



ARTÍCULO ORIGINAL

Microzonificación de suelos para cimentación estable de viviendas unifamiliares en el barrio Santa Rosa del distrito de Lircay-Huancavelica

Soil microzoning for stable foundations of single-family homes in the Santa Rosa neighborhood of the Lircay-Huancavelica district

• Enrique Camac¹ • Freddy Matamoros² • Diego De la Cruz³ • Jhon Fano⁴

¹Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

Correo electrónico: enrique.camac@unh.edu.pe

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2308-0181>

²Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

Correo electrónico: freddy.matamoros@unh.edu.pe

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6689-5033>

³Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

⁴Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú.

Recibido: 22 Setiembre del 2022 / **Revisado:** 03 Octubre del 2022 / **Aprobado:** 01 Diciembre del 2022 / **Publicado:** 06 Enero del 2023

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo, elaborar la microzonificación de suelos para la cimentación estable de viviendas unifamiliares en el distrito de Lircay del departamento de Huancavelica. El tipo de investigación de acuerdo al empleo en este trabajo fue la investigación aplicada; Se basó a un nivel descriptivo, de las propiedades físicas y mecánicas del suelo del barrio de Santa Rosa, dando como resultado la especificación de un mapa de microzonificación, y el diseño de una base más estable para una vivienda unifamiliar de 3 pisos. Conociendo los resultados de los diferentes ensayos realizados en el laboratorio se conoció las características físicas, mecánicas y la capacidad admisible del suelo de dicho lugar con la cual se zonificó en 3 zonas. La zona I una capacidad admisible de 1kg/cm². Para la zona II se determinó una capacidad admisible de 1.2 kg/cm². Y la zona III presenta una capacidad admisible de 1.57 kg/cm². En las 3 zonas se elaboró su mapa de zonificación. la zona I, la zona II, la zona III, respectivamente, existe los suelos; (Arena bien graduada con poca presencia de finos); (Arena limosa con presencia de finos); (Arena gravosa sin ningún fino). Finalmente se propuso una cimentación superficial adecuada y estable. La zona I las siguientes zapatas, central de (2x2x0.40), medianera de (2.10x1.30x0.40) y una esquinera de (1.60x1.60x0.40). Para la zona II las siguientes zapatas central de (1.70x1.70x0.40), medianera de (1.80x1.20x0.40) y una esquinera de (1.50x1.50x0.40). Y en la zona III las siguientes zapatas central de (1.50x1.50x0.40), medianera de (1.6x1x0.40) y una esquinera de (1.30x1.30x0.40).

Palabras clave: Estable; Capacidad, Planificación

ABSTRACT

The objective of this research work was to develop the Microzoning of soils for the stable foundation of single-family homes in the District of Lircay of the Department of Huancavelica. The type of research according to employment in this work was applied research; It was based on a descriptive level, of the physical and mechanical properties of the soil of the Santa Rosa neighborhood, resulting in the specification of a microzoning map, and the design of a more stable base for a 3-story single-family home. Knowing the results of the different tests carried out in the laboratory, the physical, mechanical characteristics and the admissible capacity of the soil of said place were known, with which it was zoned into 3 zones. Zone I an admissible capacity of 1kg/cm². For zone II, an admissible capacity of 1.2 kg/cm² was determined. And zone III has an admissible capacity of 1.57 kg/cm². In the 3 zones, their zoning map was prepared. zone I, zone II, zone III, respectively, there are soils; (Well graded sand with little presence of fines); (Silty sand with presence of fines); (Gracious sand without any fines). Finally, an adequate and stable superficial foundation was proposed. Zone I the following footings, central (2x2x0.40), median (2.10x1.30x0.40) and a corner (1.60x1.60x0.40). For zone II the following central footings of (1.70x1.70x0.40), median of (1.80x1.20x0.40) and a corner of (1.50x1.50x0.40). And in zone III the following central footings of (1.50x1.50x0.40), median of (1.6x1x0.40) and a corner of (1.30x1.30x0.40)

Keywords: Stable; Ability; Planning

1. INTRODUCCIÓN

En el distrito de Lircay, en el sector Sullac del barrio de Santa Rosa, existe un aumento progresivo en la construcción de viviendas unifamiliares, dichas edificaciones se están realizando sin tener conocimiento sobre el tipo de suelo que sirve de base para las cimentaciones de las viviendas, por lo cual se decidió hacer una investigación; “Microzonificación de suelos para la cimentación estable de viviendas unifamiliares en el Barrio de Santa Rosa Distrito de Lircay-Huancavelica” para poderles brindar algunos alcances sobre las características físicas y mecánicas del suelo y su capacidad admisible, con el cual se pretende reducir el riesgo de las viviendas a sufrir fallas en los cimientos debido al sub suelo.

“Zonificación geotécnica preliminar del casco urbano del municipio de barrancabermeja, santander”, donde se concluyó que la zonificación por caracterización geotécnica se utiliza para evaluar el comportamiento de las diferentes zonas de la ciudad de Barrancabermeja. Se clasificaron 5 zonas basadas en propiedades mecánicas y la ubicación del nivel freático. Las zonas más vulnerables son la A y C, que se desarrollan en suelos blandos y tienen niveles freáticos superficiales. Estas zonas están ubicadas en la parte noroccidental, oriente y sur de la ciudad. La zona occidental está compuesta por depósitos de terrazas del río Magdalena (Lopez & Robayo, 2007).

“Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del anexo Lucmacucho alto - sector Lucmacucho, distrito de Cajamarca”, la hipótesis de la investigación sobre el suelo en el Anexo Lucmacucho Alto ha sido demostrada, ya que su zonificación se encuentra en un rango de 0.15 Kg/cm² a 2.1 Kg/cm². A una profundidad de 1.50 m, el suelo se compone de diferentes tipos, como limo arenoso, arcilla ligera arenosa, arena limosa, entre otros. La capacidad portante admisible de diseño se obtuvo mediante la evaluación de la granulometría, límites de Atterberg, proctor, peso específico y contenido de humedad. La zonificación se divide en 4 zonas, con capacidades portantes admisibles de diseño que varían de 0 a 2.5 kg/cm² (Briones & Irigoín, 2015).

“Microzonificación geotécnica sísmica del distrito de independencia-lima”, los resultados de los estudios geológicos y geotécnicos realizados en el distrito de Independencia indican que existen diferentes grados de peligrosidad debido a fenómenos de geodinámica externa como deslizamientos, derrumbes, flujos de material detrítico, huaycos, entre otros, que podrían

activarse en caso de fuertes precipitaciones o sismos. Además, se ha identificado que la zona está dividida en cuatro zonas con características geológicas y topográficas diferentes. Se estimó la capacidad de carga admisible de la cimentación y se recomienda utilizar diferentes tipos de cemento en función del nivel de ataque que presente el suelo. También se llevaron a cabo ensayos de vibración ambiental para establecer las estratigrafías características del distrito y las zonas de vibración favorables para la construcción de edificaciones (Delgadillo, 2014).

El objetivo de esta investigación se basa en realizar la microzonificación de suelos para la cimentación estable de las viviendas de dicho barrio, viendo la problemática sobre las construcciones que se vienen realizando se indago y se constató que efectivamente dicho sector no cuenta con ningún tipo de estudio de suelos y por ende no cuenta con una zonificación. Por tal motivo se empleó el Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS) y conjuntamente la obtención de la capacidad admisible del suelo para una vivienda unifamiliar de 3 niveles. finalmente, esta tesis de investigación ayudará a toda la población en general del Barrio de santa rosa, a tener una microzonificación con las características de los suelos conocidos, y con ello contratar la ayuda de un profesional conocedor del tema para poder construir los cimientos de sus viviendas más estables y resistentes, teniendo en conocimiento que los cimientos de las viviendas serán diferentes para cada zona de acuerdo a los cálculos realizados.

Dicho estudio justifica debido a que los cimientos de las viviendas se vienen construyendo sin tener conocimiento alguno sobre el tipo de suelo que sirve de soporte a los cimientos de sus viviendas, se observó que actualmente en el Berrio de Santa Rosa no cuenta con un estudio de suelos que les garantice la adecuada construcción de los cimientos de sus viviendas, siendo este estudio el más importante a la hora de construir, por tal motivo se tomó la decisión y se realizó el estudio adecuado que dicho barrio lo necesitaba.

Todos los procedimientos para dicho estudio se realizaron respetando adecuadamente los reglamentos ya existentes de nuestro país como son la E020 (cargas); EO60 (concreto armado); E050 (suelos); etc.

En tal estudio se clasifico al barrio de Santa Rosa por zonas, encontrando 3 zonas que se les dará a conocer los dimensionamientos finales y los diseños de las zapatas de acuerdo a la zona perteneciente; así los ciudadanos de dicho barrio podrán construir con más seguridad sus viviendas

y mitigar los desastres de asentamiento de las viviendas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Así mismo la investigación es de ámbito transversal debido a que la investigación se ha realizado en un corto tiempo La investigación está ubicada en la región de Huancavelica, Provincia de Angaraes, Distrito de Lircay en el Barrio de Santa Rosa en el sector Sullac, ya que se estudiará para Elaborar La microzonificación de suelos para la cimentación estable de viviendas unifamiliares en el barrio Santa Rosa del distrito de Lircay-Huancavelica

El tipo de investigación de acuerdo al fin que persigue: aplicada; porque ya existe enfoques teóricos a cerca de las variables. así mismo aplicada, debido a que con los resultados de esta investigación los pobladores del barrio de santa rosa, harán uso de ello para contratar a un profesional quien con dicha información diseñara los cimientos más estables y resistentes de las viviendas unifamiliares de 3 niveles.

Así como también se utiliza el tipo sustantivo: Descriptivo-explicativo, que nos permitirá describir las variables y por ende nos ayudará a la explicación de dichas variables, para el mejor entendimiento del problema de investigación.

El nivel de investigación en este presente estudio arribo hasta un nivel descriptivo, se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad. tiene como objetivo la descripción de los fenómenos a investigar tal como es y cómo se manifiesta en el momento (presente) de realizarse el estudio y utiliza la observación como método descriptivo buscando especificar las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones o componentes. Esta investigación se basa en realizar una descripción sobre las características físicas y mecánicas de los suelos del sector Sullac del Barrio de santa rosa, con tal resultado se está planteando la elaboración de un mapa de microzonificación, y por último se está proponiendo un diseño de una cimentación

más estable para las viviendas unifamiliares de 3 niveles. Por ende, esta investigación se clasifica en un nivel descriptivo.

La población está formada por el Barrio de Santa Rosa – Lircay - Angaraes – Huancavelica. Tiene un área de 12 ha. “conjunto finito o infinito de elementos con características comunes, para los cuales serán extensivas en las conclusiones de la investigación. Esta queda limitada por el problema y por los objetivos del estudio". (Arias, 2006, p. 81).

La población y la muestra son únicas debido a que la investigación se realizara en un lugar específico que es en el sector Sullac del Barrio de Santa Rosa – Lircay - Angaraes – Huancavelica 2021.

La muestra para la siguiente investigación es no probabilística y está calculada por la siguiente formula:

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

Donde:

N = Total de la población = 12 ha.

Z= 1.96 al cuadrado (si la seguridad es del 95%)

p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05)

q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95)

d = precisión (en su investigación use un 5%).

$$n = \frac{12 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{0.05^2 * (12 - 1) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95}$$

$$n = 6.50 \text{ ha}$$

Técnicas y procesamiento de análisis de datos que se usó en el trabajo de investigación, se usó la técnica de observación cuyo instrumento fue una ficha obtención de las muestras. Las muestras se obtuvieron realizando calicatas en toda la zona de estudio del sector Sullac en el Barrio de Santa Rosa - Lircay extrayendo un aproximado de 20 kg de muestra de cada calicata, los cuales fueron guardados en bolsas plásticas para conservar sus propiedades intactas y realizar los ensayos correspondientes en el laboratorio. Las calicatas se excavaron a profundidad recomendable para una vivienda unifamiliar. profundidad de las calicatas.

Tabla 1

Profundidad de las calicatas

Calicatas	Profundidad de excavación
C - 01	0.00 – 1.50
C - 02	0.00 – 1.50
C - 03	0.00 – 1.50
C - 04	0.00 – 1.50

C - 05	0.00 – 1.50
C - 06	0.00 – 1.50
C - 07	0.00 – 1.50
C - 08	0.00 – 1.50
C - 09	0.00 – 1.50
C - 10	0.00 – 1.50
C - 11	0.00 – 1.50
C - 12	0.00 – 1.50
C - 13	0.00 – 1.50
C - 14	0.00 – 1.50
C - 15	0.00 – 1.50
C - 16	0.00 – 1.50
C - 17	0.00 – 1.50
C - 18	0.00 – 1.50
C - 19	0.00 – 1.50
C - 20	0.00 – 1.50

Ensayos realizados en laboratorio.

Por análisis granulométrico de un árido se entiende a todo medio usado pudiendo ser este manual o mecánico por el cual se pueda separar las partículas del árido según sus tamaños, con la finalidad de que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta al peso total.

Materiales y equipos utilizados: Tamices estandarizados, Muestra seca, Recipientes, Maquina agitador, Balanza electrónica, Bandejas, cuarteador

Procedimientos del ensayo: Para este ensayo tomamos la muestra seca, que obtuvimos de las distintas calicatas y se pasamos a disgregarlo.

Se pone en la bandeja para pasar a cuartearlo seguidamente se escoge al azar cualquier de las cuatro partes debiendo ser 3 kg la cantidad a usar para este ensayo.

Pesamos la muestra escogida en conjunto, luego se hace el tamizado por los distintos tamices.

Posteriormente pesamos las muestras retenidas en los tamices para realizar la curva granulométrica.

Resultados obtenidos: Los siguientes resultados que se obtuvo en los ensayos de las distintas calicatas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2

Resultados del tamizaje de los suelos.

Calicatas	% que pasa por los diferentes tamices												
	3"	1 ½"	¾"	3/8"	#4	#8	#16	#20	#30	#40	#50	#100	#200
C - 01	100	88.328	76.953	59.643	48.07	38.03	32.095	27.248	24.182	21.956	20.819	17.604	16.467
C - 02	100	95.532	91.302	82.906	75.272	67.625	60.91	58.539	55.862	52.952	49.553	40.814	34.409
C - 03	100	88.328	76.953	59.643	48.07	38.03	32.095	27.248	24.182	21.956	20.819	17.604	16.467
C - 04	100	95.283	91.967	85.288	76.834	68.847	61.14	58.338	55.676	52.701	49.226	41.426	34.794
C - 05	100	88.328	76.953	59.643	48.07	38.03	32.095	27.248	24.182	21.956	20.819	17.604	16.467
C - 06	100	95.041	91.156	84.346	76.289	68.136	60.463	57.298	54.516	51.59	48.132	40.176	33.51
C - 07	100	95.369	91.069	84.831	76.467	68.67	61.298	58.746	55.674	52.366	49.105	40.552	33.605
C - 08	100	95.206	90.70	84.851	76.893	69.51	63.086	60.401	57.447	54.169	50.765	42.136	35.151
C - 09	100	100	89.944	75.10	61.134	51.158	43.337	37.591	33.281	30.168	27.295	25.459	21.868
C - 10	100	95.525	91.502	85.536	77.943	70.214	62.757	60.045	57.469	54.59	51.227	43.679	37.261
C - 11	100	88.328	76.953	59.643	48.07	38.03	32.095	27.248	24.182	21.956	20.819	17.604	16.467
C - 12	100	95.804	91.561	85.385	77.417	69.355	61.576	58.747	56.06	53.057	49.549	41.676	34.981
C - 13	100	95.304	91.082	84.82	76.851	98.739	60.912	58.066	55.362	52.34	48.811	40.889	34.153
C - 14	100	97.595	91.105	82.473	75.424	67.797	61.222	58.785	56.033	53.041	49.547	41.079	34.589
C - 15	100	97.439	94.827	89.869	84.79	79.928	76.29	74.544	73.455	71.658	69.56	25.554	21.656
C - 16	100	100	100	100	100	100	100	86.03	74.389	57.858	31.083	19.674	14.435
C - 17	100	100	97.082	92.275	84.636	74.078	63.778	50.387	39.572	27.383	19.027	9.615	5.752
C - 18	100	95.752	93.095	86.403	74.09	60.974	54.229	45.878	39.133	31.531	25.696	20.45	18.041
C - 19	100	100	94.313	83.413	78.152	71.28	65.545	59.289	53.839	49.194	44.834	41.689	39.526

C - 20	100	94.78	90.186	83.452	74.682	65.86	57.195	53.75	50.67	47.016	43.132	34.811	27.339
--------	-----	-------	--------	--------	--------	-------	--------	-------	-------	--------	--------	--------	--------

Análisis de contenido de humedad.

El contenido de humedad de un suelo se representa en porcentaje que existe entre, el peso de agua en una muestra de suelo, al peso de las partículas sólidas, siempre teniendo en cuenta los procedimientos que rigen la normativa.

Materiales y equipos utilizados: Balanza electrónica, Horno de secado eléctrico, Muestras inalteradas. Taras metálicas, Utensilios para la manipulación de las taras calientes después del secado, Materiales de escritorio para los anotes de datos.

Procedimientos del ensayo: Primero pesamos la tara a usar. Luego pesamos la tara más la muestra húmeda como mínimo 3 muestras.

Posteriormente procedemos a meter las taras al horno para el secado por 24 horas a 100°C.

Finalmente extraemos las muestras del horno y las pesamos las 3 muestras obteniendo el peso promedio.

Resultados obtenidos: Los siguientes resultados que se obtuvo en los ensayos de las distintas calicatas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3

Resultados de los contenidos de humedad

Calicatas	Contenido de humedad (%)	Calicatas	Contenido de humedad (%)
C - 01	15.258	C - 11	15.191
C - 02	23.599	C - 12	23.934
C - 03	15.191	C - 13	25.988
C - 04	23.625	C - 14	23.970
C - 05	14.191	C - 15	22.139
C - 06	25.354	C - 16	12.494
C - 07	25.763	C - 17	10.282
C - 08	25.813	C - 18	12.765
C - 09	13.673	C - 19	14.797
C - 10	20.940	C - 20	25.706

Análisis del límite líquido.

Se refiere a la cantidad de humedad que presenta un suelo y siempre va expresado en función al porcentaje del suelo bien seco, cuando éste se encuentra en el límite entre el estado plástico y el estado líquido.

La cantidad siempre deberá aproximarse al centésimo.

Materiales y equipos utilizados: Espátula, Acanalador, Horno eléctrico, Vertedor de agua, Balanza electrónica, Copa casa grande, Muestra que paso el tamiz N° 40.

Procedimientos del ensayo: Primero hacemos pasar la muestra seca por el tamiz N° 40 y se pone a saturar por 24 horas. Luego procedemos a colocarla en el aparato casa grande Para lo cual se usa 4 muestras distintas y los golpes son distintas para cada muestra (12,18,28,30).

Resultados obtenidos: El resultado logrado se muestra en la siguiente tabla de acuerdo a las calicatas exploradas también mencionar que los resultados se detallan minuciosamente a detalle.

Tabla 4

Resultados del ensayo de límite líquido de los suelos

Calicatas	Límite líquido (%)	Calicatas	Límite líquido (%)
C - 01	32.26	C - 11	32.25
C - 02	30.19	C - 12	30.19
C - 03	32.25	C - 13	30.19
C - 04	30.19	C - 14	30.19

C - 05	32.35	C - 15	30.19
C - 06	30.19	C - 16	31.05
C - 07	30.19	C - 17	29.16
C - 08	30.19	C - 18	22.61
C - 09	37.72	C - 19	28.82
C - 10	30.19	C - 20	30.19

Limite plástico.

Este procedimiento se entiende como la obtención en el laboratorio del límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo. Se dice límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la cual se pueden formar barritas de suelo de unos 3,2 mm de diámetro, dando rodadas con la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), hasta que dicha barrita no se desintegre.

Materiales y equipos utilizados

Placa de vidrio para el rodaje, Horno eléctrico, Vertedor de agua, Balanza electrónica, Recipientes para almacenaje, Tamiz N° 40, Espátula flexible.

Procedimientos del ensayo

Usaremos la muestra seca y tamizada en la malla N° 40 que usamos anteriormente en la obtención del ensayo de límite líquido.

Después arbitrariamente se designa como el contenido de humedad más bajo al suelo que pueda ser rodado en hilos de 3.2 mm. (1/8 pulg) sin que dichas barritas lleguen a desintegrarse.

Se debe de repetir con varias muestras respetando con los procedimientos de las normativas.

Resultados obtenidos

El resultado logrado se muestra en la siguiente tabla de acuerdo a las calicatas exploradas también mencionar que los resultados se detallan tal como arrojan del laboratorio.

Tabla 5

Resultados del ensayo de límite plástico

Calicatas	Limite plástico (%)	Calicatas	Limite plástico (%)
C - 01	21.30	C - 11	21.30
C - 02	32.30	C - 12	29.60
C - 03	21.30	C - 13	41.50
C - 04	32.80	C - 14	20.10
C - 05	20.80	C - 15	49.10
C - 06	29.50	C - 16	22.00
C - 07	41.00	C - 17	26.90
C - 08	41.00	C - 18	16.50
C - 09	15.80	C - 19	26.40
C - 10	32.80	C - 20	50.60

Índice de plasticidad.

Se denomina índice de plasticidad a la propiedad que presentan algunos suelos de modificar su

consistencia (o, dicho de otra forma, su resistencia al corte) en función de la humedad.

Tabla 6

Resultados del ensayo de índice plástico

Calicatas	Índice plástico (%)	Calicatas	Índice plástico (%)
C - 01	11.00	C - 11	11.00
C - 02	NP	C - 12	0.55
C - 03	11.00	C - 13	NP
C - 04	NP	C - 14	10.06

C - 05	11.59	C - 15	NP
C - 06	0.65	C - 16	9.10
C - 07	NP	C - 17	2.30
C - 08	NP	C - 18	6.09
C - 09	21.93	C - 19	2.37
C - 10	NP	C - 20	NP

Clasificación de suelos.

Con los ensayos de granulometría ya podemos clasificar las muestras de suelos, según las

características los criterios de uso, mediante el sistema de clasificación S.U.C.S. Donde se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 7

Resultados del ensayo de clasificación de suelos

Calicatas	Tipos de suelos	Símbolo	Descripción
C - 01	Suelo grueso	GC	Gravas arcillosas, mezcla gravo – arena – arcillosa
C - 02	Suelos grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ninguno fino
C - 03	Suelo grueso	GC	Gravas arcillosas, mezcla gravo – arena – arcillosa
C - 04	Suelo grueso arena	SW	Gravas arcillosas, mezcla gravo – arena – arcillosa
C - 05	Suelo grueso	GC	Gravas arcillosas, mezcla gravo – arena – arcillosa
C - 06	Suelo grueso arena	SW	Gravas arcillosas, mezcla gravo – arena – arcillosa
C - 07	Suelo grueso arena	SW	Gravas arcillosas, mezcla gravo – arena – arcillosa
C - 08	Suelo grueso arena	SW	Gravas arcillosas, mezcla gravo – arena – arcillosa
C - 09	Suelo grueso	GC	Arenas bien graduadas, arenas gravosas, poco o ningún fino
C - 10	Suelo grueso arena	SW	Arenas arcillosas, mezcla gravo – areno – arcillosas
C - 11	Suelo grueso	GC	Gravas arcillosas, mezcla gravo – arena - arcillosas
C - 12	Suelo grueso arena	SW	Gravas arcillosas, mezcla gravo – arena - arcillosas
C - 13	Suelo grueso arena	SW	Gravas arcillosas, mezcla gravo – arena - arcillosas
C - 14	Suelo grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ninguno fino
C - 15	Suelo grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ninguno fino
C - 16	Suelo grueso	GC	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ninguno fino
C - 17	Suelo grueso	GC	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ninguno fino
C - 18	Suelo grueso	GC	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ninguno fino
C - 19	Suelo grueso	GC	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ninguno fino
C - 20	Suelo grueso arena	SW	Arenas arcillosas, mezcla gravo – areno – arcillosas

Ensayo de corte directo.

El objeto de dicho ensayo es determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo debidamente consolidada y drenada, haciendo uso del método del corte directo.

Esta prueba se realiza a cualquier tipo de suelo, pero siempre teniendo en cuenta que las muestras tienen que ser inalteradas.

Materiales y equipos utilizados: Caja de corte, Aparato de corte, Cubierta para la caja de corte, Marcador de desplazamiento horizontal, Aparato compactador de muestras, Balanza electrónica, Cronometro.

Procedimientos del ensayo: Se usa muestras inalteradas, que se hayan conservado en las bolsas plásticas para no perder sus características.

Procedemos a la compactar la muestra, la compactación debe hacerse con las condiciones de

humedad y peso unitario deseados. Se puede efectuar directamente en el dispositivo de corte, en un molde de dimensiones iguales a las del dispositivo de corte o en un molde mayor para recortarlas

Durante el proceso de la consolidación deben registrarse las lecturas de deformación normal, en tiempos apropiados, antes de aplicar un nuevo incremento de la fuerza, prosiguiendo las normas NTP 339.171. Esfuerzo cortante sobre la muestra.

Resultados obtenidos: El resultado logrado se muestra en la siguiente tabla de acuerdo a las calicatas exploradas también mencionar que los resultados se detallan con cálculos reales y fiables.

Tabla 8

Resultados del ensayo de corte directo

Calicatas	Angulo de fricción	Cohesión (kg/cm ²)	Carga admisible (kg/cm ²)	Profundidad (m)
C - 01	23.22°	0.17	1.15	1.50
C - 02	25.52°	0.07	1.57	1.50
C - 03	23.20°	0.17	1.13	1.50
C - 04	22.74°	0.15	1.00	1.50
C - 05	22.64°	0.15	1.11	1.50
C - 06	22.41°	0.17	1.00	1.50
C - 07	22.71°	0.14	1.02	1.50
C - 08	22.57°	0.14	1.02	1.50
C - 09	23.51°	0.13	1.20	1.50
C - 10	22.84°	0.13	1.04	1.50
C - 11	23.20°	0.17	1.13	1.50
C - 12	22.74°	0.12	1.02	1.50
C - 13	22.81°	0.12	1.04	1.50
C - 14	27.62°	0.34	2.11	1.50
C - 15	26.61°	0.13	1.72	1.50
C - 16	23.78°	0.15	1.27	1.50
C - 17	24.06°	0.12	1.31	1.50
C - 18	24.63°	0.10	1.35	1.50
C - 19	23.81	0.12	1.25	1.50
C - 20	22.76°	0.15	1.05	1.50

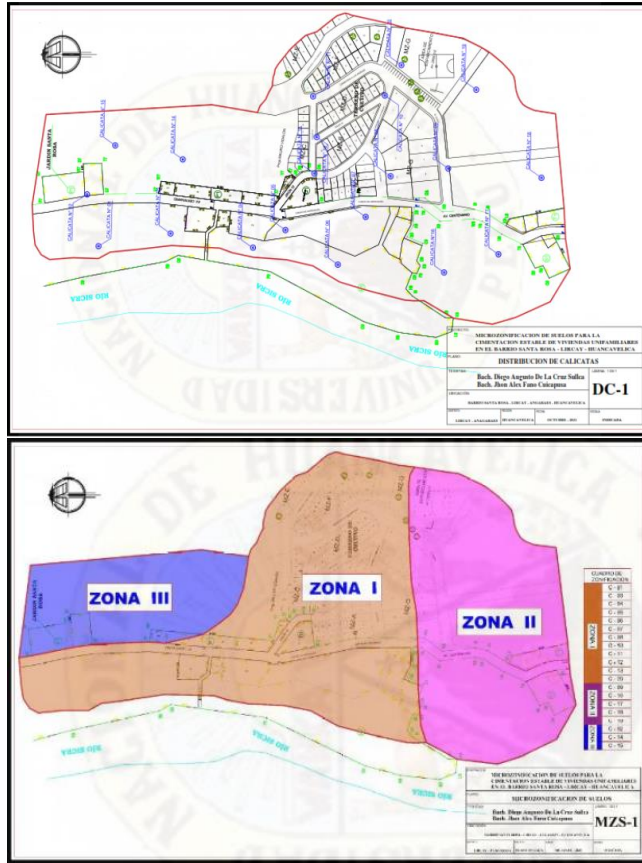
Microzonificación de suelos.

A continuación, presentamos la microzonificación de los diferentes suelos del sector Sullac del Barrio de Santa Rosa - Lircay - Angaraes - Huancavelica, según los resultados obtenidos en los diferentes procedimientos de cada ensayo realizado en laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Lircay de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Con la microzonificación obtenemos el resultado de los distintos tipos de suelos que existentes a profundidad variable como en la excavación de las calicatas, así como también la determinación y la distribución de estos suelos en toda el área del sector Sullac del Barrio de Santa Rosa, con los resultados obtenidos de las características de los suelos, se delimitaron las zonas agrupando en ellas las áreas con similares características de los suelos que lo conforman. Se ha considerado tres microzonas las cuales son denotadas en la siguiente figura.

Figura 1

Datos finales en cada zona obtenidos y promediados sobre los diferentes ensayos realizados en el sector Sullac del Barrio de Santa Rosa – Lircay - Angaraes – Huancavelica



3. RESULTADOS

A continuación, se presenta los resultados finales que se obtuvieron tanto en el laboratorio como también los resultados de los cálculos de diseño

que se hizo a la vivienda de 3 niveles planteada en esta investigación.

Los resultados de los ensayos de laboratorio según las calicatas son denotados en la siguiente tabla.

Tabla 10

Resultados del laboratorio según las calicatas

Calicatas	Símbolo	Descripción	Capacidad admisible (kg/cm ²)	Zona
C - 01	GC	Gravas arcillosas, mezcla gravo - arena - arcillosa	1.15	ZONA I (1.00-1.15)
C - 03	SW	Arena bien graduada con poca presencia de finos	1.13	
C - 04	GC	Gravas arcillosas, mezcla gravo - areno - arcillosas	1.00	

C - 05	SW	Arena bien graduada con poca presencia de finos	1.11	
C - 06	SW	Gravas arcillosas, mezcla gravo - areno - arcillosas	1.00	
C - 07	SW	Arena bien graduada con poca presencia de finos	1.02	
C - 08	SW	Gravas arcillosas, mezcla gravo - arena - arcillosas	1.02	
C - 10	SW	Arenas arcillosas, mezcla gravo - areno - arcillosas	1.04	
C - 11	SW	Arena bien graduada con poca presencia de finos	1.13	
C - 12	SW	Gravas arcillosas, mezcla gravo - arena - arcillosas	1.02	
C - 13	SW	Arena bien graduada con poca presencia de finos	1.04	
C - 20	SW	Arena bien graduada con poca presencia de finos	1.05	
C - 09	SW	Arenas bien graduadas, arenas gravosas, con finos	1.20	
C - 16	SW	arenas gravosas, poco o ningún fino	1.27	
C - 17	SW	Arenas bien graduadas, arenas gravosas, con finos	1.31	ZONA II (1.20-1.35)
C - 18	SW	Arenas bien graduadas, arenas gravosas, con finos	1.35	
C - 19	SW	arenas gravosas, poco o ningún fino	1.25	
C - 02	GC	Arena gravosa, sin ningún fino	1.57	ZONA III (1.57-2.11)
C - 14	SW	Arenas gravosas, poco o	2.11	
C - 15	GC	Arena gravosa, sin ningún fino	1.72	

Los resultados finales de datos obtenidos en los ensayos de laboratorio según la zonificación son presentados en la siguiente tabla.

Tabla 11

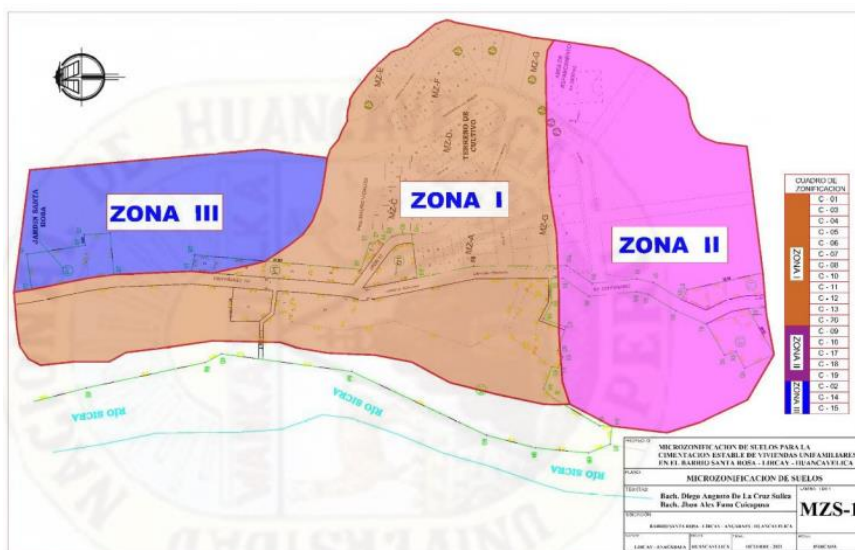
Resultados del laboratorio por zonas

Microzonificación de suelos para el barrio de Santa rosa -Lircay - Huanca velica			
Datos de laboratorio	Zona - I	Zona - II	Zona - III

Capacidad portante (kg/cm ²)	1.00	120	1.57	
Profundidad (m)	1.50	1.50	1.50	
Clasificación S.U.C.S	SW - GC	SW	SW	
Cohesion (kg/cm ²)	0.14	0.12	0.16	
Contenido de humedad (%)	21.17	1531	12.14	
Limites de Atterberg	LL (%)	32.23	25.32	30.19
	LP(%)	23.60	1826	20.10
	IP (%)	4.26	3.26	1000
Angulo de fricción	22.41°	23.81°	25.52°	

Figura 2

Mapa de la zonificación del sector Sullac



El cuadro de resumen de dimensiones finales de las zapatas por zona esta denotado en la siguiente tabla.

Tabla 12

Resultados de las dimensiones finales de las zapatas

Zonas	Dimensiones = Largo x Ancho x Altura		
	Zapatas centrales (Z -2)	Zapatas medianeras (Z -3)	Zapatas esquineras (Z -1)

Zona - I	2.0X2.0X0.40	2.10X1.30X0.40	1.60X1.60X0.40
Distribución de aceros	$A = 9 \phi \frac{1}{2} @ 0.22 m$	$A = 10 \phi \frac{1}{2} @ 0.22 m$	$A = 8 \phi \frac{1}{2} @ 0.21 m$
	$B = 9 \phi \frac{1}{2} @ 0.22 m$	$B = 6 \phi \frac{1}{2} @ 0.23 m$	$B = 8 \phi \frac{1}{2} @ 0.21 m$
Zona II	1.70X1.70X0.40	1.80X1.20X0.40	1.50X1.50X0.40
Distribución de aceros	$A = 8 \phi \frac{1}{2} @ 0.22 m$	$A = 8 \phi \frac{1}{2} @ 0.24 m$	$A = 7 \phi \frac{1}{2} @ 0.23 m$
	$B = 8 \phi \frac{1}{2} @ 0.22 m$	$B = 6 \phi \frac{1}{2} @ 0.21 m$	$B = 7 \phi \frac{1}{2} @ 0.23 m$
Zona - III	1.50X1.50X0.40	1.60X1.0X0.40	1.30X1.30X0.40
Distribución de aceros	$A = 7 \phi \frac{1}{2} @ 0.22 m$	$A = 8 \phi \frac{1}{2} @ 0.21 m$	$A = 6 \phi \frac{1}{2} @ 0.23 m$
	$B = 7 \phi \frac{1}{2} @ 0.22 m$	$B = 5 \phi \frac{1}{2} @ 0.21 m$	$B = 6 \phi \frac{1}{2} @ 0.23 m$

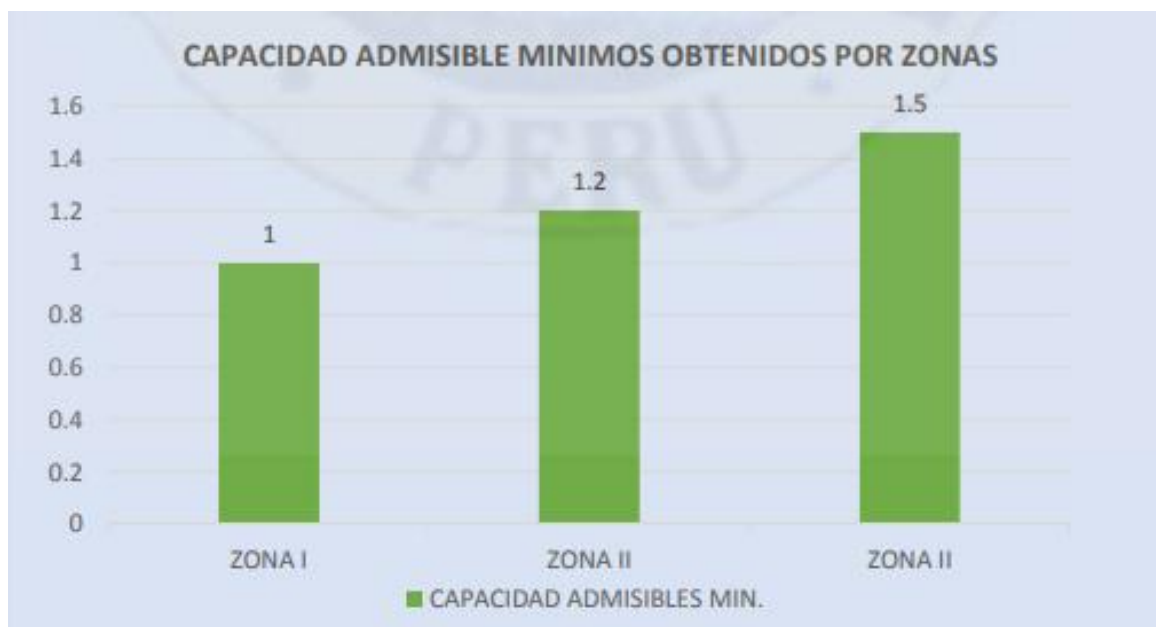
Tabla 13

Valores medios para diversas clases de terreno (Terzaghi)

Tipo de terreno	Capacidad Portante (kg/cm ²)	Compresibilidad (kg/cm ²)	Densidad (kg/cm ²)	Angulo de reposo
1	Materia orgánica húmeda	
1a	Compacta con arena fina	0.5 a 1.0	0.5 a 1.0	600 a 1100
2a	Suelo arable Compacto	1.5 a 2.5	1.0 a 2.5	650 a 1100
2b	Con alguna arena y graba		1.0 a 2.0	1400 a 1600
3a	Arena fina Húmeda	0.0 a 1.5	1.0 a 2.0	1800 a 2000
3b	seca	2.5 a 3.0	4.0 a 6.0	1400 a 1600
4a	Terreno arcilloso Encharcado	0.5 a 1.0	2.0 a 3.0	1900
4b	Húmedo	1.5 a 2.5	2.5 a 3.5	1800
4c	Seco	3.0 a 5.0	3.0 a 6.0	1700 a 1800
4d	Muy seco	5.0 a 6.0	4.0 a 8.0	1800 a 1900
5a	Tierra/arena/fango Con pocas piedras	1.0 a 3.0	5.0 a 8.0	1700 a 1800
5b	Con muchas piedras	2.0 a 4.0	8.0 a 10.0	1700 a 1800
6a	Gravas Fina con arena fina	4.5 a 6.0	6.0 a 9.0	1700 a 1800
6b	Media con arena fina	3.0 a 7.0	9.0 a 11.0	1700 a 1800
6c	Media con arena gruesa	4.0 a 7.0	10.0 a 12.0	1700 a 1800
6d	Gruesa con mucha arena	5.0 a 8.0	11.0 a 12.0	1800 a 2000
6e	Gruesa con poca arena	6.0 a 8.0	12.0 a 16.0	1800 a 2000
6f	Gruesa muy compacta	7.0 a 9.0	16.0 a 20.0	1800 a 2000
7a	Rocas compactas o pocas fisuras	20 a 30		2200
7b	Compacta con muchas fisuras	15 a 20		2100
7c	Poco compactas con fisuras	10 a 15		1900
7d	Fragmentadas	6 a 10		1700
	Valores estimados de capacidad de carga	Kg/cm ²	Kg/cm ³	Kg/cm ⁴
				Ang. Sexag.

Figura 3

Comparación de valores de la capacidad admisible obtenida con el cuadro de terzagui



Para garantizar una cimentación estable la capacidad admisible mínimo del suelo debe ser mayor o igual a 0.5 kg/cm², según Terzaghi, entonces nuestros resultados obtenidos sobre la capacidad admisible de los suelos del sector Sullac en el Barrio de Santa Rosa – Lircay – Angaraes –

Huancavelica, está por encima del rango mínimo establecido para hacer una cimentación estable. Por lo cual la hipótesis alterna (Ha) es aceptable porque se demuestra que si se puede dar solución a una cimentación estable de una vivienda unifamiliar de tres niveles.

Tabla 14

Resumen general de los resultados obtenidos en el laboratorio.

Calicatas	Contenido de humedad (%)	Limite liquido (%)	Limite plástico (%)	Índice plástico (%)	Carga admisible (kg/cm ²)
C - 01	15.258	32.26	21.30	11.00	1.15
C -02	23.599	30.19	32.30	NP	1.57
C -03	15.191	32.25	21.30	11.00	1.13
C -04	23.625	30.19	32.80	NP	1.00
C -05	14.191	32.35	20.80	11.59	1.11
C -06	25.354	30.19	29.50	0.65	1.00
C -07	25.763	30.19	41.00	NP	1.02
C -08	25.813	30.19	41.00	NP	1.02
C -09	13.673	37.72	15.80	21.93	1.20
C -10	20.940	30.19	32.80	NP	1.04
C - 11	15.191	32.25	21.30	1 1.00	1.13
C -12	23.934	30.19	29.60	0.55	1.02
C -13	25.988	30.19	41.50	NP	1.04
C -14	23.970	30.19	20.10	10.06	2.11
C -15	22.139	30.19	49.10	NP	1.72
C -16	12.494	31.05	22.00	9.10	1.27
C -17	10.282	29.16	26.90	2.30	1.31
C -18	12.765	22.61	16.50	6.09	1.35
C -19	14.797	28.82	26.40	2.37	1.25
C -20	25.706	30.19	50.60	NP	1.05

Figura 4

Cantidad de calicatas realizadas por zonas



Según la tabla 13 se demuestra que con los datos de los ensayos realizados en el laboratorio si se puede determinar las características físicas,

mecánicas y la capacidad admisible. Por lo tanto, queda aceptada la hipótesis alterna (Ha).

Tabla 15

Características y nomenclatura de los suelos

Calicatas	Tipo de suelo	Símbolo	Descripción
C-01	Suelo grueso	GC	Gravas arcillosas. mezcla grabo - arena - arcillosa
C-02	Suelo grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ningún fino
C-03	Suelo grueso	GC	Gravas arcillosas. mezcla grabo - arena - arcillosa
C-04	Suelo grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ningún fino
C-05	Suelo grueso	GC	Gravas arcillosas. mezcla grabo - arena - arcillosa
C-06	Suelo grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ningún fino
C-07	Suelo grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ningún fino
C-08	Suelo grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ningún fino
C-09	Suelo grueso	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ningún fino
C-10	Suelo grueso	GC	Gravas arcillosas. mezcla grabo - arena - arcillosa
C-11	Suelo grueso	GC	Gravas arcillosas. mezcla grabo - arena - arcillosa

C-12	Suelo grueso	GC	Gravas arcillosas. mezcla grabo - arena - arcillosa
C-13	Suelo grueso	GC	Gravas arcillosas. mezcla grabo - arena - arcillosa
C-14	Suelo grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ningún fino
C-15	Suelo grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ningún fino
C-16	Suelo grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ningún fino
C-17	Suelo grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ningún fino
C-18	Suelo grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ningún fino
C-19	Suelo grueso arena	SW	Arena bien graduada, arena gravosa poco o ningún fino
C-20	Suelo grueso	GC	Gravas arcillosas. mezcla grabo - arena - arcillosa

Figura 5

Simbología de suelos por zonas



Para elaborar un mapa de microzonificación no basta solamente con conocer la clasificación de los suelos sino también conocer la capacidad

admisible del suelo, por tal motivo se acepta la hipótesis nula (H_0)

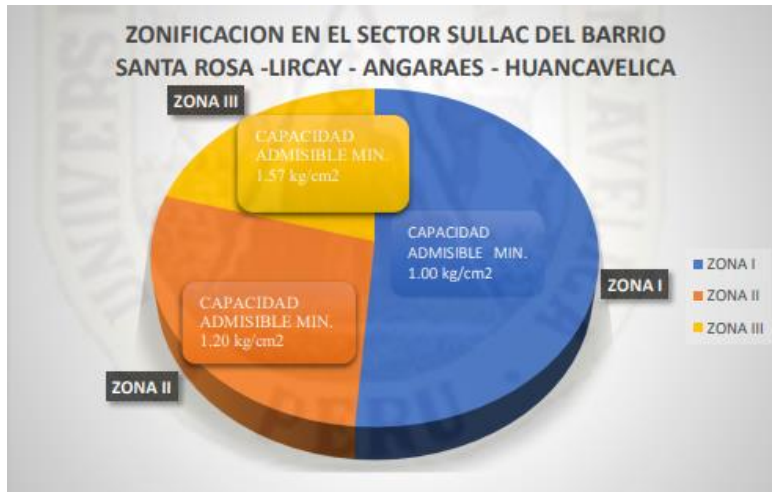
Tabla 15

Datos del laboratorio para poder zonificar

Microzonificación de Suelos para el barrio de Santa Rosa -Lircay - Huancavelica				
Datos de laboratorio		Zona - 1	Zona - 11	Zona - 111
Capacidad portante (kg/cm ²)		1.00	1.20	1.57
Profundidad (m)		1.50	1.50	1.50
Clasificación S.U.C.S		SW - GC	SW	SW
Cohesión (kg/cm ²)		0.14	0.12	0.16
Contenido de humedad (%)		21.17	15.31	12.14
Límites de Atterberg	LL (%)	32.23	25.32	30.19
	LP (%)	23.60	18.26	20.10
	IP (%)	4.26	3.26	10.00
Angulo de fricción		22.41°	23.81°	25.52°

Figura 6

Zonificación del Sector Sullac



Conociendo la microzonificación ver tabla 15 se observa que los datos son suficientes para poder diseñar una cimentación estable, ya que se conoce la capacidad admisible del suelo siendo este dato el más importante para el diseño. Por lo tanto, la hipótesis alterna (Ha) es aceptable.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos al realizar los diferentes ensayos en el laboratorio y así como también en gabinete, son los siguientes.

Según la tesis de investigación "Estudio de suelos para cimentaciones superficiales en edificaciones de 4 niveles en la ciudad de Lircay- Huancavelica", El Barrio de Santa Rosa predomina el tipo suelo Grava arcillosa (GC), suelos buenos para la construcción y de acuerdo a la clasificación SUCS son suelos Gravas limosas (GM), suelo bueno para la construcción, también se constató que los suelos en el sector Sullac del Barrio de Santa Rosa del Distrito de Lircay – Angaraes – Huancavelica, son suelos aptos para la construcción de viviendas y/o otras infraestructuras ya que los suelos del sector tienen una capacidad admisible mayores a 1.00 kg/cm².

A partir de este texto, podemos discutir sobre los siguientes temas:

- Clasificación de suelos para cimentaciones superficiales: Podemos hablar sobre la importancia de clasificar los suelos antes de iniciar la construcción de una edificación y cómo esto influye en la durabilidad y seguridad de la misma.
- Aptitud de los suelos para la construcción: El texto menciona que los suelos en el sector Sullac son aptos para la construcción, pero ¿qué criterios se utilizaron para determinar esto? ¿Qué se entiende por "capacidad

admisible"? ¿Por qué es importante para la construcción?

- Diferencias en los tipos de suelos: Se menciona que los suelos del Barrio de Santa Rosa son de dos tipos diferentes, ¿qué características tienen cada uno de ellos y cómo afectan a la construcción?

5. CONCLUSIÓN

La investigación en el sector Sullac del Barrio de Santa Rosa en 2021 tenía como objetivo principal elaborar la microzonificación de suelos para la cimentación estable de viviendas unifamiliares. Para ello, se establecieron tres objetivos específicos que consistieron en encontrar las características físicas y mecánicas de los suelos, clasificarlos y elaborar un mapa de zonificación, y proponer una cimentación adecuada para viviendas unifamiliares de 3 niveles. Los resultados de la investigación indican que los suelos del sector Sullac presentan diferentes capacidades admisibles, y se han identificado 3 zonas con características físicas y mecánicas distintas. A partir de estos resultados, se elaboró un mapa de zonificación y se propuso una cimentación adecuada para cada una de las tres zonas. Se recomienda que, antes de la construcción de viviendas en el sector Sullac, se realicen nuevos cálculos y diseños con la ayuda de un profesional conocedor del tema, especialmente si se opta por la construcción de viviendas con un número de niveles diferente a 3.

6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Acuña, V. P. (2006). *Zonificación y Uso del Suelo. Hatun Llaqta*, 20-22.

- Avilez, J. (2008). *Efectos de la interacción suelo estructura en edificios con planta baja blanda*. México: Sociedad Mexicana.
- Audefroy, J. (2003). *La problemática de los desastres en el hábitat urbano en América latina*. *revistainvi*, 11-13.
- Bermúdez M., Franco L., Martínez S. y Ojeda A., (2002), *Uso de las Microtremores para la evaluación de la Respuesta Dinámica de los Suelos*.
- Berrocal J., Deza E. y Shikiya J. (1975), *Estudio de Sismicidad para el Proyecto de Derivación del Río Mantaro a Lima, Informe del Instituto Geofísico del Perú a ELECTROPERUS.A*.
- Braja, M. D. (1999). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. California: Thomson Learning.
- Briones, M., & Irigoín, N. (2015). *Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del anexo Lucmacucho alto, distrito de Cajamarca*. Cajamarca: UPN.
- CISMID (1991), *Memorias del Seminario Taller de Dinámica de Suelos*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Das, B. M. (1996), *Principios de Ingeniería de Cimentaciones*, México Thomson Editores, 4ta Edición, México.
- Delgadillo, R. (2014). *Microzonificación Geotécnicasismica del Distrito De Independencia - LIMA*. Ayacucho: USCH.
- Figuerola, J., C. (1974). *Tratado de Geofísica Aplicada*, LITOPRINT, Madrid.
- Gonzales, M. C. (1990). *Contenido de Humedad del Agua en el Suelo*. Bogota: Raspa.
- González de Vallejo, L. y Ferrer M. (2002), *"Ingeniería Geológica"*, Prentice Hall, Madrid, España. - Hoek E. Bray J. W (1977) *"Rock Slope Engineering"* London, 2da Edición.
- Huanca Borda A. R. (1996). *"Mecánica De Suelos"* HB Editores 2da Edición. Lima Perú. (Pág. 23 – 38).
- Juárez, B. E. (2005). *Mecánica de Suelos - Fundamentos de Mecánica de Suelos*. México: Limusa.
- López, J. J. (2004). *El Urbanismo de Ladera: Un reto Ambiental, Tecnológico y del Ordenamiento Territorial*. Bitacora Urbano Territorial, 96-97.
- Lopez Florez, L. V., & Robayo Gonzalez, F. A. (2007). *Zonificación geotécnica preliminar del casco urbano del municipio de Barrancabermeja, Santander*. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/205
- Morales, P. (2014). *Estudios geotécnicos para cimentaciones de estructuras: puentes, muros y edificios, en suelos y rocas*. Quito: Universidad Central de Ecuador.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2008). *"Norma E 0.50 Suelos y Cimentaciones"* Editora Macro EIRL. Lima Perú. (Pág. 247).
- Rico Rodríguez, J. B. (1998). *"Mecánica De Suelos -Tomo I - Teoría Y Aplicaciones De La Mecánica De Suelos"*. Editorial Limusa. México D. F. (Pág. 51 - 58).
- Whitman, L. (1972). *Mecánica de Suelos*. Limusa-Willey S.A.