Para la capacidad admisible del suelo:

H0: La capacidad admisible del suelo como propiedad física no presenta diferencia significativa en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

H1: La capacidad admisible del suelo como propiedad física presenta diferencia significativa en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Tabla 22

Prueba de hipótesis para la capacidad admisible (Kg/cm²) del suelo en la urb. de San Luis

N.º Calicatas	Tipo de suelo	qa (Kg/cm ²) C. Corrido	qa (Kg/cm ²) C. Cuadrado	Diferencia	Prom. (d)	Desv. Stnd. (Sd)	n	G. L	N.Sig. (α)	t(1-α);(n-1) crítico	t. calculado	p. valor
15	GM	2.43	1.51	0.92								
3	SC	0.00	1.46	-1.46								
8	SM	2.16	1.25	0.90	0.49	1.10	5.00	4.00	0.10	1.533	0.985	0.1902
7	CL	1.25	0.00	1.25								
17	GC	2.25	1.43	0.82								
50	-	-	-	-								

Nota. Elaboración propia. El contenido presentado ha sido desarrollado íntegramente por la autora/el autor, basado en análisis, interpretación y organización de la información para el presente estudio, garantizando la originalidad del trabajo

El valor de la prueba T fue 0.99, que no se encuentra en la región de rechazo, por lo que se acepta la H0.

H0: La capacidad admisible del suelo como propiedad física no presenta diferencia significativa en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Interpretación: La diferencia entre las medias de las dos muestras emparejadas es de 0.62 kg/cm², equivalente a una variación moderada del 30.20 %. Esto indica que la capacidad admisible del suelo en cimientos cuadrados (1.41 kg/cm²) es menor que en cimientos corridos (2.02 kg/cm²), reflejando que los cimientos corridos poseen mayor capacidad portante por su mejor distribución de cargas y contacto con el terreno.

Para el asentamiento en el centro de la cimentación superficial:

H0: El asentamiento en el centro como condición de la cimentación no presenta diferencia significativa en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

H1: El asentamiento en el centro como condición de la cimentación presenta diferencia significativa en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Tabla 23

Prueba de hipótesis para el asentamiento en el centro (cm) de la cimentación en la urb. de San Luis

Zona	N.º Calicatas	Tipo de suelo	Asen. Centro C. Corrido (cm)	Asen. Centro C. Cuadrado (cm)	Diferencia	Prom. (d)	Desv. Stnd. (Sd)	n	G. L	N.Sig. (α)	t(1- α);(n-1) crítico	t. calculado	p. valor
A	15	GM	0.49	0.29	0.20								
B	3	SC	0.00	0.30	-0.30								
C	8	SM	0.64	0.34	0.30	0.19	0.33	5.00	4.00	0.10	1.533	1.250	0.1397
D	7	CL	0.61	0.00	0.61								
E	17	GC	0.45	0.34	0.12								
Total	50	-	-	-	-								

Nota. Elaboración propia. El contenido presentado ha sido desarrollado íntegramente por la autora/el autor, basado en análisis, interpretación y organización de la información para el presente estudio, garantizando la originalidad del trabajo

El valor de la prueba T fue 1.25, que no se encuentra en la región de rechazo, en consecuencia, se acepta la H_0 .

H_0 : El asentamiento en el centro como condición de la cimentación no presenta diferencia significativa en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Interpretación: La diferencia entre las medias de las dos muestras emparejadas es de 0.23 cm, lo que representa una variación mínima del 41.82 %. Esto indica que el promedio del asentamiento en el centro de cimientos cuadrados (0.32 cm) es menor que en cimientos corridos (0.55 cm), reflejando una diferencia moderada según el tipo de cimentación.

Para el asentamiento en la esquina de la cimentación superficial:

H_0 : El asentamiento en esquina como condición de la cimentación no tiene diferencia significativa en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

H_1 : El asentamiento en esquina como condición de la cimentación sí tiene diferencia significativa en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Tabla 24

Prueba de hipótesis para el asentamiento en esquina (cm) de la cimentación en la urb. de San Luis

Zona	N.º Calicatas	Tipo de suelo	Asen. Esquina C. Corrido (cm)	Asen. Esquina C. Cuadrado (cm)	Diferencia	Prom. (d)	Desv. Stnd. (Sd)	n	G. L	N.Sig. (α)	t(1-α);(n-1) crítico	t. calculado	p. valor
A	15	GM	0.24	0.14	0.10								
B	3	SC	0.00	0.15	-0.15								
C	8	SM	0.32	0.17	0.15								
D	7	CL	0.31	0.00	0.31	0.09	0.17	5.00	4.00	0.10	1.533	1.246	0.1404
E	17	GC	0.23	0.17	0.06								
Total	50	-	-	-	-								

Nota. Elaboración propia. El contenido presentado ha sido desarrollado íntegramente por la autora/el autor, basado en análisis, interpretación y organización de la información para el presente estudio, garantizando la originalidad del trabajo

El valor de T es 1.25, que no se encuentra en la región de rechazo, por lo que se acepta la H₀.

H₀: El asentamiento en esquina como condición de la cimentación no presenta diferencia significativa en las cimentaciones superficiales de la urbanización San Luis, distrito de Abancay – Apurímac, 2023.

Interpretación: La diferencia entre las dos muestras emparejadas es de 0.11 cm, equivalente a una variación del 40.74%. Esto indica que los cimientos cuadrados (0.16 cm) presentan menor asentamiento en esquina que los cimientos corridos (0.27 cm), lo que sugiere que las cimentaciones corridas sufren mayores deformaciones debido a su mayor extensión y mayor contacto con el suelo.

Decisión general:

El análisis de zonificación geotécnica del suelo realizado con el propósito de determinar su capacidad de carga admisible influye directamente en el diseño de las cimentaciones superficiales en la urb. San Luis, distrito de Abancay – Apurímac (2023). La hipótesis general planteó evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, lo que permitió definir las condiciones óptimas para cimientos cuadrados y corridos, considerando la capacidad admisible, el tipo de suelo y su clasificación en cinco zonas geotécnicas (A, B, C, D y E) establecidas en la investigación.

VI. Conclusiones

Respecto al problema específico PE-1

En el área de estudio se distinguieron cinco zonas geotécnicas, definidas según la capacidad portante y las características físicas del suelo:

Zona A (GM): Grava limosa con arena, estable hasta 3.00 m, con 6.13% de humedad, índice plástico de 3.61% y densidad seca de 1.82 Tn/m³.

Zona B (SC): Arena arcillosa con grava, estable hasta 3.00 m, humedad de 8.15%, índice plástico de 8.52% y densidad seca de 1.74 Tn/m³.

Zona C (SM): Arena limosa con grava, sin indicios de colapso hasta 3.00 m, humedad de 17.91%, índice plástico de 6.30% y densidad seca de 1.59 Tn/m³.

Zona D (CL): Arcilla orgánica de baja plasticidad, estable hasta 3.00 m, humedad de 16.18%, índice plástico de 9.98% y densidad seca de 1.68 Tn/m³.

Zona E (GC): Grava arcillosa con arena, sin señales de colapsabilidad hasta 3.00 m, humedad de 7.14%, índice plástico de 8.79% y densidad seca de 1.79 Tn/m³.

El análisis de estas zonas permitió caracterizar la capacidad portante y el comportamiento mecánico del suelo, información esencial para planificar y diseñar de manera adecuada las cimentaciones superficiales en la urb. San Luis.

Respecto al problema específico PE-2

Se evaluaron los parámetros de resistencia al corte del suelo para determinar el ángulo de fricción interna y la cohesión en cinco zonas geotécnicas de la urb. San Luis, obteniéndose los siguientes resultados:

Zona A (GM): Ángulo de fricción de 23.43° y cohesión de 0.11 Kg/cm^2 , abarcando el 30% del área. Suelo estable hasta los 3.00 m sin riesgo de colapso.

Zona B (SC): Ángulo de fricción de 21.56° y cohesión de 0.20 Kg/cm^2 , cubriendo el 6% del área. Mantiene estabilidad hasta los 3.00 m.

Zona C (SM): Ángulo de fricción de 22.67° y cohesión de 0.09 Kg/cm^2 , ocupando el 16% del área. Sin evidencias de colapsabilidad hasta los 3.00 m.

Zona D (CL): Ángulo de fricción de 16.01° y cohesión de 1.93 Kg/cm^2 , correspondiente al 14% del área. Suelo estable hasta los 3.00 m.

Zona E (GC): Ángulo de fricción de 21.68° y cohesión de 0.27 Kg/cm^2 , representando el 34% del área. Sin indicios de colapso hasta los 3.00 m.

Estos resultados permiten caracterizar el comportamiento mecánico del suelo, siendo esenciales para estimar su capacidad portante y definir el tipo de cimentación superficial más adecuado para el área de estudio.

Respecto al problema específico PE-3

Se determinaron las condiciones de cimentación considerando la capacidad admisible del suelo y la geometría de las zapatas, obteniéndose los siguientes resultados:

Cimentación cuadrada (CQ):

Ubicada en suelos GM y SC, representando el 38% del área de estudio.

Capacidad admisible de 1.41 Kg/cm², profundidad de desplante de 0.93 m y base efectiva de 1.00 m.

Asentamientos de 0.32 cm en el centro y 0.16 cm en las esquinas.

Cimentación corrida (CC):

Asociada a suelos GC, CL y SM, cubriendo el 62% del área analizada.

Capacidad admisible de 2.02 Kg/cm², profundidad de desplante de 2.45 m y base efectiva de 1.36 m.

Asentamientos de 0.55 cm en el centro y 0.27 cm en las esquinas.

Estos resultados permiten definir los tipos de cimentación superficial más apropiados para cada zona geotécnica de la urb. San Luis, asegurando la estabilidad del terreno y la seguridad estructural frente a las cargas de las edificaciones proyectadas.

Respecto al problema específico PG

Determinar las condiciones óptimas de cimentación y su configuración geométrica se logró a partir del análisis integral de las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Los resultados mostraron la viabilidad de dos tipos principales de cimentación superficial: cuadrada, con un 38% de incidencia, y corrida, con un 62%.

La elección del tipo de cimentación debe basarse en el criterio técnico del diseñador estructural, considerando la capacidad portante del suelo, la magnitud y distribución de las cargas, así como lo dispuesto en la Norma E.050 “Suelos y Cimentaciones” y otras normas complementarias.

Asimismo, se recomienda que las decisiones de diseño incorporen los hallazgos de esta investigación para asegurar la estabilidad, seguridad y funcionalidad de las estructuras, optimizar el uso de recursos constructivos y promover la durabilidad y sostenibilidad de las edificaciones en la urb. San Luis.

VII. Recomendaciones

Respecto al OE-1

Los resultados del estudio de zonificación para cimentaciones superficiales son aplicables únicamente al área analizada y destacan la importancia de definir con precisión las zonas geotécnicas. Se identificaron cinco zonas diferenciadas según sus propiedades físicas, lo que permitió comprender el comportamiento del suelo y seleccionar el tipo de cimentación más adecuado. Esto asegura seguridad estructural, uso eficiente de recursos y sostenibilidad de las edificaciones, proporcionando una base técnica confiable para futuros proyectos en la urb. San Luis.

Respecto al OE-2

Se realizaron pruebas geotécnicas en la urb. San Luis para evaluar la capacidad del suelo y determinar el tipo de cimentación más adecuado. Se analizaron propiedades como cohesión, ángulo de fricción, densidad seca y humedad, complementadas con ensayos granulométricos y de corte directo. Los resultados permitieron definir la capacidad de carga admisible, garantizando seguridad estructural, confiabilidad y durabilidad, respaldadas por la NTE.050 “Suelos y Cimentaciones”.

Respecto al OE-3

Se sugiere ampliar el estudio mediante un análisis comparativo entre ensayos de laboratorio y de campo en la urb. San Luis. Además de los cortes directos, se recomienda incluir ensayos de consolidación, SPT y evaluación de pendientes. Estas pruebas permitirán conocer el comportamiento volumétrico del suelo, su resistencia a la penetración y posibles riesgos de inestabilidad, proporcionando una caracterización más completa del terreno y respaldando un diseño de cimentación más seguro y confiable.

Respecto al objetivo general OG

Se recomienda que la Municipalidad Provincial de Abancay utilice los resultados de esta tesis como insumo técnico en la planificación urbana de la urb. San Luis. La información sobre zonificación y condiciones geotécnicas permitirá optimizar los procesos constructivos y elegir adecuadamente las cimentaciones según el tipo de suelo. Además, se sugiere realizar estudios complementarios in situ (como ensayos SPT, de placa y de consolidación) para obtener datos más precisos sobre la capacidad portante y el comportamiento del terreno. Su aplicación contribuirá a un desarrollo urbano seguro, eficiente y sostenible.

VIII. Referencias

Altamirano Guerrero, A. R., & Casas Alvarado, J. M. (2022). *Zonificación de suelos para fines de cimentación del Centro Poblado de Nuevo Sacanche, distrito de Piscoyacu, región San Martín* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].

Repositorio institucional de la Universidad César Vallejo.

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/101831>

Ancajima, S. J., & Facundo, P. M. (2021). *Mapeo de los tipos de suelo en el cercado de Vice, distrito de Vice, provincia de Sechura, departamento de Piura* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura].

Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Piura.

<https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/3281/ICIV-ANC-FAC-2021.pdf>

Astocondor Peñarrieta, P. D. (2020). *Estudio de zonificación de los suelos para fines de cimentación superficial del sector Pómape del distrito de Monsefú – Chiclayo* [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres].

Repositorio institucional de la Universidad de San Martín de Porres.

<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/7468>

Castro Casas, A. A., & Chanamé Gómez, J. P. (2021). *Estudio de zonificación de suelos para el diseño de cimentaciones superficiales en el sector Lagunas I y II, distrito de Santa Rosa, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].

Repositorio institucional de la Universidad Privada Antenor Orrego.

- Condori Lima, E. C. (2021). *Zonificación geotécnica para el diseño de cimentación superficial en la urbanización Villa Los Triunfadores, Caracoto – Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].
- Córdova Quiñones, L. J., & Sánchez Abanto, J. M. (2019). *Zonificación geotécnica de los suelos de asentamiento urbano con fines de cimentación en el distrito de Samanco, provincia del Santa, departamento de Áncash* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo].
- Díaz, A. V., & Foncea Navarro, C. (2018). *Caracterización geotécnica y tentativa de zonificación de los suelos de Punta Arenas* [Tesis de pregrado, Universidad de Chile].
Repositorio institucional de la Universidad de Chile.
<http://vu2018.admin.hosting.ing.udec.cl/descargas/14.pdf>
- Fernández Polo, J. B. (2023). *Zonificación de suelos para el diseño de cimentaciones superficiales en el sector Choc Choc, distrito de Moche, Trujillo, La Libertad* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].
Repositorio institucional de la Universidad Privada Antenor Orrego.
<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/10152>
- Gambini Zelada, J. A. (2021). *Estabilización de la subrasante con cloruro de sodio en el Sector 24 La Villa de Huacariz – Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Ibarra, K. A. (2019). *Caracterización geotécnica de un sector de la ciudad de Neuquén* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Comahue].
<https://1library.co/document/y654vxoz-caracterizacion-geotecnica-sector-ciudad-neuquen.html>

Masís Flores, D. E. (2017). *Zonificación y caracterización geotécnica de los suelos de la sede central del Instituto Tecnológico de Costa Rica* [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica].

Repositorio institucional del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/7275>

Melgarejo Paulino, L. A., & Reyes de la Cruz, E. S. (2022). *Estudio de las propiedades físico-mecánicas del suelo con adición de cloruro de sodio en la calle Antival, Supe, Barranca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión].

Ojanama Sangama, S. R., & García Córdova, C. S. (2018). *Microzonificación del suelo para uso de cimentaciones superficiales en los barrios San Juan, Tangumi y La Victoria del distrito de Soritor* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín].

Repositorio institucional de la Universidad Nacional de San Martín.

[https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3827/1/CIVIL%20-](https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3827/1/CIVIL%20-%20Segundo%20Robinson%20Ojanama%20Sangama%20%26%20Simeon%20Garcia%20Cordova.pdf)

[%20Segundo%20Robinson%20Ojanama%20Sangama%20%26%20Simeon%20Garcia%20Cordova.pdf](https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3827/1/CIVIL%20-%20Segundo%20Robinson%20Ojanama%20Sangama%20%26%20Simeon%20Garcia%20Cordova.pdf)

Pacheco, O. V., Cadena, C. G., Ortega, S. E., & Vanegas, P. A. (2021). *Zonificación geotécnica de los suelos de la ciudad de Valledupar mediante la utilización de un SIG* [Artículo científico, Universidad de Santander].

Revista científica.

<https://www.redalyc.org/journal/6078/607868325009/html/>

Ponce, T. A., & Carraza, M. I. (2017). *Estudio de zonificación geotécnica en el sector III del centro poblado El Milagro para el diseño de cimentaciones superficiales* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego].

Repositorio institucional de la Universidad Privada Antenor Orrego.

<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/3559>

Ramírez, A. A., Guanuchi Orellana, L. M., Cahuana Tapia, R. D., Vera Trevez, R., &

Holgado Tisoc, J. (2023). *Métodos de investigación científica* [Libro, Universidad Nacional Federico Villarreal].

INUDI-PERÚ.

<https://doi.org/10.35622/inudi.b.094>

Sampieri, R. H. (2016). *Metodología de la investigación* [Libro, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].

McGraw-Hill.

Sánchez, A. I. (2019). *Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas unifamiliares en el Centro Poblado de Huamanmarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú].

Solorio & Vásquez. (2017). *Zonificación geotécnica superficial de la ciudad de Uruapan, Michoacán* [Tesis de pregrado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo].

Tucto, H. F. (2022). *Estabilización de suelos con cloruro de sodio y cemento Portland en la carretera departamental HU-108 tramo Aeropuerto – Conchumayo – Churubamba, Huánuco* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán].

/RV DQH[RV SDQHO IRWRJUiILFR \ RWURV GRFXPHQWRV HVWiQ UHVJ
HQ OD %LEOLRW HFD &HQWUDO GH OD 8QLYHUVLGDG 7HFQROYJLFD G