

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica de la
ciudad de San Juan Pampa, distrito de Yanacancha, provincia de
Pasco, región Pasco – 2019**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor: Bach. Paolo César LIVIA UBALDO

Asesor: Ing. Paul Mirko RODRÍGUEZ ROJAS

Cerro de Pasco - Perú - 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica de la
ciudad de San Juan Pampa, distrito de Yanacancha, provincia de
Pasco, región Pasco – 2019**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

PRESIDENTE

Mg. José German RAMIREZ MEDRANO

MIEMBRO

Mg. Ramiro Ernesto DE LA CRUZ FERRUZO

MIEMBRO

DEDICATORIA

A Dios; Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres, por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales.

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Facultad de Ingeniería por permitirme ser parte de una generación de triunfadores y gente productiva para el país.

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, en especial a la Facultad de Ingeniería, Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil y a los docentes por brindarme los conocimientos y enseñanzas, necesarios para mi formación académica profesional.

A mi asesor el Ing. Paul Mirko, Rodríguez Rojas, por su orientación y guía para la elaboración de la presente Tesis.

A todos mis familiares y amigos, por su apoyo y confianza durante mi formación académica profesional.

RESUMEN

En el presente estudio denominado “Caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica de la ciudad de san juan pampa, distrito de Yanacancha, provincia de Pasco, región Pasco - 2019”, se identificó el tipo de suelo, clasificándolo por zonas en toda el área de investigación.

El objetivo de la presente investigación es elaborar un mapa de zonificación geotécnica del tipo y calidad del suelo y determinar la influencia de los resultados en el desarrollo de proyectos de infraestructura en la urbanización San Juan Pampa, distrito de Yanacancha.

La zonificación consiste en establecer zonas de suelos con comportamiento similar de manera que puedan definirse para realizar recomendaciones precisas para el diseño y construcción de edificaciones en relación a la calidad del tipo de suelo existente.

De acuerdo con la caracterización de unidades geotécnicas y teniendo en cuenta los aspectos relacionados a la geología local, se propone una zonificación geotécnica de los suelos de la Urb. San Juan Pampa, para lo cual se realizó el estudio geotécnico con exploraciones de 17 calicatas y 12 sondeos, donde se extrajeron muestras alteradas e inalteradas para luego ser llevada al laboratorio de mecánica de suelos para ser ensayadas.

Esta zonificación geotécnica es preliminar y nos servirá como una herramienta guía de fácil manejo y que contribuya hacia una mejor planificación y desarrollo urbano de la población de San Juan Pampa.

Palabras claves: Caracterización del suelo; Zonificación geotécnica.

SUMMARY

In the present study called “Soil characterization for geotechnical zoning purposes of the city of San Juan Pampa, Yanacancha district, Pasco province, Pasco region - 2019”, the type of soil was identified, classifying it by areas throughout the area research.

The objective of the present investigation is to elaborate a map of geotechnical zoning of the type and quality of the soil and to determine the influence of the results in the development of infrastructure projects in the urbanization San Juan Pampa, district of Yanacancha.

Zoning consists in establishing areas of soils with similar behavior so that they can be defined to make precise recommendations for the design and construction of buildings in relation to the quality of the existing type of soil. According to the characterization of geotechnical units and taking into account the aspects related to local geology, a geotechnical zoning of the soils of the Urb. San Juan Pampa is proposed, for which the geotechnical study was carried out with explorations of 17 calicatas and 12 surveys, where altered and unaltered samples were extracted and then taken to the soil mechanics laboratory for testing.

This geotechnical zoning is preliminary and will serve as an easy-to-use guide tool that contributes towards better urban planning and development of the population of San Juan Pampa.

Keywords: Soil characterization; Geotechnical Zoning

INTRODUCCIÓN

Un estudio de Caracterización de suelos con fines de zonificación geotécnica de una ciudad es un procedimiento multidisciplinario, que involucra la realización de estudios geológicos, topográficos, geotécnicos, de evaluación de propiedades físicas y mecánicas. Estos estudios permiten delimitar zonas con diferentes tipos de suelos dentro de una ciudad, considerando las condiciones locales de los suelos de cimentación.

Cuando esta información se maneja con acertado criterio ingenieril tomando en cuenta referencias de la información geológica y geomorfológica de la zona, se hace posible entonces el logro de los objetivos básicos de la ingeniería Geotécnica: “Reducir el peligro geológico en las zonas urbanas por medio de la identificación las zonas de alto riesgo”.

El sector elegido para la elaboración del presente trabajo es la Urbanización San Juan Pampa, que se ubica en el distrito de Yanacancha, Provincia Pasco – Región Pasco, donde funcionan un gran sector de los centros escolares de educación inicial, primaria, secundaria y superior, como los institutos superiores pedagógico, tecnológicos; y la Universidad Nacional "Daniel A. Carrión". Además, la ciudad cuenta con centros de abastos, Palacio Municipal, dos Iglesias, dos comandancias de la Policía Nacional, El hospital Daniel Alcides Carrión, Clínicas particulares, dependencias públicas y servicios de transporte urbano e interprovincial, donde se presentan problemas de carácter geotécnico como consecuencia de las actividades humanas, principalmente practicas inconvenientes en el uso y el manejo del suelo y falta de un plan de ordenamiento territorial adecuado.

La mayor parte de la población de San Juan Pampa, construyeron sus edificaciones sin asistencia técnica y empírica, con desconocimiento del tipo de suelo en la cual irá asentada su edificación, debido a que se ha hecho un manejo inadecuado de su territorio y de los suelos desde que comenzó a crecer la Urbanización y una de las causas de este mal manejo es porque no se ha hecho un estudio completo de zonificación geotécnica previa o no conocer los tipos de suelo que se encuentran en cada una de las zonas de esta Urbanización y esto hace a que se deba reducir el riesgo mediante un adecuado conocimiento de las amenazas y mediante la reducción de la vulnerabilidad de los suelos.

La identificación de esas unidades morfológicas, el conocimiento de los procesos que las crearon, así como su localización en el territorio, constituyen requisitos indispensables para el uso prudente del medio, para garantizar la estabilidad y permanencia de las obras de ingeniería, para la prevención y mitigación de los efectos de los desastres naturales y provocados por el hombre.

ÍNDICE

Caratula.....	1
Acta de sustentación.....	2
Dedicatoria.....	3
Reconocimiento.....	4
Resumen.....	5
Summary.....	6
Introducción.....	7
Índice.....	9
Lista de tablas.....	11
Lista de cuadros.....	12
Lista de gráficos.....	13
Lista de Mapas.....	14
Lista de Imagenes.....	16
<u>CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACION.....</u>	17
1.1 Identificación y determinación del Problema.....	17
1.2 Delimitación de la investigación	18
1.3 Formulación del Problema	19
1.3.1 Problema general.....	19
1.3.2 Problemas específicos.....	20
1.4 Formulación de objetivos.....	20
1.4.1 Objetivo general	20
1.4.2 Objetivos específicos.....	20
1.5 Justificación de la investigación.....	21
1.6 Limitaciones de la investigación.....	23
<u>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</u>	24
2.1 Antecedentes de estudio	24

2.2 Bases Teóricas – Científicas	31
2.3 Definición de términos básicos	38
2.4 Formulación de hipótesis.....	40
2.4.1 Hipótesis general.....	40
2.4.2. Hipótesis específicas.....	40
2.5 Identificación de Variables.....	41
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores.....	41
<u>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACION.....</u>	42
3.1 Tipo de Investigación	42
3.2 Métodos de Investigación	42
3.3 Diseño de la Investigación	42
3.4 Población y Muestra	42
3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	43
3.6 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	44
3.7 Tratamiento Estadístico.....	94
3.8 Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	102
3.9 Orientación ética.....	105
<u>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	106
4.1 Descripción del trabajo de campo	106
4.2 Presentación, análisis e Interpretación de resultados.....	151
4.3 Prueba de Hipótesis	178
4.4 Discusión de Resultados	179
CONCLUSIONES	182
RECOMENDACIONES.....	184
BIBLIOGRAFÍA	186
ANEXOS	188

LISTA DE TABLAS

Tabla 01. Tipo de Edificación según RNE – E-050	34
Tabla 02. Técnicas de Exploración de Campo.....	34
Tabla 03. Numero de Puntos de Exploracion	35
Tabla 04. Tipo de Muestras	35
Tabla 05. Ensayos de Laboratorio	36
Tabla 06. Sub divisiones de suelo según la Norma E-030 (2003)	73
Tabla 07. Resultados de contenido de humedad de calicatas.....	81
Tabla 08. Resultados límite líquido de calicatas.....	78
Tabla 09. Resultados límite plástico de calicatas	80
Tabla 10. Resultados Índice de plasticidad de calicatas.....	82
Tabla 11. Sistema de clasificación de suelos método AASHTO.....	85
Tabla 12. Sistema de clasificación de suelos método SUCS	86
Tabla 13. Resumen de resultado de ensayo de laboratorio	91
Tabla 14. Grado de Meteorización ISRM	142
Tabla 15. Criterios para la estimación de resistencia en terreno – Waltham 1994	143
Tabla 16. Ensayos de Índice manual de resistencia de roca en campo (ISRM, 1981)	144
Tabla 17. Grado de Meteorización ISRM	146
Tabla 18. Pruebas de índices manuales	147
Tabla 19. Terminología para el espaciado de discontinuidades (ISRM, 1981)	148
Tabla 20. Descripción de persistencia (ISRM, 1981)	149
Tabla 21. Tipo de rugosidades	149

LISTA DE CUADROS

Cuadro 01. Matriz de Operacionalización de Variables	41
Cuadro 02. Ubicación de San Juan Pampa	45
Cuadro 03. Proyectos Recopilados con EMS de la Urbanización San Juan Pampa - Distrito de Yanacancha	59
Cuadro 04. Resumen de Resultados de Laboratorio de Mecánica de Suelos de Proyectos Ubicados en el área de Investigación – San Juan Pampa	61
Cuadro 05. Resumen de número y tamaño de muestras alteradas e inalteradas	119
Cuadro 06. Especificaciones del equipo de perforación	136
Cuadro 07. Cuadro de Zonificación Final de San Juan Pampa.....	181

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01. Carta de plasticidad de Casagrande	87
Gráfico 02. Esquema del aparato de corte directo	88
Gráfico 03. Diagrama tensión de corte vs Deformación	89
Gráfico 04. Componente del Semivariograma	99
Gráfico 05. Modelo de Semivariograma esférico	100
Gráfico 06. Modelo de Semivariograma exponencial	100
Gráfico 07. Modelo de Semivariograma Gaussiano	101
Gráfico 08: Semivariograma – modelo esférico	161

LISTA DE MAPAS

Mapa 01: Mapa Geomorfológico de la de Cerro de Pasco	48
Mapa 02: Mapa geológico de Cerro de Pasco	51
Mapa 03: Mapa estratigráfico de San Juan Pampa a escala 1:100, 00...55	
Mapa 04: Mapa de zonas sísmicas del territorio peruano	56
Mapa 05: Mapa Hidrográfico cercano al área de estudio.	57
Mapa 06: Ubicación de calicatas y delimitación de área a investigar.....	107
Mapa 07. Ubicación de sondeos para perforación mecánica	129
Mapa 08. Ubicación y delimitación de la zona rocosa	150
Mapa 09. Ubicación de calicatas y sondeos a 0.30m	152
Mapa 10. Ubicación de calicatas y sondeos a 0.50m	153
Mapa 11. Ubicación de calicatas y sondeos a 1.00m	154
Mapa 12. Ubicación de calicatas y sondeos a 1.50m	155
Mapa 13. Ubicación de calicatas y sondeos a 2.00m	156
Mapa 14. Ubicación de calicatas y sondeos a 2.50m	157
Mapa 15. Ubicación de calicatas y sondeos a 3.00m	158
Mapa 16. Ubicación de calicatas y sondeos a 3.50m.	159
Mapa 17. Ubicación de calicatas y sondeos a 4.00m.	160
Mapa 18. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 0.30m.....	162
Mapa 19. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 0.50m.....	163
Mapa 20. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 1.00m.....	164
Mapa 21. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 1.50m.....	165
Mapa 22. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 2.00m.....	166
Mapa 23. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 2.50m.....	167
Mapa 24. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 3.00m.....	168

Mapa 25. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 3.50m.....	169
Mapa 26. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 4.00m.....	170
Mapa 27. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 0.50m	171
Mapa 28. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 1.00m.	172
Mapa 29. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 1.50m.	173
Mapa 30. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 2.00m.	174
Mapa 31. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 2.50m.	175
Mapa 32. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 3.00m.	176
Mapa 33. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 3.50m.	177

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 01: Ubicación del área de investigación	45
Imagen 02: Foto satelital del área de investigación	46
Imagen 03: Foto satelital de ubicación de EMS encontrados.....	69
Imagen 04: Materiales utilizados para ensayo de contenido de humedad..	74
Imagen 05: Materiales utilizados para ensayo de granulometría y límites de Atterberg	84
Imagen 06: Equipos y materiales utilizado en el ensayo de corte directo..	93
Imagen 07: Procedimiento de ensayo de corte directo	94
Imagen 08: Ubicación de calicatas exploradas.....	115
Imagen 09. Distribución de cantidad de muestras en ensayos.....	120
Imagen 10: Herramientas utilizados para la extracción de muestras.....	120
Imagen 11: Equipo de Sondeo – perforación	136
Imagen 12: Equipo de perforación	139
Imagen 13: Materiales para identificación y caracterización de rocas.....	141

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

El tipo de construcción local, principalmente enfocada a industrias, edificaciones y casas, y la falta de inversiones importantes han permitido que el conocimiento del subsuelo en la urbanización San Juan Pampa permanezca apoyado en la intuición y en algunos casos no tomados en cuenta. En San Juan Pampa, salvo algunas construcciones de importancia, se realizan obras civiles sin respaldo de un estudio de Geotecnia, por ello que la falta de una zonificación geotécnica ha hecho que la población construya las edificaciones sin respaldo técnico y en forma desordenada, no controladas sin tomar en cuenta el tipo de suelo en la cual se va a cimentar las edificaciones, poniendo en riesgo la integridad física de la población ante posibles desastres provocados por una falta de estudios geotécnicos.

La realización de proyectos de infraestructura en zonas urbanas, requiere necesariamente una Caracterización del suelo zonificada, en función de las propiedades físicas y mecánicas, a su vez se debe mostrar los usos sugeridos de las zonas que se tienen, indicando las zonas de alta vulnerabilidad que deberían de ser evaluados si se quisiera realizar una obra civil en ella; datos y detalles que no se tienen en el distrito de Yanacancha, siendo un obstáculo para los proyectistas que quieren plantear anteproyectos de baja, mediana y gran envergadura.

La urbanización San Juan Pampa, es el eje económico del Distrito de Yanacancha donde se puede apreciar construcciones principalmente enfocadas a instituciones públicas y privadas, edificaciones diversas, viviendas unifamiliares y multifamiliares, etc. Muchos de ellos, no realizaron estudios de mecánica de suelos para poder conocer el tipo de suelo y las propiedades geotécnicas del suelo sobre la cual iban a cimentar sus edificaciones, lo que genera un riesgo en la integridad física de la población ante posibles desastres que se puedan generar, salvo en algunas construcciones de gran importancia que sí lo realizaron dichos estudios. La inseguridad de muchos pobladores al saber que sus edificaciones no han sido cimentadas sobre bases sólidas y la incertidumbre de los que desean construir nuevas edificaciones sobre un suelo que desconocen, ha generado que la gente que quiere invertir en construcciones, se sienta inseguros; muchas veces por no tener un conocimiento o un asesoramiento técnico en el campo de la geotecnia.

1.2 DELIMITACION DE LA INVESTIGACION

La investigación se realizó en la Urbanización San Juan Pampa, perteneciente al distrito de Yanacancha, Provincia de Pasco – Departamento de Pasco.

- Latitud sur es 10° 39' 52.3" S (-10.66452185000)
- Longitud oeste es 76° 15' 17.2" W (-76.25478507000)
- altitud es de 3879 msnm.



- Área de investigación: 73.21 has



- El estudio se realizó durante los meses de Mayo - Agosto del año 2019

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera influirá la caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica en el desarrollo de proyectos de

infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019?

1.3.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿De qué manera influirá los ensayos estándares y de resistencia para la caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica en el desarrollo de Proyectos de infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019?
- ¿De qué manera influirá las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica en el desarrollo de proyectos de infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019?

1.4 FORMULACION DE OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de la caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica en el desarrollo de proyectos de infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la influencia de los ensayos estándares y de resistencia para la caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica en el desarrollo de proyectos de infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019.

- Determinar la influencia de las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica en el desarrollo de proyectos de infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACION

Teniendo en cuenta a Hernández, Fernández y Baptista, (2014) se tiene en cuenta los siguientes criterios para la justificación de la investigación:

1.5.1 CONVENIENCIA.

En este sentido, permitirá a las autoridades competentes a ejercer un estricto control urbanístico en los sitios que presenten factores probabilísticos de falla de moderadas a muy altas según el tipo de suelo, y ultimar que en estos lugares definitivamente no es recomendable la construcción de nuevas o futuras edificaciones, por el contrario, ante una vulnerabilidad alta se hará necesario reubicar las viviendas que se hallarán en estos sectores y para las edificaciones existentes realizar una evaluación estructural y geotécnica de la edificación, beneficiando a la población y a un correcto crecimiento urbano de este distrito.

1.5.2 VALOR TEÓRICO.

la información recopilada serviría para fundamentar una teoría y el soporte técnico para el estudio de la investigación.

1.5.3 IMPLICANCIAS PRÁCTICAS.

En ese sentido, la investigación permitirá que el sector elegido en la investigación, el Urb. San Juan Pampa presenta problemas críticos de carácter geotécnico como consecuencia de actividades humanas no controladas, principalmente prácticas inconvenientes en el uso y el manejo del suelo. Las construcciones empíricas de las edificaciones que se están masificando descontroladamente, en algunos casos sin tener una asistencia técnica ni un conocimiento del tipo de suelo en el cual irá asentado la edificación.

1.5.4 RELEVANCIA SOCIAL.

La presente investigación permitirá la prevención ante posibles desastres naturales con la realización de una zonificación geotécnica en la planificación urbanística y la confianza a la población de saber sobre que suelo será cimentado su edificación, por lo que es conveniente que las entidades competentes de este distrito de Yanacancha utilicen y socialicen los resultados que serán obtenidos de este proyecto y en términos específicos, las zonas que serán delimitadas en la zonificación geotécnica que se obtendrá en el informe Final.

1.5.5 UTILIDAD METODOLÓGICA.

La investigación corrobora la posibilidad que gestionando adecuadamente se ahorrarán recursos económicos en materiales, mano de obra y el Estudio de Mecánica de suelos de las edificaciones a cimentar, permitiendo invertir estos ahorros en

asistencia técnica con especialistas en la materia, lo que hoy día se insiste en el tema de responsabilidad social para evitar futuras tragedias a consecuencia del desconocimiento del tipo de suelo la cual será base de su edificación.

1.6 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION

El Proyecto de Investigación, la escala de trabajo y las áreas de estudio que corresponden a todo el perímetro urbano de la Urb. San Juan Pampa haciendo un total de 73.21 has a investigar, implica una aproximación semidetallada de los aspectos geotécnicos que caracterizan el subsuelo de la zona, se realizarán pruebas de campo (Calicatas a cielo abierto y sondeos para perforación) y Ensayos de Laboratorio, siendo una investigación preliminar a la zonificación sísmica. Por lo tanto, se enfatiza que, en este caso, el principal propósito del plano de zonificación geotecnia es servir de modelo para los análisis de respuesta sísmica local y no reemplazará los estudios de suelos necesarios para que se obtengan y podrían emplearse como una herramienta indicativa de las condiciones geomecánicas generales del subsuelo o para las primeras fases de planeación de obras.

- De orden de diseño, el diseño es experimental.
- Población actual del Urb. San Juan Pampa.

De muestra, Se llevará a cabo la excavación de 17 calicatas y 12 sondeos para perforación, que permitirán recolectar muestras, para los análisis de suelos requeridos en el Urb. San Juan Pampa en el año 2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

A continuación, se presenta una síntesis de las investigaciones revisadas; en orden cronológico, destacándose los trabajos que han tenido una gran repercusión en relación y en forma específica al tema abordado en este presente estudio.

2.1.1. INTERNACIONALES.

a) Tenorio (2013), refiere que la ciudad de México es una de las metrópolis más grandes del mundo y se espera que tenga un crecimiento urbano aún mayor. Las obras de ingeniería que se planean para esta ciudad son cada vez más complejas. En este sentido se requiere un conocimiento más preciso del subsuelo donde se apoyarán nuevas obras. En el subsuelo de la zona central de la ciudad de México se presentan además diversas anomalías geotécnicas, destacando principalmente los rellenos arqueológicos, que frecuentemente inducen problemas a las cimentaciones y daños estructurales en edificios antiguos y monumentos históricos. En este trabajo se presenta una nueva caracterización geotécnica del subsuelo de la zona central de la ciudad de México, que consiste en un estudio detallado de la distribución espacial de algunas propiedades (físicas, mecánicas y geométricas) del subsuelo de esta zona de la ciudad. Se desarrolló un programa de

computadora para análisis geoestadístico (bidimensional y tridimensional) para la estimación (técnicas de Kriging y Cokriging) de las propiedades del subsuelo.

b) Ordóñez (2013), describe los trabajos realizados para la microzonificación sísmica de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. En 209 sitios, se obtuvo registro de vibración ambiental, de los cuales, 78 se realizaron con sismógrafos de banda ancha marca Guralp, y los 131 restantes se obtuvieron de publicaciones de la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). En 10 estaciones se lograron registrar 8 sismos de magnitud moderada, lo que permitió validar la razón espectral de la técnica de Nakamura (HVNR-HVSR), la técnica Estándar (SSR) y la función de transferencia teórica (FFT). En base a la amplitud y frecuencia del cociente espectral de los sitios donde se registró vibración ambiental, se generaron familias espectrales, las cuales junto a los antecedentes de la zona en estudio (geología, hidrología y geotecnia), determinaron el mapa de isoperiodos y de clasificación de terrenos en tres zonas: zona estable, zona con efecto de sitio y zona de riesgo. Además, se presentan mapas de intensidades de la zona urbana de la ciudad, derivados de los estudios experimentales para la estimación de intensidades sísmicas, acelerogramas sintéticos y los espectros de respuesta de cada sitio en donde

se registró vibración ambiental. Las estimaciones se realizaron para el sismo ocurrido el 20 de octubre de 1995 (Mw 7.2), con epicentro en el Municipio de Villaflores, Chis. Página.

c) Calderón (2013), señala que en el Valle de México y en especial la zona del lago de Texcoco, existe la posibilidad de construirse obras de gran importancia; por tal motivo, en este estudio se busca demostrar que el uso del método de Zeevaert, es confiable para hacer aproximaciones de los asentamientos que puedan suceder al desplantar cualquier estructura. En esta investigación se utilizan tres tipos de curvas teóricas (Curva con Cavidades, Tipo I y Tipo II), obtenidas por Zeevaert mediante trabajos de campo realizados durante varios años con las arcillas del Valle de México; las cuales sirven como modelo, para escoger las curvas de consolidación realizadas con odómetro de las muestras de suelo de arcillas sensitivas y trabajar en ellas para obtener parámetros que permiten hacer los cálculos de los asentamientos debido al desplante de un edificio con cajón de cimentación, como se especifica en el ejemplo presentado de esta investigación. Los resultados obtenidos mediante el método de curvas de consolidación de Zeevaert, son comparados con valores arrojados mediante el programa de elementos finitos ELPA, donde, se demuestra que ambos

valores son similares para un ejemplo y una misma estratigrafía del subsuelo del Valle de México.

2.1.2. NACIONALES

a) Ravines (2017), a presente investigación se realizó en la Ciudad de José Gálvez, Distrito José Gálvez, Provincia Celendín, Región Cajamarca, el problema principal fue: ¿Cuál es la capacidad portante de los suelos de fundación, mediante los métodos DPL y corte directo para la ciudad distrito de José Gálvez – Celendín – Cajamarca?. El objetivo principal fue determinar la capacidad portante de los suelos de fundación de la ciudad de José Gálvez, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, mediante los ensayos DPL y Corte Directo. La hipótesis fue la capacidad portante mediante el ensayo DPL es 30% mayor que la capacidad portante del ensayo de Corte Directo, para los suelos de fundación de la ciudad de José Gálvez – Celendín – Cajamarca. Se realizaron diez ensayos de Corte Directo y diez ensayos de DPL para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los suelos de fundación. Para realizar la contrastación de la hipótesis mediante el método de DPL se encontró que hay una diferencia entre las capacidades portantes obtenidas por los dos métodos, con una variación entre 0,53 y 1.20 kg/cm² y el número de golpes varía entre 7 y 16 respectivamente y por el método de Corte Directo la variación se encontró entre

0,84 y 0,96 kg/cm². Asimismo, se determinó 04 zonas geotécnicas. Finalmente concluimos que el método a utilizar en las obras de ingeniería es el Ensayo de Corte Directo por dar resultados más confiables. (DPL)

b) Chinome (2017), con el propósito de evaluar el comportamiento tanto físico como mecánico del suelo en los depósitos de tipo Cuaternario del municipio de Sogamoso – departamento de Boyacá, Colombia se debe determinar el espesor de los estratos, con la realización de la Geofísica se tendrá conocimiento de contactos tanto Geológicos (depósitos Cuaternarios) como Litológicos y la Geotecnia brindará la potencia de cada una de estas capas y una diferenciación en composición de cada uno de los suelos, para lo cual se realizan y diseñan ensayos de penetración estándar (SPT). Esto se podrá verificar con la proyección Geofísica y Geotécnica en sitios estratégicos las cuales se podrá conocer en profundidad de cada una de las litologías para posteriormente realizar una zonificación de tipo Geofísico- Geotécnico, la cual servirá para posibles y/o futuras construcciones de tipo comercial y/o de vivienda y tener un mayor conocimiento del comportamiento de estos suelos, teniendo en cuenta las normas sismo resistentes 2010 que son las normas actuales con las cuales se debe realizar la construcciones estructurales. En el mapa de zonificación Geofísica - Geotécnica están plasmados cada uno de los

componentes en los cuales se hace la confección de la zonificación Geofísica y de la Geotécnica, allí se aplican condicionantes como la capacidad portante y la resistividad del suelo, dando valores de más altos hacia los sectores donde se presenta material de tipo Arenoso y más bajos hacia donde está el material de tipo Limoso o Arcilloso.

c) Cruz (2016), la ciudad de Juliaca, cuenta con una topografía extremadamente plana, lo que origina estancamiento de agua que forma grandes humedades, en diversos lugares de la ciudad. Una de ellas se ubica, por la urbanización residencial Villa Médica. Esta superficie donde se tenía estancamiento de agua y en tiempos de sequía humedales, han sido rellenados, para sobre ellos efectuar construcciones de viviendas. La urbanización Villa Médica, es una de ellas, son módulos básicos construidos de un piso en lotes de áreas mínimas; con una ampliación a un segundo piso, para ser habitado solo por familias que estén conformado por un número de cuatro a seis personas. Los módulos construidos tienen un tiempo de uso solo de más de tres años y se tiene considerables problemas de agrietamiento, sobre todo, en las cimentaciones. Efectuado los diferentes ensayos de laboratorio se ha detectado que los rellenos efectuados no tienen la compactación necesaria; por otro lado, los suelos son los que ocasionan densidades bajas menores a 1.5 gr/cm, y con clasificación de suelos muy comprensibles y

contaminados químicamente con sustancias que acortan la durabilidad del concreto de las cimentaciones. Los procesos de compactación deficientes, suelos de mala calidad, suelos y agua contaminados químicamente, han producido agrietamientos significativos en las estructuras de la cimentación, que son originados por el asentamiento diferencial generalizado en la urbanización en estudio, que, es el objetivo principal del desarrollo del presente estudio.

d) López (2016), en la investigación de suelos en estructuras patrimoniales se necesita emplear técnicas no destructivas que permitan investigar el suelo y determinar sus propiedades sin causar daños a la estructura del monumento ni alterar el suelo que se investiga. Aquí los métodos geofísicos se presentan como una alternativa de solución debido a que cumplen con los requisitos necesarios para investigar el suelo y en gran mayoría son métodos no destructivos. La presente investigación se centra en comprender y aplicar los métodos geofísicos con fines geotécnicos en la exploración de tres estructuras patrimoniales de interés empleando los equipos disponibles en la Pontificia Universidad Católica (PUCP). Los métodos geofísicos que se emplearon son el análisis multicanal de ondas superficiales (MASW), refracción sísmica y cociente espectral (H/V). En el desarrollo de la tesis se presenta la teoría necesaria para entender los métodos empleados, entrando más a detalle en el método MASW por

ser el más complejo de analizar. También se describe las características de los equipos empleados y la metodología que se ha seguido en los ensayos para la toma de la información, el procesamiento y la posterior discusión de los resultados. El primer caso de estudio fue el Complejo Arqueológico de Huaca de la Luna localizado en la ciudad de Trujillo donde se realizaron principalmente ensayos de MASW y refracción sísmica. También se realizaron ensayos de SCPTu como una técnica de comparación de los resultados de velocidad de onda de corte (V_s).

2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS

2.2.1. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIÓN - NORMA E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES

2.2.1.1. Condiciones geotécnicas – mecánica de suelos.

A. Obligatoriedad de los Estudios

Según el Art 06 de la norma E-050 del RNE, menciona que todo proyecto de edificación debe de contar con **EMS** o **ITS**, según sea el caso.

(a) Los casos donde existe obligatoriedad de un EMS son los siguientes:

- Edificaciones en general, que alojen gran cantidad de personas, equipos costosos o peligrosos, tales como: colegios, universidades, hospitales y clínicas, estadios, cárceles, auditorios, templos, salas de espectáculos, museos,

centrales telefónicas, estaciones de radio y televisión, estaciones de bomberos, archivos y registros públicos, centrales de generación de electricidad, subestaciones eléctricas, silos, tanques de agua (incluyendo reservorios enterrados y tanques elevados), casetas de estaciones de bombeo de pozos (superficiales y subterráneas), estaciones de expendio de combustible, tanques y reservorios de combustible. Cuando las excavaciones para las siguientes obras: redes de agua y alcantarillado, instalaciones eléctricas, gas y telecomunicaciones requieran una excavación mayor a 1.50 m. Empresas prestadoras de servicios públicos, entidades públicas y privadas e instalaciones militares y policiales en general.

- Cualquier edificación no mencionada, de uno a tres pisos, que ocupen individual o conjuntamente más de 500 m² de área techada en planta.
- Cualquier edificación no mencionada, de cuatro o más pisos de altura, cualquiera que sea su área.
- Edificaciones industriales, fábricas, talleres o similares.
- Cualquier edificación con sótanos o que requiera el uso de pilotes, pilares, plateas de fundación o cualquier tipo de cimentación profunda.
- Muros de contención con alturas mayores a 2.00 m y cercos perimétricos ubicados en terrenos que no tengan EMS.

- Cualquier edificación adyacente a taludes o suelos que puedan poner en peligro su estabilidad.
- (b) Caso donde existe obligatoriedad de elaborar un ITS.
- Se aplica a lugares con condiciones de cimentación conocida debidas a depósitos de suelos uniformes tanto vertical como horizontalmente, sin los problemas especiales de cimentación indicados en el Capítulo VI, con áreas techadas en planta de primer piso menores que 500 m², de hasta tres pisos y sin sótano, el PR puede asumir los valores de la Presión Admisible del Suelo, profundidad de cimentación y cualquier otra consideración concerniente a la Mecánica de Suelos, basándose en la ejecución de no menos de 3 puntos de exploración hasta la profundidad mínima de 3 m.

2.2.1.2. Tipo de edificación y Número “n” de puntos de exploración.

Según el RNE norma E-050 artículo 13; Para los fines de la determinación del Programa de Exploración Mínimo (PM) del EMS, las edificaciones son calificadas, según la Tabla 1, donde I, II, III y IV designan la importancia relativa de la estructura desde el punto de vista de la exploración de suelos necesaria para cada tipo de edificación, siendo el I más exigente que el II, éste que el III y éste que el IV.

Tabla 01. Tipo de Edificación según RNE – E-050

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS • (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	III	III	III	II
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	III	III	II	I
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	< 12	II	I	---	---
BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	I	---	---	---
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	I	I	I	I
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	II	I	I	I

**Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E050
2.2.1.3. Técnicas de exploración de campo.**

Las Técnicas de Exploración de Campo aplicables en los ITS y EMS son las indicadas en la siguiente Tabla.

Tabla 02. Técnicas de Exploración de Campo aplicables en los ITS y EMS

DESCRIPCIÓN	NORMA APLICABLE*
SUELOS. Método de ensayo de penetración estándar SPT.	NTP 339.133
SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS).	NTP 339.134
SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena. **	NTP 339.143
SUELOS. Métodos de ensayos estándar para densidad in situ del suelo y suelo agregado por medio de métodos nucleares (profundidad superficial).	NTP 339.144
SUELOS. Ensayo de penetración cuasi-estática profunda de suelos con cono y cono de fricción (CPT).***	NTP 339.148
SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual.	NTP 339.150
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados.	NTP 339.153
SUELOS. Método normalizado para ensayo de corte por veleta de campo de suelos cohesivos.	NTP 339.155
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL).	NTP 339.159
SUELOS. Práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena.	NTP 339.161
SUELOS. Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción.	NTP 339.162
SUELOS. Método de ensayo normalizado de corte por veleta en miniatura de laboratorio en suelos finos arcillosos saturados.	NTP 339.168
SUELOS. Práctica normalizada para la perforación de núcleos de roca para la investigación del sitio.	NTP 339.173
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la medición de la densidad de suelos y rocas in-situ por el método de reemplazo con agua en un pozo de exploración. **	NTP 339.253
SUELOS. Métodos de ensayo estándar para la determinación de la densidad y peso unitario de suelos in situ por el método del balón de jebes. **	NTP 339.256

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E050

2.2.1.4. Numero de Exploración

El número de puntos de exploración se determina en la Tabla 6 en función del tipo de edificación y del área de la superficie a ocupar por ésta.

Tabla 03. Numero de Puntos de Exploracion.

Tipo de edificación u obra (Tabla 1)	Número de puntos de exploración (n)
I	uno por cada 225 m2 de área techada del primer piso
II	uno por cada 450 m2 de área techada del primer piso
III	uno por cada 900 m2 de área techada del primer piso*
IV	uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Habilitación urbana para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habilitar

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E050

2.2.1.5. Tipo de muestras.

Se considera los cuatro tipos de muestras que se indican en la Tabla 4, en función de las exigencias que deben atenderse en cada caso, respecto del terreno que representan.

Tabla 04. Tipo de Muestras.

TABLA 4				
TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 SUELOS. Muestreo geotécnico de suelos con tubo de pared delgada	Tubos de pared delgada		
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas normalizadas para la preservación y transporte de suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E050

2.2.1.6. Ensayos de laboratorio

Se realizan de acuerdo con las normas que se indican en la Tabla 5.

Tabla 05. Ensayos de Laboratorio.

DESCRIPCIÓN	NORMA APLICABLE *
SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo	NTP 339.127
SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico	NTP 339.128
SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite Plástico e índice de plasticidad de suelos	NTP 339.129
SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo	NTP 339.131
SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).	NTP 339.134
SUELOS. Determinación del peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139
SUELOS. Determinación de los factores de contracción de suelos mediante el método del mercurio	NTP 339.140
SUELOS. Método de ensayo para la compactación de suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada ** (2700 kN-m/m ³ (56000 pie-lbf/ pie ³))	NTP 339.141
SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual - manual	NTP 339.150
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea	NTP 339.152
SUELOS. Método normalizado de ensayo para propiedades de consolidación unidimensional de suelos.	NTP 339.154
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la medición del potencial de colapso de suelos	NTP 339.163
SUELOS. Método de ensayo normalizado de compresión triaxial no consolidado no drenado para suelos cohesivos	NTP 339.164
SUELOS. Método de ensayo normalizado de compresión triaxial consolidado no drenado para suelos cohesivos	NTP 339.166
SUELOS. Método de ensayo estándar para la resistencia a la compresión no confinada de suelos cohesivos	NTP 339.167
SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.	NTP 339.169
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del hinchamiento unidimensional o potencial de asentamiento de suelos cohesivos.	NTP 339.170
SUELOS. Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas drenadas ***	NTP 339.171
SUELOS. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en suelos y agua subterránea.	NTP 339.177

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E050

2.2.1.7. Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)

Es el sistema más empleado para definir y caracterizar cualitativamente en Mecánica de Suelos. Esta clasificación tiene en cuenta tanto la granulometría como la plasticidad (límites de Atterberg). De acuerdo con esta clasificación, el suelo se divide en:

- Suelos de grano grueso
- Suelos de grano fino
- Suelos orgánicos

Los suelos de grano grueso y fino se distinguen mediante el tamizado del material por el tamiz No. 200.

Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicho tamiz y los finos a los que lo pasan, de esta forma se considera que un suelo es grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en el tamiz No. 200 y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicho tamiz.

Los suelos se designan por símbolos de grupo. El símbolo de cada grupo consta de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son las iniciales de los nombres en inglés de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turbas); mientras que, los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos.

Tabla 06. *Sub divisiones de suelo según la Norma E-030 (2003)*

G	Grava	C	Arcilla	L	Baja plasticidad
S	Arena	O	Limo o arcillas orgánicas	W	Bien graduado
M	Limo	H	Alta plasticidad	P	Mal graduado

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.

2.2.2. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.162 (ASTM D420)

Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción.

- **Calicata:**

Son excavaciones de profundidad pequeña a media, realizadas normalmente con pala retroexcavadora. Las calicatas permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo

tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa.

- **Obtención de muestras:**

La toma u obtención de muestras es el procedimiento que consiste en recoger partes, porciones o elementos representativos de un terreno, a partir de las cuales se realizará un reconocimiento geotécnico del mismo. Según la forma de obtención, pueden clasificarse de forma general en dos tipos:

Muestras alteradas: conservan sólo algunas de las propiedades del terreno en su estado natural.

Muestras inalteradas: conservan, al menos teóricamente, las mismas propiedades que tiene el terreno "in situ"

2.2.3. NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.150 (ASTM D2488)

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para la descripción de suelos para propósitos de ingeniería.

Descripción de los diferentes estratos que constituyen el terreno investigado indicando para cada uno de ellos: origen, nombre y símbolo del grupo del suelo, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS, NTP 339.134 (ASTM D 2487), plasticidad de los finos, consistencia o densidad relativa, humedad, color, tamaño máximo y angularidad de las partículas, olor, cementación y otros comentarios (raíces, cavidades, etc.), de acuerdo a la NTP 339.150 (ASTM D 2488).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. DEFINICIONES CONCEPTUALES.

- **Geotecnia:** Es la rama de la Ingeniería Geológica e Ingeniería Civil que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes del medio geológico, aplicadas a las obras de Ingeniería Civil. Se investiga el suelo y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades.
- **Estudio de Mecánica de suelos:** Conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tienen por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones estáticas y dinámicas de una edificación.
- **Suelos:** Parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que proviene de la desintegración o alteración física y química de las rocas y de los residuos de las actividades de seres vivos que se asientan sobre ella.
- **Muestreo:** Es la toma de muestras representativas para determinar la naturaleza, calidad y volumen de los recursos naturales y del medio ambiente durante un período determinado.
- **Zonificación:** Es parte del proceso de ordenamiento territorial. Consiste en definir zonas con un manejo o destino homogéneo que en el futuro serán sometidas a normas de uso a fin de cumplir los objetivos para el área.

2.3.2. DEFINICIONES OPERACIONALES.

- **Caracterización de Suelos:** Permite dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir la composición de los elementos en las capas de profundidad.
- **Zonificación geotécnica:** Se presentan como un importante instrumento técnico que permite definir aspectos como: estimación de grado de amenaza por factores naturales, caracterización geotécnica de suelos y rocas, identificación y caracterización de las fuentes de materiales de construcción, definición de la estabilidad posible de cada zona ante obras civiles como edificios o vías, y llegar al uso recomendado del suelo desde el punto de vista de estabilidad.

2.4. FORMULACION DE HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica influye directamente en el desarrollo de proyectos de infraestructura de la Urb. San Juan Pampa en el año 2019.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS

- La caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica influye directamente en los Ensayos estándares y de resistencia para el desarrollo de proyectos de infraestructura del Urb. San Juan Pampa en el año 2019.
- La caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica influye directamente en las Propiedades físicas y mecánicas del suelo para el desarrollo de proyectos de infraestructura del Urb. San Juan Pampa en el año 2019.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

Caracterización del suelo

2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Zonificación Geotécnica

2.5.3. VARIABLES INTERVINIENTES

Crecimiento poblacional

2.6. DEFINICION OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES

Cuadro 01: Matriz de Operacionalización de Variables

Tipo de variable	Nombre de la variable	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente	Caracterización del suelo	Ensayos estándares y de resistencia.	<ul style="list-style-type: none">- Análisis granulométrico- Humedad- Límites de atterberg- Peso específico- Densidad relativa- Corte directo
		Propiedades físicas y mecánicas del suelo.	<ul style="list-style-type: none">- Clasificación.- Propiedades.- Índice.- Peso específico.- Cohesión.- Ángulo de fricción.- Resistencia al corte
Variable Dependiente	Zonificación Geotécnica	Calicatas y Sondeos mecánicos.	<ul style="list-style-type: none">- Calicatas (Pozas)- Sondeo para perforaciones mecánicas.
		Toma de muestras y procesamiento de los datos.	<ul style="list-style-type: none">- Muestras Inalteradas- Muestras Alteradas

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Cuantitativo

3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. MÉTODO GENERAL

La metodología de trabajo empleada para desarrollar el trabajo es de enfoque mixto es decir de trabajos de campo y laboratorio empleando los instrumentos adecuados para la determinación de los principales parámetros de los ensayos estándares y ensayos de corte directo.

3.2.2. MÉTODO ESPECÍFICO

- Desarrollar el trabajo de campo tomando las respectivas muestras con las recomendaciones necesarias para que se pueda llevar acabo con satisfacción.
- Realizar el análisis respectivo a las muestras para la determinación necesaria de los principales parámetros indicadores.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Experimental - Correlacional

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. POBLACIÓN

Esta referido a todo la Urb. San Juan Pampa, distrito de Yanacancha, Provincia Pasco - Región Pasco.

3.4.2. MUESTRA

En este caso para la determinación de muestras se realizó la delimitación del área de estudio, en este caso la Urbanización de San Juan Pampa, una vez obtenida la delimitación se procede al cálculo de la cantidad de calicatas para realizar el estudio correspondiente.

Se realizó un muestreo aleatorio simple.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La investigación se realizó en tres fases:

FASE I

En esta fase se recopiló y se analizó la información existente, basándonos en la información de bibliotecas, entidades gubernamentales, empresas consultoras e investigaciones existentes acordes con el tema, dando como resultado una importante economía de tiempo y mejor calidad en el trabajo.

FASE II

Se hizo el reconocimiento del área en estudio para hacernos una idea de las condiciones existentes. Esto nos permitió conocer los factores más importantes que se adoptan a la hora de hacer una zonificación. Entre los más representativos están: la extensión del área que se quiere zonificar, la cantidad de población, las características topográficas, y las facilidades logísticas como vías de acceso, clima, orden público, etc.

FASE III

Se realizó los trabajos de sondeo y exploración a cielo abierto (12 Sondeos y 17 calicatas), se sacó muestras alteradas e inalteradas para ser ensayadas en el laboratorio de mecánica de suelos.

3.5.2. INSTRUMENTOS

Se trabajó con ensayos de laboratorio existentes y los faltantes se realizaron. Para la compilación de esta información se utilizaron fichas de registro. correspondió a la realización y análisis de los ensayos de laboratorio (algunos de estos ensayos ya se habían realizado y otros estaban pendientes), y a la elaboración de los mapas temáticos (planos). Se llegó a la clasificación final del subsuelo atendiendo parámetros finales como lo fueron la localización general de todos los estudios del inventario, la zonificación según la profundidad del estrato, la zonificación del primer estrato y la zonificación del estrato predominante.

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.6.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.

3.6.1.1. GEOGRAFIA Y UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

3.6.1.1.1. UBICACIÓN.

La Investigación se realizará la Urb. San Juan Pampa, perteneciente al distrito de Yanacancha, una ciudad con trazos urbanísticos modernos. En San Juan funcionan un gran sector de los centros escolares de educación inicial, primaria,

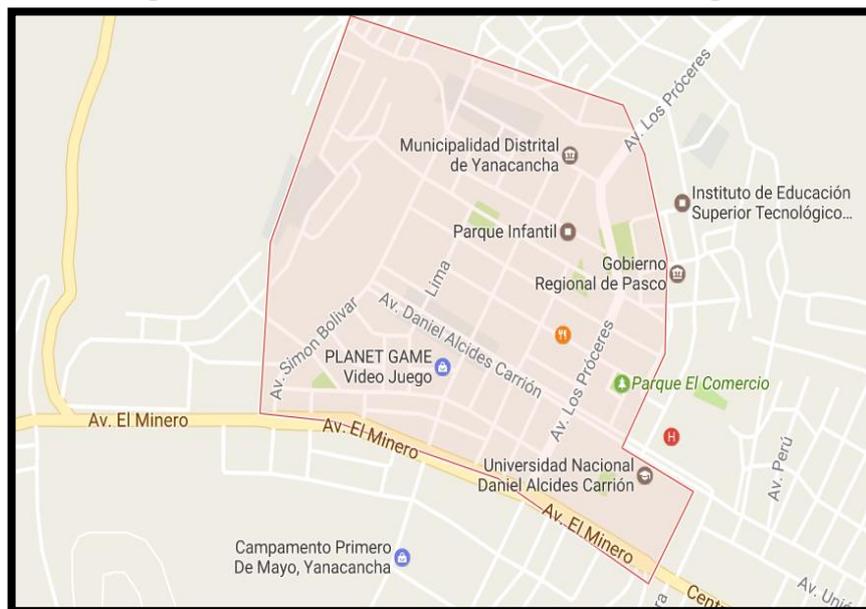
secundaria y superior, como los institutos superiores pedagógico, tecnológicos; y la Universidad Nacional "Daniel A. Carrión". Además, la ciudad cuenta con centros de abastos, Palacio Municipal, dos Iglesias, dos comandancias de la Policía Nacional, dependencias públicas y servicios de transporte urbano e interprovincial.

Cuadro 02: Ubicación de San Juan Pampa

UBICACIÓN DE SAN JUAN PAMPA	
Distrito:	Yanacancha
Provincia:	Pasco
Región:	Pasco
Ubigeo:	190113
Latitud Sur:	10° 39' 52.3" S(0.66452185000)
Longitud Oeste:	76° 15' 17.2" W (6.25478507000)
Huso horario:	UTC-5
Área de investigación	75.33 Has

Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 01: Ubicación del área de investigación



Fuente: Google Maps.

Imagen 02: Foto satelital del área de investigación.



Fuente: Imagen satelital Google Earth: zona de estudio - San Juan Pampa

3.6.1.1.2. CLIMA Y VEGETACION

El clima de la región Pasco es frígida a templada con presencia de viento, granizada, nieve con temperaturas de (7°C) durante el día y por las noches puede llegar hasta una temperatura de (-18°C), con una Humedad de 74%, una precipitación de 910 mm./año y una dirección del viento de 1.4 m/s hacia el norte. En tanto a la vegetación por el mismo hecho de presentar un clima muy brusco es muy reducido en esta zona, donde predomina la presencia de lchu y musgos que son típicos de la región.

3.6.1.1.3. GEOMORFOLOGIA.

La zona de San Juan Pampa presenta una morfología característica que es el resultado de los efectos degradatorios causados por los agentes de meteorización que han actuado sobre las unidades litológicas constituidas en mayor parte por calizas y en menor proporción por areniscas.

Dentro de los agentes meteorizantes que han tenido un papel preponderante en el modelado actual del área ha sido la temperatura del medio ambiente, las precipitaciones pluviales, la escorrentía superficial y subterránea. En la zona de estudio se reconoció extensas áreas en las alturas andinas representadas por superficies de erosión a las que se les denomina Superficie Puna, así mismo reconoció dos períodos de erosión: Estadio Chacra o Valle, con levantamiento de 500 metros de elevación y Estadio Cañón con una elevación aproximada de 1,500 m. Las unidades geomorfológicas del área de estudio han sido delimitadas considerando criterios geográficos, morfoestructurales y litológicos. Se han diferenciado las siguientes unidades geomorfológicas:

Superficie Puna

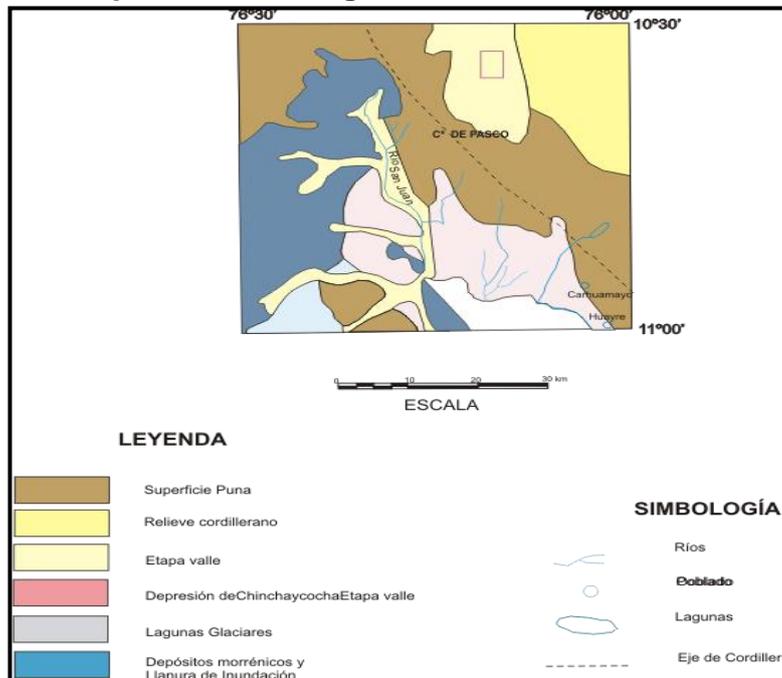
Esta unidad consiste en una superficie pobremente desarrollada, que no ha logrado ser peneplanizada por completo, la superficie se establece truncando los pliegues de la Tectónica Incaica que afecta a los estratos paleozoicos y mesozoicos. En Cerro de Pasco esta superficie es madura, descansa y/o reposa sobre los esquistos del Grupo Excélsior, así como en rocas mesozoicas y pudiendo correlacionarse con una Superficie Eocena, que se encuentra por debajo del Grupo Calipuy, las superficies de erosión pueden ser fácilmente identificadas en las fotografías aéreas e imágenes de satélite, debido a su morfología plana y ondulada.

Relieve Cordillerano

Se encuentra distribuido en los cuadrángulos de Ambo (Nororiental), en Cerro de Pasco (Oriental) y Ondores (Sur Occidental). El relieve es caracterizado por tener una superficie de intensa erosión, laderas post-maduras moderadamente profundas y relativamente empinadas.

Siendo la glaciación cuaternaria uno de los principales agentes que moldea el relieve; la acción del hielo sobre la roca determina la topografía abrupta con: mando los Nevados como: Ashujanca, Pabletanca, Quiulacocha, Alcay y de La Viuda.

Mapa 01: Mapa Geomorfológico de la de Cerro de Pasco



Fuente: Geología del cuadrángulo de Cerro de Pasco 22-k

Lagunas Glaciares

Esta unidad geomorfológica se encuentra en la parte alta del área de estudio que ha sido afectada por la glaciación

pleistocénica con significativa acumulación de hielo que cubren los nevados de Alcay, Jitpa, Lashal y Cordillera La Viuda, ubicadas en el extremo Suroeste del cuadrángulo de Ondores y Noreste del cuadrángulo de Ambo, presenta una alineación Noroeste - Sureste. La formación de las lagunas se debe a las filtraciones de hielo en cubetas labradas por la glaciación, las que tienen como morrenas frontales, de tal manera que la filtración en la zona de estudio sería la causante de estas cubetas creándose las lagunas.

Depósitos Morrénicos y Llanura de Inundación.

Esta unidad se extiende al Noroeste de la localidad de Cerro de Pasco, consiste de una superficie plana con tierras altas que alcanzan una altura promedio de 4,300 msnm. Está moderadamente circundada por una cadena de cerros dentados que forman la divisoria continental, siendo cubierta en la parte baja con depósitos glaciares que forman las grandes morrenas; tal como se puede apreciar en las localidades de Huaracancha y la Hacienda Ranchangaga ubicados al Noreste del cuadrángulo de Ondores. Es posible distinguir depósitos morrénicos de dos diferentes edades.

Etapas Valle

Esta unidad geomorfológica se ubica en el cuadrángulo de Ambo, presentando laderas con pendientes moderadas como las formadas en el río Huertas y demás tributarios, los que llevan sus aguas al río Huallaga alcanzando una dirección de Norte a

Sur. En su recorrido pasa por las localidades de Huariaca, San Rafael y Ambo cortando una serie de rocas paleozoicas como las del Grupo Mitu y el Neo-proterozoico.

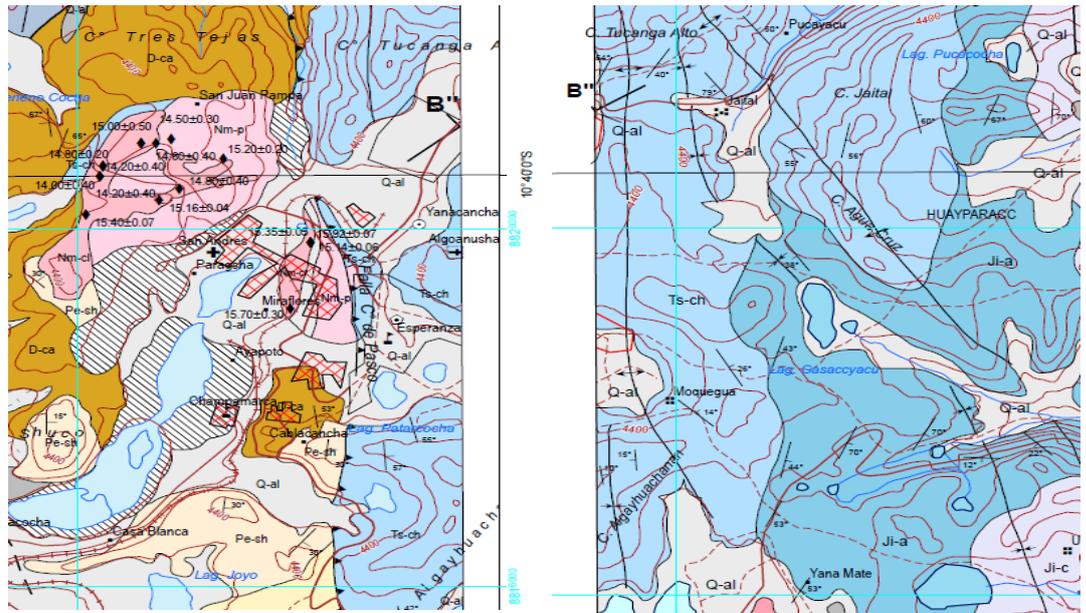
3.6.1.1.4. GEOLOGIA

La evolución geológica del área de estudio se caracteriza por una superposición de eventos tectónicos que abarca desde el Neoproterozoico hasta el Cuaternario Reciente, producidos en tres ciclos orogénicos, correspondiente a la tectónica Proterozoica, Hercínica y Andina.

A fines del Triásico (Noriano) el mar invade sobre una cuenca de subsidencia formado por rocas paleozoicas, depositándose una secuencia carbonatada correspondiente al Grupo Pucará, iniciándose con la Formación Chambará depositada en una cuenca de dirección NO-SE, variando de facies y grosor; así como se ve en Cerro de Pasco. Una falla de subsidencia N-S delimitó en el Triásico un área oriental muy subsidente donde se sedimentó la Formación Chambará conformada por calizas gris oscuras, a veces bituminosas con un grosor superior a 2900 m, y otra área occidental poco subsidente donde la formación Chambará es delgada y pobre en materia orgánica con ciertas intercalaciones de lutitas. Al Sur, en el domo de Mal Paso ocurre lo mismo, es decir, un adelgazamiento puede llegar a los 200 m. Al parecer, están ligados más una depositación reducida durante el Triásico que a una erosión post-Chambará y pre-Aramachay.

Los niveles profundos de la cuenca representada por la Formación Aramachay (Sinemuriano-Hettangiano), es bastante delgado en afloramiento llegando aproximadamente a 50 m. Durante el Jurásico inferior, se incrementan los sedimentos carbonatados con mar somero con desarrollo de facies supra e intermareal por la presencia en ocasiones de estratificación sesgada.

Mapa 02: Mapa geológico de Cerro De Pasco



Fuente: Cartas de INGEMMET (Hoja 22k-cuadrante I y IV) ESTRATIGRAFÍA

La zona de estudio está conformada por rocas mesozoicas carbonatadas pertenecientes al denominado Grupo Pucará. Estos conjuntos de rocas presentan una morfología suave y ondulada; el Grupo Pucará está conformado por las siguientes formaciones: Chambará, Aramachay, y Condorsinga.

Formación Chambará.- Está constituida por una secuencia de calizas masivas, color gris azulino que al ser afectada por la

meteorización adquiere un color amarillo cremoso, presentan nodulos de chert de formas irregulares o lentes paralelos a la estratificación. Tienen una edad mesozoica (Triásico superior).

En otras zonas se presentan como secuencias de calizas potentes de color oscuro a veces bituminosa en la parte superior, con alternancias de niveles de margas y calizas arenosas; estas son observadas a unos kilómetros al norte de Cerro de Pasco donde afloran muy subverticales sobre las areniscas y lutitas del Grupo Excelsior.

En la zona de la falla Milpo-Atacocha se midió una sección constituida en la base por calizas gris claras compactas y masivas con intercalaciones de calizas nodulares, de chert, capas medianas a gruesas con esporádicos niveles delgados de caliza tabular con vetillas de calcita, se caracterizan por ser muy resistentes a la erosión.

En la margen derecha de la quebrada Sharpa son calizas gris claras a oscuras de composición micritica, se intercalan capas delgadas de calizas dolomíticas a dolomitas, margas y lutitas. En los niveles inferiores se presentan calizas nodulares con chert en capas medianas a gruesas con rumbo aproximado norte-sur, con inclinaciones de 70-85° al oeste a veces verticales e invertidos.

En Cerro de Pasco se observa bastante diferenciación dentro de las calizas, las más importantes fueron que al Oeste de la falla de Cerro de Pasco comprendió 674 mt de potencia, mientras que

hacia el Este es de 3,152 mt demostrando con esto que la falla estuvo activa durante el triásico.

Formación Aramachay.- Se caracteriza por presentar calizas tabulares del orden menor de 15cm, de color gris oscuro a bituminoso con niveles margosos y polícticos negros con abundante material orgánico con la presencia de fósiles que caracterizan a esta unidad.

El grosor es variable de un lugar a otro pero se estima en 50 mt (quebrada Atacocha); por lo general es bastante delgado.

Constituye el horizonte guía para determinar las Formaciones Chambará y Condorsinga.

Las capas se presentan pobremente expuestas por la poca resistencia a la erosión, sin embargo, presenta gran amplitud lateral en la cuenca carbonatada triásica-jurásica, que se extiende al Este de Cerro de Pasco donde se observa sus mejores afloramientos a manera de capas delgadas alineadas a veces plegadas del Grupo Pucará.

Así en la quebrada Atacocha se encuentra comprimida por estratos subverticales (Chambará, Condorsinga) presenta calizas bituminosas compactas gris oscuras en bancos medios con presencia de fósiles en margas oscuras.

En la quebrada Sharpa se tienen calizas muy laminares gradando al techo a calizas tabulares muy bituminosas con lutitas negras de olor fétido con abundante cantidad de fauna.

Formación Condorsinga. - Presenta sus afloramientos en Cerro de Pasco, están constituidos por calizas grises en capas delgadas, ligeramente masivos bien estratificados con ciertas intercalaciones de calizas dolomíticas.

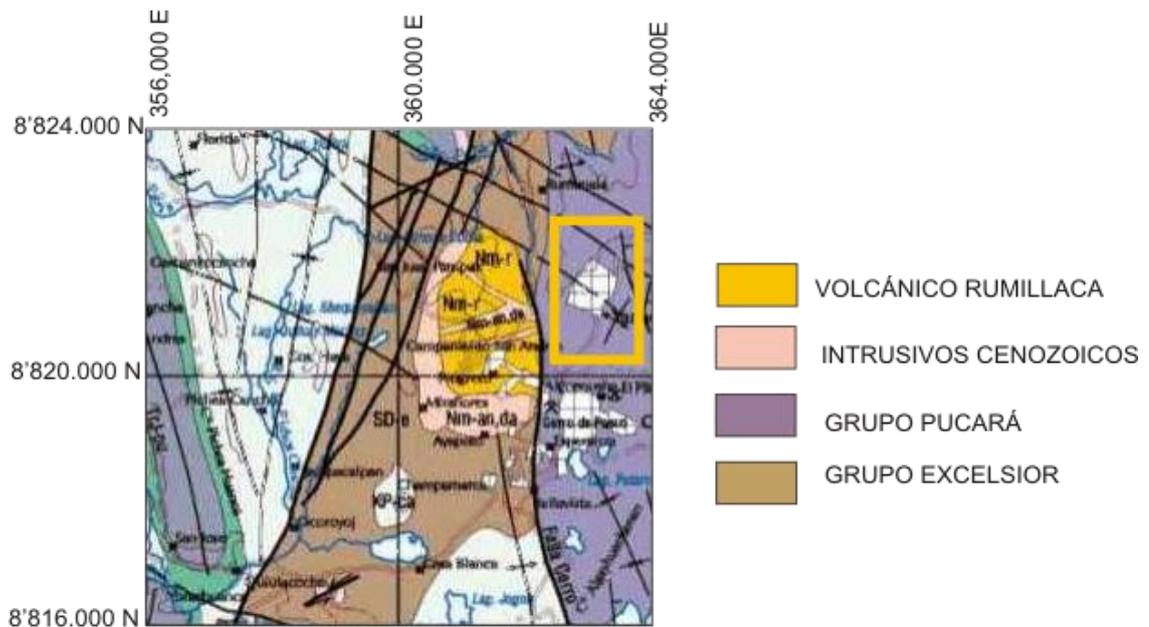
En la quebrada Atacocha presenta calizas beige a gris, comprende en bancos (de grano medio, masivo, al tope degrada a margas gris blanquecinas a rojizas, ocasionalmente contiene nódulos de chert e incipiente estratificación sesgada, indicando depositación poco profunda es decir somera y sometidos a condiciones de energía, así lo demuestra en algunos cortes en el cerro Paraíso y laguna Cutaycocha (Este de Ninacaca). En Huay Huay (ruta a Huachón) se observa formando un sinclinal asimétrico con estructuras locales falladas y flexuradas.

Morfológicamente es suave ondulada con una topografía cárstica, a veces formando colinas.

El espesor de la formación varía de 500 m en el área de Cerro de Pasco a más de 1500 m al S en la zona de Ondores disminuyendo en el domo de Malpaso.

En muchas ocasiones el tope de la Formación Condorsinga se encontró fallas por estructuras regionales de dirección andina, como ocurre en Ninacaca y Carhuamayo; en ocasiones ocupa el núcleo de sinclinales limitado en los flancos por la Formación Aramachay. Esta unidad suprayace en concordancia a las calizas de la Formación Aramachay e infrayace a areniscas del Grupo Goyllarisquizga en la misma posición.

Mapa 03: Mapa Estratigráfico de San Juan Pampa A Escala 1:100,00



Fuente: Cartas de INGEMMET

3.6.1.1.5. GEODINAMICA EXTERNA

En la inspección de campo efectuada en el área de estudio no se han observado fenómenos tectónicos que puedan comprometer la estabilidad de la zona proyectada.

3.6.1.1.6. SISMICIDAD

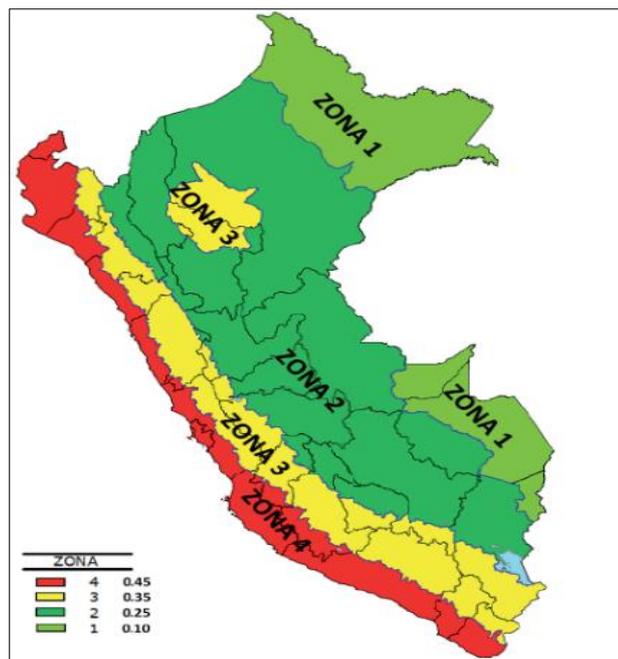
Desde el punto de vista sísmico, el territorio Peruano, pertenece al Círculo Circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica en el mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos telúricos. Pero, dentro del territorio nacional, existen varias zonas que se diferencian por su mayor ó menor frecuencia de estos movimientos, así tenemos que las Normas Sismo - resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, divide al país en tres zonas:

Zona 1.- Comprende la ciudad de Iquitos, y parte del Departamento de Iquitos, parte del Departamento de Ucayali y Madre de Dios; en esta región la sismicidad es baja.

Zona 2.- En esta zona la sismicidad es media. Comprende el resto de la región de la selva, Puno, Madre de Dios, y parte del Cusco. En esta región los sismos se presentan con mucha frecuencia, pero no son percibidos por las personas en la mayoría de las veces.

Zona 3.- Es la zona de más alta sismicidad. Comprende toda la costa peruana, de Tumbes a Tacna, la sierra norte y central, así como, parte de ceja de selva; es la zona más afectada por los fenómenos telúricos. El departamento de Pasco, se encuentra en la Zona 2, que es de Sismicidad media.

Mapa 04: Mapa de zonas sísmicas del territorio peruano.



Fuente: (RNE – E-030 Diseño Sismo resistente)

3.6.1.1.7. HIDROGRAFIA

La región Geomorfológicamente está ubicada en el Nudo de Pasco lo cual implica que la ciudad actúa como una divisoria de agua, dando génesis así a 2 redes Hidrográficas:

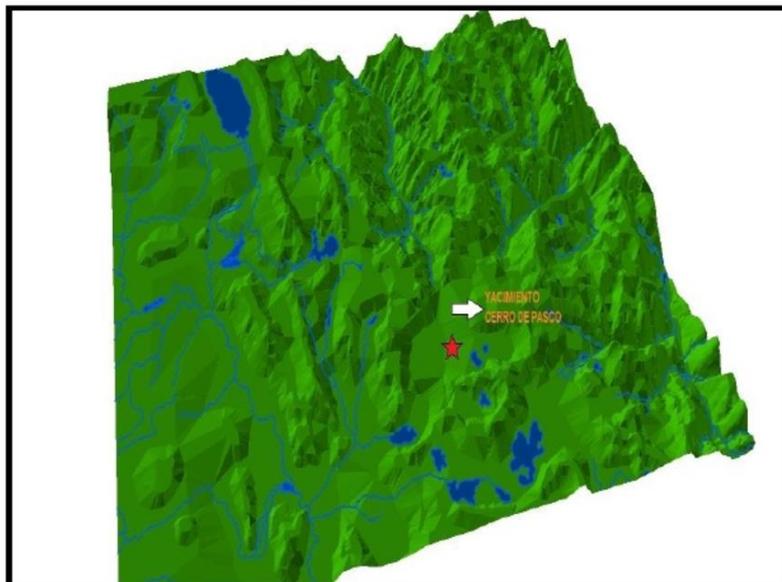
- Rio San Juan:

Esta vertiente tiene una dirección de flujo de N-S, el cual desemboca en una Red Hidrográfica mayor que es la Laguna Chinchaycocha, este a su vez es afluente al rio Mantaro originando así la cuenca del Mantaro.

- Rio Tingo:

Esta vertiente tiene una dirección de flujo de S-N, el cual desemboca en una Red Hidrográfica mayor que es el rio Huallaga, este a su vez es afluente al rio Ucayali originando así la Intercuenca del Alto Huallaga y la Macrocuena Ucayali.

Mapa 05: Mapa Hidrográfico cercano al área de estudio.



Fuente. Geología y Geomorfología de Cerro de Pasco.

3.6.1.2. ANTECEDENTES DE EMS DE PROYECTOS ENCONTRADOS EN EL AREA DE INVESTIGACION.

Antes de iniciar con el trabajo de campo, se recopiló y evaluó toda la documentación técnica disponible con la finalidad de determinar las propiedades físicas, y mecánicas en la zona de San Juan Pampa para la construcción de Infraestructuras y edificaciones para sectores públicos como privados, se realizaron estudios de mecánica de suelos determinando así el tipo de suelo en la cual irá asentada la edificación donde se efectuaron ensayos de campo y laboratorio los cuales fueron elaborados en los diferentes laboratorios de suelos en nuestra región de Pasco.

Se realizó una recopilación de información de los estudios de Mecánica de suelos, estudios geotécnicos, etc. que se encuentran dentro y cerca de la zona de estudio, de todos los proyectos elaborados por las entidades públicas como son: El Gobierno Regional de Pasco, la Municipalidad Distrital de Yanacancha, la Municipalidad Provincial de Pasco y la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Estos estudios de Mecánica de Suelos fueron tomados de proyectos que fueron ejecutados, también de proyectos que se encuentran en etapas de estudio. Estos estudios fueron solicitados a la Municipalidad Distrital de Yanacancha y al Gobierno regional de Pasco. Se pudo obtener 11 proyectos que contaban con estudios de Mecánica de suelos (Ver cuadro 3).

Cuadro 03: Proyectos Recopilados con EMS de la Urbanización San Juan Pampa - Distrito de Yanacancha.

EST.	NOMBRE DE ESTUDIO	DIRECCIÓN	Prof (m)	FECHA	EMPRESA ENCARGADA DEL EMS
E01	INSTALACION DEL AUDITORIUM DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNDAC	CIUDAD UNIVERSITARIA - UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION - YANACANCHA - PASCO	1.8	2017	CONSULTORÍA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DASH & LEO E.I.R.L
E02	AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE EDUCACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE PASCO, PASCO - PASCO	CIUDAD UNIVERSITARIA - UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION - YANACANCHA - PASCO	3	2016	CONSULTORA CONSTRUCTORA GEO ELUNI EIRL
E03	E. S.F.C. PALACIO MUNICIPAL DE YANACANCHA	JR LAS AMERICAS S/N - URB SAN JUAN	4.5	2015	GETOPSE E.I.R.L
E04	INSTALACIÓN CAMPO DEPORTIVO MANUEL ROJAS	JR. MANUEL ROJAS (YANACANCHA)	1.5	2015	
E05	MEJORAMIENTO DE LA AV. GRAU ENTRE EL TRAMO PASAJE 7 E INTERCAMBIO VIAL-PARQUE ANDRES URBINA ACEVEDO Y CONSTRUCCIÓN DE VEREDAS Y ESCALINATAS	AV. GRAU, ENTRE EL TAMBO Y PASAJE 7 CONTORNO ESTE DEL AA.HH. ARTURO ROBLES MORALES, DISTRITO DE YANACANCHA - PASCO - PASCO	1.5	2015	INGEOMECANIC
E06	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MARÍA PARADO DE BELLIDO DEL DISTRITO DE YANACANCHA - PASCO - PASCO	I.E. MARIA PARADO DE BELLIDO - SAN JUAN PAMPA - YANACANCHA - PASCO	2.5	2015	FAVICA INGENIEROS S.A.C
E07	MEJORAMIENTO DE PISTAS Y VEREDAS DE LA AVENIDA BOLIVAR DE LA URBANIZACION SAN JUAN	AVENIDA LAS AMERICAS - AV BOLÍVAR	1.5	2014	CONSULTORÍA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS DASH & LEO E.I.R.L

E08	E.S.F.C. HOSPITAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN	AV DANIEL ALCIDES CARRIÓN	-	2013	ING. PEDRO E. ALARCON FARFAN
E09	INSTALACIÓN DEL PABELLÓN Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS DE LA UNDAC - PASCO	CIUDAD UNIVERSITARIA - UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION - YANACANCHA - PASCO	1.60- 2.20	2013	GEOMINGE S.A.C
E10	MEJORAMIENTO INTEGRAL DE PISTAS Y VEREDAS	ASOCIACIÓN 27 DE NOVIEMBRE, AA.HH., AV. EL MINERO	1.40 -1.50	2012	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES - EMS
E11	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE	AA. HH. COLUMNA PASCO – II ETAPA	1.20 - 2.80	2010	ING. DORIS ELISABETH ALVARADO LINARES

Fuente. Elaboración Propia.

Cuadro 04: Resumen de Resultados de Laboratorio de Mecánica de Suelos de Proyectos Ubicados en el área de Investigación – San Juan Pampa.

ITEM	PROYECTO	CAL	Prof (m)	COHESION (kg/cm2)	Peso Específico Ton/m3	Angulo de Fricción ϕ	w(%)	LL	LP	IP	N.F.	SUCS	AASHTO	Descripción	ENSAYOS QUE REALIZARON	
															ENSAYOS ESTÁNDAR	ENSAYO DE RESISTENCIA
E01	INSTALACION DEL AUDITORIUM DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNDAC	C1	0.00 - 0.10								NP	Pt	Pt	Material afirmado, anteriormente colocado con materia orgánica		
			0.10 - 1.70	0.02	1.95	20.29	9.4	41.9	28.8	13.1	NP	SP-SM	A-2-7	Arena Mal gradada, limosa marrón claro Beige Textura sub angulosa, humedad baja, tiene poca plasticidad presenta bolonerías	Análisis Granulométrico · Límite Líquido · Límite Plástico · Contenido de Humedad · Clasificación SUCS Y Clasificación AASHTO	CORTE DIRECTO
E02	AMPLIACIÓN DE LOS SERVICIOS DE EDUCACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE PASCO, PASCO - PASCO	C1	0.00 - 0.20								NP	Pt	Pt	De 0.00m a 0.20m encontramos material de turba orgánica (Pt), de color marrón semi claro, estado húmedo, ver panel fotográfico adjunto en el inicio de la actividad de la calicata, presencia de tierra orgánica. De 0.20m a 1.50m la presencia de Arcilla Inorgánica de baja plasticidad (CL). No garantiza una buena capacidad de soporte para base, presenta un porcentaje granular equivalente a 24.36%. De 1.50m a 2.60m la presencia de la combinación de Arena mal Graduada con Arena Limosa (SP-SM) sin presencia de plasticidad. Si garantiza una buena capacidad de soporte para base, presenta un porcentaje granular equivalente a 89.60%.	Análisis Granulométrico · Límite Líquido · Límite Plástico · Contenido de Humedad · Clasificación SUCS Y Clasificación AASHTO.	CORTE DIRECTO
			0.20 - 1.50	0.0505	2.308	23.18	3.97	27		11	NP	CL	A-6			
			1.50 - 2.60	0.0036	2.412	27.26	4.75				NP	SP - SM	A-1-b			
		2.60 - 3.00	0.0033	2.424							NP	SP - SM	A-1-b			
		C2	0.00 - 0.30								NP	Pt	Pt	De 0.00m a 0.30m encontramos material de turba orgánica (Pt), de color marrón		

		0.30 - 1.30	0.0027	2.376	26.73	4.96	26		10	NP	SC	A-4	<p>semi claro, estado húmedo, ver panel fotográfico adjunto en el inicio de la actividad de la calicata, presencia de tierra orgánica. De 0.30m a 1.30m la presencia de Arena Arcillosa Inorgánica de baja plasticidad (SC). No garantiza una buena capacidad de soporte para base, presenta un porcentaje granular equivalente a 52.55%. De 1.30m a 2.30m la presencia de la combinación de Arena Limosa (SM) sin presencia de plasticidad. Si garantiza una buena capacidad de soporte para base, presenta un porcentaje granular equivalente a 85.86%.</p> <p>De 0.00m a 0.25m encontramos material de turba orgánica (Pt), de color marrón semi claro, estado húmedo, ver panel fotográfico adjunto en el inicio de la actividad de la calicata, presencia de tierra orgánica. De 0.25m a 1.10m la presencia de una combinación de Arena mal Graduada con Arena Arcillosa de baja plasticidad (SP-SC). No garantiza una buena capacidad de soporte para base ya que debajo de este material tenemos un estrato arcilloso, presenta un porcentaje granular equivalente a 90.35%. De 1.10m a 2.25m la presencia de Arcilla Inorgánica (CL) de baja plasticidad. No garantiza una buena capacidad de soporte para base, presenta un porcentaje granular equivalente a 38.19%.</p>
		1.30 - 2.30	0.0035	2.402	27.15	5.6				NP	CM	A-1-b	
		2.30 - 3.00	0	2.528						NP	GP - GM	A-1-a	
		000 - 0.25			32					NP	Pt	Pt	
		0.25 - 1.10	0.0023	2.424	27.63	4.6	19		5	NP	SP - SC	A-1-a	
		1.10 - 2.25	0.05	2.353	22.59	4.6	19		5	NP	CL	A-6	
	C3	2.25 - 3.00	0.003	2.437						NP	CM	A-2-4	
					26.84								
	C4	000 - 0.20								NP	Pt	Pt	
		0.20 - 2.00	0.0015	2.609	31.25	3.9				NP	GM	A-1-a	

		2.00 - 3.00	0.001	2.554						NP	GP - GM	A-1-a	actividad de la calicata, presencia de tierra orgánica. De 0.20m a 2.00m la presencia de Grava mal Graduada sin presencia de plasticidad (GM). Si garantiza una buena capacidad de soporte para base, presenta un porcentaje granular equivalente a 87.65%.
	C5	0.00 - 0.20								NP	Pt	Pt	De 0.00m a 0.20m encontramos material de turba orgánica (Pt), de color marrón semi claro, estado húmedo, ver panel fotográfico adjunto en el inicio de la actividad de la calicata, presencia de tierra orgánica. De 0.20m a 1.20m la presencia de una combinación de Arcilla Inorgánica y Limo Inorgánico de baja plasticidad (CL-ML). No garantiza una buena capacidad de soporte para base, presenta un porcentaje granular equivalente a 42.57%. De 1.20m a 2.10m la presencia de Arcilla Inorgánica de baja plasticidad (CL). No garantiza una buena capacidad de soporte para base, presenta un porcentaje granular equivalente a 23.13%. De 2.10m a 2.60m la presencia de una combinación de Arena mal Graduada con Arena Limosa Inorgánica sin presencia de plasticidad (SP-SM). Si garantiza una buena capacidad de soporte para base, presenta un porcentaje granular equivalente a 88.11%.
		0.20 - 1.20	0.03	2.265	23.95	5.53	33		5	NP	CL - ML	A-4	
		1.20 - 2.10	0.05	2.254	22.95					NP	CL	A-6	
		2.10 - 2.60	0.003	2.353	27.36					NP	SP - SM	A-1-b	
		2.60 - 3.00	0.001	2.595						NP	GP	A-1-a	
					32								
	C6	0.00 - 0.20								NP	Pt	Pt	De 0.00m a 0.20m encontramos material de turba orgánica (Pt), de color marrón semi claro, estado húmedo, ver panel fotográfico adjunto en el inicio de la actividad de la calicata, presencia de tierra orgánica. De 0.20m a 1.00m la presencia
		0.20 - 1.00	0.005	2.319	25.88	6.48	34		16	NP	SC	A-6	
		1.00 - 2.30	0.003	2.389	27.12	9.69				NP	SM	A-2-4	

			2.30 - 3.00	0.0015	2.554						NP	GP - GC	A-2-6	de una Arena arcillosa Inorgánica de baja plasticidad (SC). No garantiza una buena capacidad de soporte para base, presenta un porcentaje granular equivalente a 58.37%. De 1.00m a 2.30m la presencia de Arena Limosa Inorgánica de baja plasticidad (SM). No garantiza una buena capacidad de soporte para base, presenta un porcentaje granular equivalente a 78.07%.		
						31.85										
E03	E. S.F.C. PALACIO MUNICIPAL DE YANACANCHA	C1	0.00-0.30m	-	-	-	-	-	-	-	NP	PT	A-8	Materila organico	Análisis Granulométrico · Límite Líquido · Límite Plástico · Contenido de Humedad · Clasificación SUCS Y Clasificación AASHTO.	CORTE DIRECTO
			0.30-6.00m	0.6	1.518	21.5	16.2	32.26	19.01	13.25	NP	SC	A-2-6	Arena Arcillosa. Mezcla de arenas y arcillas de color marrón		
		C2	0.00-0.30m	-	-	-	-	-	-	-	NP	PT	A-8	Materila organico		
			0.30-6.00m	0.5	1.5	21.9	19.1	31.27	17.63	13.64	NP	SC	A-2-6	Arena Arcillosa. Mezcla de arenas y arcillas de color marrón		
		C3	0.00-0.30m	-	-	-	-	-	-	-	NP	PT	A-8	Materila organico		
			0.30-6.00m	0.5	1.557	22.1	16.47	28.2	15.31	12.89	NP	SC	A-2-6	Arena Arcillosa. Mezcla de arenas y arcillas de color marrón		
E04	INSTALACIÓN CAMPO DEPORTIVO MANUEL ROJAS	C1	0.00-0.25m								NP	PT	A-8	SUELO ORGANÍCO ARCILLA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD ARENOSA	Análisis Granulométrico · Límite Líquido · Límite Plástico · Contenido de Humedad · Clasificación SUCS Y Clasificación AASHTO.	PROCTOR MODIFICADO
			0.25-1.50m		1.917			20.29	36.5	20.1		NP	CL				A-6 (9)
		C2	0.00-0.20m									NP	PT	A-8			SUELO ORGANÍCO
0.20-1.50m				1.914			18.75	38.93	19.52		NP	CL	A-6 (15)	ARCILLA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD ARENOSA		
E05	MEJORAMIENTO DE LA AV. GRAU ENTRE EL TRAMO	C1	0.00 - 0.17								NP	Pt	Pt	Material grava arena arcillosa con presencia de limos, material plastico.	Análisis Granulométrico	PROCTOR MODIFICADO

	PASAJE 7 E INTERCAMBIO VIAL- PARQUE ANDRES URBINA ACEVEDO Y CONSTRUCCIÓN DE VEREDAS Y ESCALINATAS		0.17 - 1.50				6.7	23.3	17.45	5.85		SM - SC	A-1-b	Suelo en estado compacto hasta una profundidad de 0.30 m., suelo semi-compacto a una profundidad de 0.30m hasta una profundidad de 1.50 m., color cafe, Presencia de piedra tamaño maximo de 4". Porcentaje de humedad medio.	<ul style="list-style-type: none"> · Límite Líquido · Límite Plástico · Contenido de Humedad · Clasificación SUCS Y Clasificación AASHTO. 	
E06	MEJORAMIENTODE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA MARÍA PARADO DE BELLIDO DEL DISTRITO DE YANACANCHA - PASCO - PASCON	C1	0.00 - 0.90									SC - SM	A-2-4	Arena Ilmosa y vetas tipo arcillosas, suelo de grano fino y sucio mezcla con material orgánico y raíces de color marrón claro, presenta mediana humedad y poca plasticidad.	<ul style="list-style-type: none"> · Análisis Granulométrico · Límite Líquido · Límite Plástico · Contenido de Humedad · Clasificación SUCS Y Clasificación AASHTO. 	ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM 03080
		C1	0.90 - 3.00	0.05		27.7		26	20	6	NP	SC - SM	A-2-4	Arena limo arcillosa, suelo de i grano fino, mezcla con material orgánico de color marrón oscuro, de mediana humedad, estrato con gravas aisladas, de mediana i plasticidad estrato denso	<ul style="list-style-type: none"> · Análisis Granulométrico · Límite Líquido · Límite Plástico · Contenido de Humedad · Clasificación SUCS Y Clasificación AASHTO. 	
		C1	0.00- 1.50m				18.6	21.7	13.1	8.6	NP	SP	A-2-4	Arena Pobremente Gradada con presencia de Arcilla de color Amarillento oscuro sin olor		
		C2	0.00- 1.50m				19.5	21.7			NP	SP	A-2-4	Arena Pobremente Gradada con presencia de Arcilla de color marrón oscuro sin olor.	<ul style="list-style-type: none"> · Análisis Granulométrico 	
E07	MEJORAMIENTO DE PISTAS Y VEREDAS DE LA AVENIDA BOLIVAR DE LA URBANIZACION SAN JUAN	C3	0.00- 1.50m				16.3	24.9	15.7	9.2	NP	GP	A-2-a	Grava mal graduada con presencia de Arcilla de color Amarillento claro sin olor.	<ul style="list-style-type: none"> · Límite Líquido · Límite Plástico · Clasificación SUCS Y Clasificación AASHTO. 	PROCTOR MODIFICADO -CBR
		C4	0.00- 1.50m				15.0	36.3	29.5	6.8	NP	GP	A-2-a	Grava mal graduada con presencia de Arcilla de color Amarillento claro sin olor.		
		C5	0.00- 1.50m				17.3	22.1	13.1	9.0	NP	GP	A-2-a	Grava mal graduada con presencia de Arcilla de color marron claro sin olor.		
		C6	0.00- 1.50m				20.2	21.8	14.8	7.0	NP	SP	A-2-a	Arena pobremente graduada, con presencia de arcilla		
		C7	0.00- 1.50m				16.4	21.4	14.8	6.6	NP	SC	A-2-4	Arena Arcillosa con presencia de Indice de Plasticidad		

		C8	0.00-1.50m				22.1	26.6	19.1	7.4	NP	SC	A-2-4	Arena Arcillosa con presencia de Índice de Plasticidad		
		C9	0.00-1.50m				17.8	28.4	20.1	8.3	NP	SP	A-2-4	Arena pobremente graduada, con presencia de arcilla		
		C10	0.00-1.50m				20.5	22.5	16.2	6.3	NP	SP	A-1-a	Arena Pobremente Gradada con presencia de Arcilla de color Marron oscuro sin olor		
		C11	0.00-1.50m				12.6	18.8	9.5	9.3	NP	SP	A-2-4	Arena Pobremente Gradada con presencia de Arcilla de color plomiso oscuro sin olor.		
		C12	0.00-1.50m				11.9	20.9	11.3	9.6	NP	SP	A-2-4	Arena pobremente graduada con presencia de Arcilla de color plomiso claro sin olor.		
		C13	0.00-1.50m				14.9	28.2	19.8	8.4	NP	GP	A-2-4	Grava mal graduada con presencia de Arcilla de color plomiso oscuro sin olor.		
		C14	0.00-1.50m				17.6	40.7	31.3	9.4	NP	GP	A-2-4	Grava mal graduada con presencia de Índice de plasticidad de color amarillento claro sin olor		
		C15	0.00-1.50m				20.3	29.8	21.5	8.3	NP	GP	A-2-4	Grava mal graduada con presencia de Índice de plasticidad de color amarillento e marron sin olor		
E08	E.S.F.C. HOSPITAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN	C1	0.00-1.50m	0.0345		39.5	-	-	-	-	NP	-	-	ROCA	Compresión SIMPLE en roca ASTM D-2938 - Compresión Triaxial en roca ASTM D-2664-95	
E09	INSTALACIÓN DEL PABELLÓN Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS DE LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS DE LA UNDAC - PASCO	C1	0.00 - 0.70								NP	Pt	Pt	Grava Pobremente Graduada con Arcilla y Arena Arcilla limosa y Arena.	Análisis Granulométrico · Límite Líquido · Límite Plástico	CORTE DIRECTO
			0.70 - 1.40	0.013	1.98	26	9.1				NP	GC				
			1.40 - 2.20				9.1	23	15	8	NP	GP - GC	A-2-4			
		C2	0.00 - 0.80				6.7				NP	GC		Grava Bien Graduada con Arcilla y ArenafArcilla limosa y Arena		
			0.80 - 1.60	0.013	2	26	6.7	24	16	8	NP	GW - GC	A-2-4			
		C3	0.00 - 1.60	0.013	1.96	26	10.1	23	17	6	NP	GC - GM	A-1-b	Grava Limosa Arcillosa con Arena		

E10	MEJORAMIENTO INTEGRAL DE PISTAS Y VEREDAS ASOCIACIÓN 27 DE NOVIEMBRE, AA.HH., AV. EL MINERO	C1	0.00 - 0.42				11.58	25		3.5								Suelo formado por gravas bien graduadas, con mezclas de gravas, arena y limo, suelo poco granular.	Análisis Granulométrico · Límite Líquido · Límite Plástico · Clasificación SUCS Y Clasificación AASHTO	*ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO *ENSAYO DE C.B.R	
										21.5	NP	GW- GM	A-1-a								
			0.42 - 1.08					12.05	21.8	19.5	2.3										Suelo formado por arenas mal graduadas, con mezclas de gravas, arena y limo. Suelo de mediana humedad, baja plasticidad, poco suelto.
												NP	SP- SM	A-1-a							
		C2	0.00 - 0.53					11.75	23.9	21	2.9										Suelo formado por grava bien graduadas, con mezclas de gravas, arenas y limo.
													NP	GW- GM	A-1-a						
	0.53 - 0.87					13.44	25	20.3	4.7								Suelo formado por arenas limosas, mezclas de gravas, arenas, limo y arcilla.				
C3	0.00 - 0.60					13.75	22	19.6	2.4								Suelo formado por gravas bien graduadas, con mezclas de gravas, arenas y poco limo.				
											NP	GW- GM	A-1-a								

Imagen 03: Foto satelital de ubicación de EMS existentes en el área de investigación.



Fuente: Elaboración Propia.

3.6.2. RECONOCIMIENTO VISUAL IN SITU.

Etapa en la que se recopila la información básica que tenemos en los planos, nos ubicamos en las zonas en que vamos a realizar los estudios y hacemos un recorrido del área. Esta fase de la zonificación es muy importante porque recorriendo el lugar vamos a tener una idea clara y precisa de cómo es el suelo en su superficie, así observamos si las calles están pavimentadas, que tipos de pavimentos tienen, donde existen áreas verdes, donde existen áreas sin construir y a que están destinadas, etc. Todos estos datos los registraremos en una libreta de campo. Estos datos van a ser unos de los índices que determinarán el tipo de

instrumentos o equipo a usar en nuestro proyecto. También se puede incluir en esta etapa el estudio de mapas geológicos y de datos de sondeos realizados anteriormente en las proximidades del lugar, de los que puede deducirse una idea general sobre las condiciones probables del subsuelo.

3.6.3. TRABAJO DE CAMPO.

Una vez recopilando toda la información de estudios de mecánica de suelos existentes en el área de investigación y realizando el reconocimiento insitu, se realiza los trabajos de campo correspondiente a la investigación, que son el sondeo y las exploraciones a cielo abierto (calicatas).

Para ello se realiza la planificación y ejecución de Calicatas y sondeos, teniendo en cuenta el reglamento nacional de edificaciones norma E-050, "Suelos y cimentaciones" y las Normas Técnicas Peruanas. Para la exploración y muestreo de 17 calicatas y 12 sondeos. (Ver descripción detallada en el Item 4.1. *Descripción de trabajo de campo*).

3.6.4. ANÁLISIS DE DATOS - ENSAYOS DE LABORATORIO

La profundidad máxima alcanzada fue de 4.00 metros, tomados a partir del terreno natural, dichas calicatas fueron distribuidas en toda la zona del proyecto; lo cual permitió visualizar la estratigrafía y determinar el tipo de ensayos de laboratorio a ejecutar de las muestras disturbadas representativas.

Al igual que en el caso de los ensayos “in situ”, existe una gran variedad de ensayo de laboratorio disponibles, dependiendo de las características del terreno. Los ensayos más usuales son los de identificación, de resistencia y de deformabilidad. La toma de muestras debe ser lo más representativa posible de la realidad a analizar y durante su envío hasta el laboratorio, se cuidará de que las muestras no sufran deterioros o mezclas de las mismas, que nos puedan inducir errores en los resultados obtenidos.

3.6.4.1. ENSAYOS ESTÁNDAR.

Se realizaron los siguientes ensayos:

- 25 ensayos de Análisis Granulométrico - ASTM D-422.
- 25 ensayos de Límite Líquido, Límite Plástico e índice plasticidad - ASTM D-4318.
- 25 ensayos de Contenido de humedad - ASTM D-2216.

3.6.4.1.1. CONTENIDO DE HUMEDAD.

a. Objetivo del ensayo:

Determinar el contenido de humedad (agua) de una muestra de suelo mediante secado en horno.

b. Equipos y materiales utilizados:

- Horno de secado, capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

- Balanza de 0,01 g de precisión para muestras de hasta 200 g de masa.
- Equipo de manipuleo: espátulas, 04 recipientes (contenedores identificados por un nro.) Y cucharas.
- Una porción de terreno húmedo.

c. Cálculo y resultados:

- Se calcula el contenido de humedad de la muestra con la expresión siguiente:

$$w(\%) = \frac{(P_1 - P_2)}{(P_2 - P_3)} \times 100 \quad \text{donde:}$$

$W\%$ = contenido de humedad expresado en porcentaje

P_1 = peso de la tara más el suelo húmedo

P_2 = peso de la tara más el suelo seco al horno

P_3 = peso de la tara.

d. Resultados

El resultado de la determinación de humedad nos dice que la muestra escogida varia, la humedad que tiene el suelo y no son iguales en todas las direcciones.

Tabla 07: Resultados de contenido de humedad de calicatas

CALICATA # 01

RESUMEN DE CALICATA C - 01					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C01- HOR. A	SM	20.50%	33	28	5
C01- HOR. B	GM	8.19%	33	28	5
C01- HOR. C	SM	12.32%	35	28	7
C01- HOR. D	SM	11.28%	31	23	8

CALICATA # 02

RESUMEN DE CALICATA C - 02					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C02 - E01	SP	10.08%	NP	NP	NP
C02 - E02	SP	9.01%	27	17	10
C02 - E03	SP	8.70%	NP	NP	NP
C02 - E04	GW	9.58%	32	23	9

CALICATA # 03

RESUMEN DE CALICATA C - 03					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C03 - E01	SP - SM	12.81%	32	24	8
C03 - E02	GP	14.08%	NP	NP	NP
C03 - E03	GW	10.31%	38	23	15
C03 - E04	GP - GM	13.97%	38	26	12

CALICATA # 04

RESUMEN DE CALICATA C - 04					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C04 - E01	GM	32.12%	33	29	4
C04 - E02	GP	16.14%	NP	NP	NP
C04 - E03	GC	10.43%	20	16	4
C04 - E04	SP-SM	19.11%	34	30	4
C04 - E05	SM	17.48%	23	22	1

CALICATA # 10

RESUMEN DE CALICATA C - 02					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C02 - E01	GC	28.73%	25	18	7
C02 - E02	SW-SM	17.84%	23	21	2
C02 - E03	GP-GM	19.99%	22	21	1
C02 - E04	GW-GM	15.39%	22	21	1
C02 - E05	GM	10.72%	22	20	2

CALICATA # 11

RESUMEN DE CALICATA C - 11					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C11 - E01	GW-GM	17.93%	24	23	1
C11 - E02	GW-GC	11.61%	19	18	1
C11 - E03	SP - SC	9.75%	20	19	1

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 04: Materiales utilizados para ensayo de contenido de humedad



3.6.4.1.2. ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

El estudio de las propiedades de los suelos, se fundamentó en que las propiedades mecánicas dependen directamente de la distribución de las partículas constituyentes según los tamaños.

A) Objetivo

El objetivo principal es Determinar la distribución de las partículas en función del tamaño, de la muestra representativa de suelo de grano grueso, mediante el ensayo granulométrico por tamizado.

Establecer los requisitos de gradación y calidad para los suelos.

b) Material y equipos

- Horno de secado, capaz de mantener una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Balanza de 0,01 g de precisión para muestras de hasta 200 g de masa.
- Bandeja de metal.
- Bandeja de plástico, escobilla.
- Equipo de manipuleo: espátulas, 02 recipientes (contenedores identificados por un Nro.) y cucharas.
- Una porción de terreno húmedo.
- Serie de Tamices. Son una serie de tazas esmaltadas a través de las cuales se hace pasar una muestra de suelo, su orden es de mayor a menor.

En su orden se utilizarán los siguientes tamices: tamiz 3, 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", # 4, # 10, # 20, # 40, # 50, # 80, # 100, # 200, y platillo.

c) Cálculo y resultado

Se considera que una buena granulometría es aquella que está constituida por partículas de todos los tamaños, de tal manera que los vacíos dejados por las de mayor tamaño sean ocupados por otras de menor tamaño y así sucesivamente.

Para el estudio de suelos en referencia se encontraron los siguientes pesos entre grava y arena.

3.6.4.1.3. LIMITES DE ATTERBERG O DE CONSISTENCIA

En la mayoría de suelos existentes, cuando estos se moldean sin romperse hasta cierto límite al alterar el contenido de agua si es necesario, adoptan la consistencia característica denominada plástica. Entre los límites de Atterberg se encuentran los siguientes estudios:

- Límite Líquido.
- Límite Plástico
- Índice de Plasticidad.

I) LIMITE LÍQUIDO (LL)

El contenido de agua existente en este límite, se define como la humedad necesaria para que el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo, se cierre a lo largo de su fondo en una distancia de 1/2", cuando se deja caer la cuchara 25

veces desde una altura de 1cm, y a una velocidad de dos golpes por segundo.

a. Objetivo general.

Determinar el Límite líquido de la muestra mediante el método mecánico.

b. Equipos y materiales

- Plato de evaporación: De porcelana un diámetro aproximado de 120 mm.
- Espátula: Con una hoja flexible de aproximadamente 75mm de largo y 20mm de ancho.
- Aparato de límite líquido: copa de Casagrande
- Acanalador: Combinación de acanalador.
- Recipientes. Para las muestras de contenido de humedad.
- Balanza. Con una precisión de 0.01(g)
- Probeta. Con una capacidad de 25 ml. Y un horno

c. Cálculos y resultados

Para realizar este ensayo usamos muestra de tamaño inferior al tamiz 0.5 (básicamente arcillas) y la amasamos usando espátulas.

Los resultados del presente estudio se muestran en la siguiente tabla 16.

Tabla 08: Resultados de Limite liquido de calicatas

CALICATA # 01

RESUMEN DE CALICATA C - 01					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C01- HOR. A	SM	20.50%	33	28	5
C01- HOR. B	GM	8.19%	33	28	5
C01- HOR. C	SM	12.32%	35	28	7
C01- HOR. D	SM	11.28%	31	23	8

CALICATA # 02

RESUMEN DE CALICATA C - 02					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C02 - E01	SP	10.08%	NP	NP	NP
C02 - E02	SP	9.01%	27	17	10
C02 - E03	SP	8.70%	NP	NP	NP
C02 - E04	GW	9.58%	32	23	9

CALICATA # 03

RESUMEN DE CALICATA C - 03					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C03 - E01	SP - SM	12.81%	32	24	8
C03 - E02	GP	14.08%	NP	NP	NP
C03 - E03	GW	10.31%	38	23	15
C03 - E04	GP - GM	13.97%	38	26	12

CALICATA # 04

RESUMEN DE CALICATA C - 04					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C04 - E01	GM	32.12%	33	29	4
C04 - E02	GP	16.14%	NP	NP	NP
C04 - E03	GC	10.43%	20	16	4
C04 - E04	SP-SM	19.11%	34	30	4
C04 - E05	SM	17.48%	23	22	1

CALICATA # 10

RESUMEN DE CALICATA C - 02					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C02 - E01	GC	28.73%	25	18	7
C02 - E02	SW-SM	17.84%	23	21	2
C02 - E03	GP-GM	19.99%	22	21	1
C02 - E04	GW-GM	15.39%	22	21	1
C02 - E05	GM	10.72%	22	20	2

CALICATA # 11

RESUMEN DE CALICATA C - 11					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C11 - E01	GW-GM	17.93%	24	23	1
C11 - E02	GW-GC	11.61%	19	18	1
C11 - E03	SP - SC	9.75%	20	19	1

Fuente: Elaboración Propia

II) LIMITE PLASTICO (LP)

Determinar el límite plástico de los suelos, el cual se define como el contenido de agua, expresado en porcentaje del peso del suelo seco al horno, cuando el suelo se encuentra

en el límite entre los estados plásticos y semisólido. El contenido de agua en este límite, se define como el contenido más bajo de agua al cual el suelo es rolado en hilo de 3.2 mm sin que se rompa en pedazos.

a. Objetivo.

Determinar el límite plástico de los suelos mediante el método mecánico.

b. Equipos y materiales

- Plato de evaporación. De porcelana, con un diámetro de aproximadamente 120 mm.
- Espátula. Con una hoja flexible de aproximadamente 75 mm de largo y 20 mm de ancho.
- Recipientes. Para muestras de contenido de humedad.
- Balanza. Con una precisión de 0,01 g.
- Pizeta. Para agregar agua al material.
- Horno.

c. Cálculos y resultados

Para realizar este ensayo usamos muestra de tamaño en masa de 30 gr. Los resultados del presente estudio son los siguientes:

Tabla 09: Resultados de Limite Plástico de calicatas

CALICATA # 01

RESUMEN DE CALICATA C - 01					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C01- HOR. A	SM	20.50%	33	28	5
C01- HOR. B	GM	8.19%	33	28	5
C01- HOR. C	SM	12.32%	35	28	7
C01- HOR. D	SM	11.28%	31	23	8

CALICATA # 02

RESUMEN DE CALICATA C - 02					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C02 - E01	SP	10.08%	NP	NP	NP
C02 - E02	SP	9.01%	27	17	10
C02 - E03	SP	8.70%	NP	NP	NP
C02 - E04	GW	9.58%	32	23	9

CALICATA # 03

RESUMEN DE CALICATA C - 03					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C03 - E01	SP - SM	12.81%	32	24	8
C03 - E02	GP	14.08%	NP	NP	NP
C03 - E03	GW	10.31%	38	23	15
C03 - E04	GP - GM	13.97%	38	26	12

CALICATA # 04

RESUMEN DE CALICATA C - 04					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C04 - E01	GM	32.12%	33	29	4
C04 - E02	GP	16.14%	NP	NP	NP
C04 - E03	GC	10.43%	20	16	4
C04 - E04	SP-SM	19.11%	34	30	4
C04 - E05	SM	17.48%	23	22	1

CALICATA # 10

RESUMEN DE CALICATA C - 02					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C02 - E01	GC	28.73%	25	18	7
C02 - E02	SW-SM	17.84%	23	21	2
C02 - E03	GP-GM	19.99%	22	21	1
C02 - E04	GW-GM	15.39%	22	21	1
C02 - E05	GM	10.72%	22	20	2

CALICATA # 11

RESUMEN DE CALICATA C - 11					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C11 - E01	GW-GM	17.93%	24	23	1
C11 - E02	GW-GC	11.61%	19	18	1
C11 - E03	SP - SC	9.75%	20	19	1

Fuente: Elaboración Propia

III) INDICE DE PLASTICIDAD (IP)

Se denomina Índice de Plasticidad, a la diferencia numérica entre el valor obtenido de Límite Líquido y Límite Plástico de una muestra de suelo; es el índice de consistencia más importante, dado que su valor permite conocer cuan plástico es el material. Matemáticamente está representada por la siguiente relación:

$$IP = LL - LP$$

a. Resultados

Como se obtuvieron los resultados del límite líquido y límite plástico, se tiene el índice de plasticidad de la muestra de suelos.

Tabla 10: Resultados del Índice de Plasticidad de calicatas

CALICATA # 01

RESUMEN DE CALICATA C - 01					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C01- HOR. A	SM	20.50%	33	28	5
C01- HOR. B	GM	8.19%	33	28	5
C01- HOR. C	SM	12.32%	35	28	7
C01- HOR. D	SM	11.28%	31	23	8

CALICATA # 02

RESUMEN DE CALICATA C - 02					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C02 - E01	SP	10.08%	NP	NP	NP
C02 - E02	SP	9.01%	27	17	10
C02 - E03	SP	8.70%	NP	NP	NP
C02 - E04	GW	9.58%	32	23	9

CALICATA # 03

RESUMEN DE CALICATA C - 03					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C03 - E01	SP - SM	12.81%	32	24	8
C03 - E02	GP	14.08%	NP	NP	NP
C03 - E03	GW	10.31%	38	23	15
C03 - E04	GP - GM	13.97%	38	26	12

CALICATA # 04

RESUMEN DE CALICATA C - 04					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C04 - E01	GM	32.12%	33	29	4
C04 - E02	GP	16.14%	NP	NP	NP
C04 - E03	GC	10.43%	20	16	4
C04 - E04	SP-SM	19.11%	34	30	4
C04 - E05	SM	17.48%	23	22	1

CALICATA # 10

RESUMEN DE CALICATA C - 02					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C02 - E01	GC	28.73%	25	18	7
C02 - E02	SW-SM	17.84%	23	21	2
C02 - E03	GP-GM	19.99%	22	21	1
C02 - E04	GW-GM	15.39%	22	21	1
C02 - E05	GM	10.72%	22	20	2

CALICATA # 11

RESUMEN DE CALICATA C - 11					
ESTRATOS	SUCS	HUMEDAD	LL	LP	IP
C11 - E01	GW-GM	17.93%	24	23	1
C11 - E02	GW-GC	11.61%	19	18	1
C11 - E03	SP - SC	9.75%	20	19	1

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 05: Materiales utilizados para ensayo de granulometría y límites de consistencia



Fuente: Elaboración propia

3.6.4.1.4. CLASIFICACION DE SUELOS.

Dada la múltiple variedad y complejidad que los suelos presentan en la naturaleza, la mecánica de suelos desarrolló sistemas de clasificación que permitan cubrir las necesidades correspondientes, basado en las propiedades mecánicas de los

suelos por ser estas preponderantemente cualitativas, puesto que sistemas que incluyan relaciones cuantitativas y detalle respecto a las propiedades mecánicas, resultaría excesivamente complicado y de engorrosa aplicación práctica.

A. CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO

Tabla 11. Sistema de clasificación de suelos - Método Aashto

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^A	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	N.P.	N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^B
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

^A La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^B El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Fuente: Manual de Geotecnia

B. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).

Tabla 12. Sistema de clasificación de suelos - Método S.U.C.S

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAYAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: $C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para G'w'. Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP < 4. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.
		(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	
		(apreciable cantidad de finos)	GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	
	ARENAS Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	 Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	$< 5\% \rightarrow$ GW, GP, SW, SP. $> 12\% \rightarrow$ GM, GC, SM, SC. 5 al 12% \rightarrow casos límite que requieren usar doble símbolo. $C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_c = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW'. Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP < 4. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan
		(pocos o sin finos)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	
		 Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	
		(apreciable cantidad de finos)	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	
		Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	
			CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
OL	arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.				
MH	limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.				

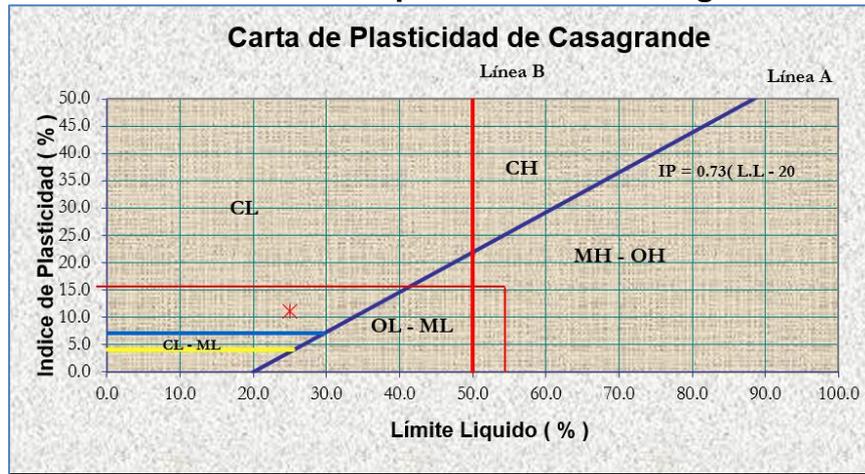


Fuente: Manual de Geotecnia

a. Resultados

Teniendo los resultados de granulometría y los límites de ATTERBERG, la clasificación de suelos por SUCS y AASHTO, se tiene:

Gráfico 01. Carta de plasticidad de Casagrande



Fuente: Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos

3.6.4.2. ENSAYO DE RESISTENCIA

3.6.4.2.1. CORTE DIRECTO

Se realizaron 06 ensayos de Corte Directo - ASTM D 3080.

a. Finalidad

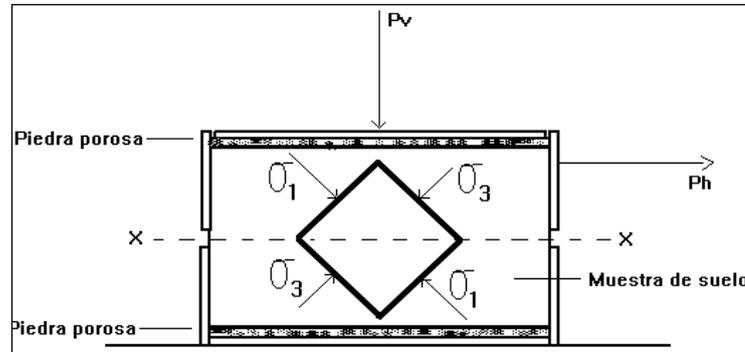
La finalidad de los ensayos de corte, es determinar la resistencia de una muestra de suelo, sometida a fatigas y/o deformaciones que simulen las condiciones que existen o existirán en terreno producto de la aplicación de una carga. Para conocer esto en laboratorio se usa el aparato de corte directo, siendo el más típico una caja de sección cuadrada o circular dividida horizontalmente en dos mitades. Dentro de ella se coloca la muestra de suelo con piedras porosas en ambos extremos, lo que permite el drenaje y, por lo tanto, $\Delta u = 0$.

b. Aplicación

Se aplica una **carga vertical de confinamiento (P_v)** y luego una **carga horizontal (P_h) creciente** que origina el

desplazamiento de la mitad móvil de la caja originando el corte de la muestra (Grafico 2.).

Gráfico 02. Esquema del aparato de corte directo



Fuente: Geotecnia LNV., 1993.

El ensayo induce la falla a través de un plano determinado.

Sobre este plano de falla actúan dos esfuerzos:

- Un **esfuerzo normal** (σ_n), aplicado externamente debido a la carga vertical (P_v).
- Un **esfuerzo de corte** (τ), debido a la aplicación de la carga horizontal (P_h).

El esfuerzo normal (σ_n) es constante para cada ensayo (1,0 kgf/cm² y 3,0 kgf/cm²). Solo deben multiplicar por 0,1 para pasarlos a MPa.

El esfuerzo de corte en cada instante se calcula dividiendo la fuerza (o carga) de corte que midieron en cada instante por el área (A) de la caja de corte.

$$\tau[MPa] = \frac{P_h[kgf]}{A[cm^2]} \cdot 0,1$$

Recuerden que midieron número de rayas, por lo que la fuerza de corte en kgf será:

$$Ph \text{ [kgf]} = \text{lectura [rayas]} * \text{calibración [kgf/raya]}$$

Al aplicar la fuerza horizontal de manera creciente, se van midiendo las deformaciones horizontales y con estos valores es posible graficar la tensión de corte (τ), en función de la deformación horizontal unitaria (ϵ_h) en el plano de esta tensión

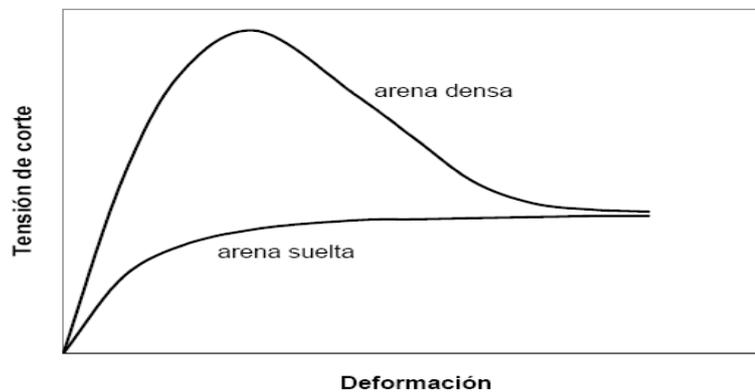
de corte.

$$\epsilon_h [\%] = \frac{d_h}{L_0} \cdot 100$$

Donde d_h = lectura [rayas] * Calibración [mm/raya]

L_0 = Largo inicial de la probeta = 300 mm

Gráfico 03: Diagrama tensión de corte vs Deformación



Fuente: Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos

Se observa que en el caso de arena densa existirá un τ_{peak} y un τ_{residual} . Para determinar la envolvente de falla se debe considerar el τ_{residual} . (Comentar en discusiones por qué se hace eso). También se mide la deformación vertical, con lo que pueden calcular la **deformación vertical unitaria (ϵ_v)** y graficarla en función de ϵ_h . En este gráfico se observa que las arenas densas presentan un comportamiento dilatante característico. Para realizar este gráfico deben restar la consolidación a L_0 .

Envolvente de falla

Los valores de τ_{residual} obtenidos en cada ensayo se llevan a un gráfico en función del esfuerzo normal (σ_n), obteniendo dos puntos que permiten trazar la recta que representa la envolvente de falla del suelo, donde τ va como ordenada y σ_n como abscisa. El ángulo que forma esta recta con el eje horizontal es el ángulo Φ y el intercepto con el eje, la cohesión c .

3.6.4.3. RESULTADOS

1) CLASIFICACIÓN DE SUELOS.

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), bajo la Norma A.S.T.M. D 2487. Y bajo el sistema AASTHO.

Tabla 13: Resumen de resultados de ensayos de laboratorio.

CALICATA	CALICATA #01
Profundidad (m)	0.00-2.20
% Pasa Tamiz N° 4	67.44
% Pasa Tamiz N° 200	26.27
Límite Líquido (%)	31
Índice Plástico (%)	8
AASTHO	A-2-4
SUCS	SM
Humedad (%)	11.28
ANGULO DE FRICCION	26.04°

CALICATA	CALICATA # 02
Profundidad (m)	0.00-2.94
% Pasa Tamiz N° 4	40.95
% Pasa Tamiz N° 200	4.13
Límite Líquido (%)	32
Índice Plástico (%)	9
AASTHO	A-1-a
SUCS	GW
Humedad (%)	9.58
ANGULO DE FRICCION	30.77°

CALICATA	CALICATA # 03
Profundidad (m)	0.00-3.52
% Pasa Tamiz N° 4	45.82
% Pasa Tamiz N° 200	7.62
Límite Líquido (%)	38
Índice Plástico (%)	12
AASTHO	A-1-a
SUCS	GP-GM
Humedad (%)	13.97
ANGULO DE FRICCION	29.80°

CALICATA	CALICATA # 04
Profundidad (m)	0.00 – 3.41 M
% Pasa Tamiz N° 4	76.53
% Pasa Tamiz N° 200	35.21
Límite Líquido (%)	23
Índice Plástico (%)	1
AASTHO	A - 4
SUCS	SM
Humedad (%)	17.48
ANGULO DE FRICCION	26.17°

CALICATA	CALICATA # 10
Profundidad (m)	0.00-3.76
% Pasa Tamiz N° 4	55.98
% Pasa Tamiz N° 200	13.91
Límite Líquido (%)	22
Índice Plástico (%)	1
AASTHO	A-1-a
SUCS	GM
Humedad (%)	10.72
ANGULO DE FRICCION	25.64°

CALICATA	CALICATA # 11
Profundidad (m)	0.00-3.76
% Pasa Tamiz N° 4	57.87
% Pasa Tamiz N° 200	6.04
Límite Líquido (%)	20
Índice Plástico (%)	1
AASTHO	A-1-a
SUCS	SP-SC
Humedad (%)	9.75
ANGULO DE FRICCION	22.44°

Imagen 06: Equipos y materiales utilizados en el ensayo de corte directo.



Fuente: Elaboracion propia

Imagen 07: Procedimiento de ensayo de corte directo.



3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

3.7.1. INTERPOLACIÓN ESPACIAL

Estadística espacial es la reunión de un conjunto de metodologías apropiadas para el análisis de datos que corresponden a la medición de variables aleatorias en diversos sitios (puntos del espacio o agregaciones espaciales) de una región. De manera más formal se puede decir que la estadística espacial trata con el

análisis de realizaciones de un proceso estocástico $\{Z(s): s \in D\}$, en el que $s \in R^d$ representa una ubicación en el espacio euclidiano d -dimensional, $Z(s)$ es una variable aleatoria en la ubicación s y s varía sobre un conjunto de índices $D \subset R^d$ (Giraldo, 2010).

Paradigma estocástico

Sea D un subconjunto del plano, R^2 o del espacio R^3 y $z(x)$ una función (propiedad petrofísica, por ejemplo) objeto de estudio definida en D . El paradigma estocástico consiste en considerar a $z(x)$ como una realización de un proceso estocástico $Z(x,w)$. Se entiende que es un proceso estocástico si para cada $x_0 \in D$, fijo, $Z(x_0,w)$ es una variable aleatoria, y para cada w_0 fijo $Z(x,w_0)$ es una función de x . Más precisamente, existe w_k tal que la función de interés, $z(x)$, es la realización $z(x) = Z(x,w_k)$. En lo que sigue se notará z_k a la variable aleatoria $Z(x_k,w)$ salvo que sea necesario enfatizar la posición x_k y en cuyo caso se indicará el $z(x)$.

3.7.1.1. INTERPOLACION KRIGING ORDINARIO

Kriging Ordinario es similar a Kriging Simple y sólo se diferencia en el hecho que la media del proceso, $E(z_j) = \mu$, es constante pero desconocida y deberá ser estimada. La estimación de μ también se construye a partir de una combinación lineal de la muestra;

demás, como μ' es un estimador se determinará su varianza para poder hacer inferencia acerca del verdadero valor de μ .

Dada la muestra $A = \{(z_1, x_1), \dots, (z_j, x_j), \dots, (z_n, x_n)\}$ del campo aleatorio en el espacio R_p , es decir: $z_1, \dots, z_j, \dots, z_n$ las variables aleatorias definidas en los puntos $x_1, \dots, x_j, \dots, x_n$ del campo en consideración, y asumiendo como hipótesis que el proceso es estacionario de segundo orden y su estructura de covarianza es conocida. La media del proceso es:

$$E(z_j) = \mu \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

$$E(z_j) = \text{media del proceso}$$

$$\mu = \text{varianza}$$

Kriging Ordinario persigue los objetivos de construir un estimador lineal insesgado μ' de μ de varianza mínima, y determinar dicha varianza con la finalidad de hacer inferencia sobre el verdadero valor de la media μ . Dada la muestra A y punto arbitrario x_0 , donde se desconoce z_0 , construir un predictor lineal insesgado z'_0 de z_0 de modo de minimizar la varianza del error, donde se entiende por error la variable aleatoria $\text{error} = z_0 - z'_0$, diferencia entre z_0 y el predictor z'_0 . Además, determinar dicha varianza. El Kriging ordinario obtiene los pesos de los valores resolviendo la siguiente ecuación:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma[d(S_i, S_j)] + m = \gamma[d(S_0, S_i)],$$

$$i = 1, \dots, n; \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad \dots\dots\dots(2)$$

Por medio de un semivariograma se obtiene la distancia entre medidas y similitud entre observaciones. La ecuación para la semivarianza es la siguiente:

$$\gamma[d(S_i, S_0)] = \text{var}[z(S_i) - z(S_0)] \quad \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

N= Número de observaciones

m= Multiplicador Lagrange usado para la minimización de las restricciones

λ = Es el peso de cada una de las observaciones

i y j= Subíndices que denotan los puntos muestreados Subíndice

0= Es el punto de estimación S: Medición efectuada

$d(S_i, S_0)$ = Es la distancia entre S_i y S_0 a partir del semivariograma

z= propiedad aleatoria

Error asociado a la predicción

Para predecir un nuevo punto X_0 el valor del proceso Z_0 del proceso, se asumirá que el predictor es una combinación lineal óptima de los valores de la muestra Z_1, \dots, Z_n , donde $Z_0^* = \gamma T Z$, donde óptimo se refiere a que se encontrará un predictor que haga mínima la varianza del error. (Pintos , 2012) Los puntos x son fijos

y las propiedades z son aleatorias y el al ser aleatorio tiene una varianza asociada, donde $E(\gamma TZ) = \gamma TE(Z) = E(Z_0) = 0$, por lo cual:

$$E = Z_0 - Z_0^* \dots\dots\dots(4)$$

Donde: Z_0 y Z_0^* = propiedades aleatorias del proceso

Variable regionalizada

Una variable medida en el espacio de forma que presente una estructura de correlación, se dice que es una variable regionalizada. De manera más formal se puede definir como un proceso estocástico con dominio contenido en un espacio euclidiano d - dimensional R^d , $\{Z(x) : x \in D \subset R^d\}$. Si $d = 2$, $Z(x)$ puede asociarse a una variable medida en un punto x del plano.

Estacionareidad

La variable regionalizada es estacionaria si su función de distribución conjunta es invariante respecto a cualquier traslación del vector h , o lo que es lo mismo, la función de distribución del vector aleatorio:

$$Z(x) = [Z(x_1), Z(x_2), \dots, Z(x_n)]^T \dots\dots\dots(5)$$

$$Z(x) = [Z(x_1+h), Z(x_2+h), \dots, Z(x_n+h)]^T \dots\dots\dots(6)$$

Donde:

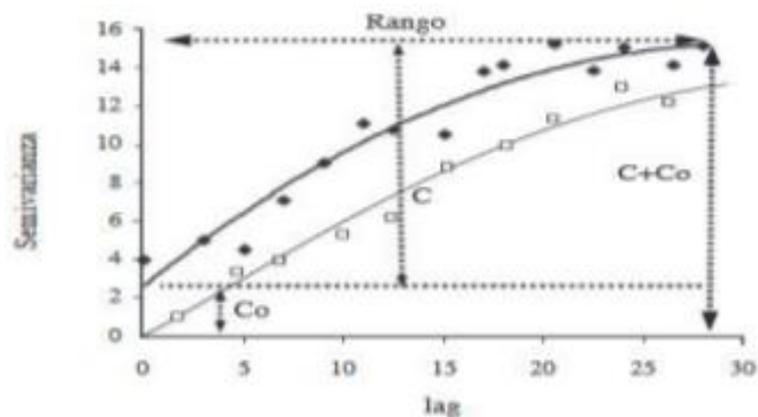
$Z(X)$ = vector aleatorio

h = cualquier vector de posición

Semivariogramas

La solución del problema de predicción espacial kriging requiere del conocimiento de la estructura de autocorrelación para cualquier posible distancia entre sitios dentro del área de estudio. El semivariograma es una función que relaciona la semivarianza con el vector h conocido como “lag”, el cual denota la separación en distancia y dirección de cualquier par de vectores Z(x) y Z(x+h). “Co” es la varianza de discontinuidad espacial, “C” es la varianza estructural o espacialmente dependiente y C+Co representa donde la varianza de las diferencias son máximas.

Gráfico 04. Componente del Semivariograma



Fuente: Giraldo, 2002

El modelo esférico tiene un crecimiento rápido cerca del origen, pero los incrementos marginales van decreciendo para distancias grandes, para distancias superiores al rango los incrementos son nulos. Su expresión matemática es la siguiente:

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left(\frac{3}{2} \left(\frac{h}{\alpha} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{\alpha} \right)^3 \right) \text{ con } h \leq \alpha \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \text{ con } h > \alpha \quad \dots\dots\dots(8)$$

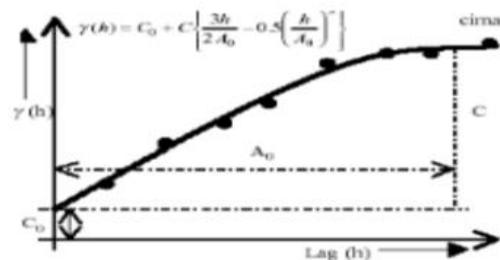
Donde:

C1 = meseta

α = rango

h = distancia

Gráfico 05. Modelo de Semivariograma esférico



Fuente: Giraldo, 2002

El modelo exponencial modelo se aplica cuando la dependencia espacial tiene un crecimiento exponencial respecto a la distancia entre las observaciones. El valor del rango es igual a la distancia para la cual el semivariograma toma un valor igual al 95% de la meseta. Este modelo es ampliamente usado. Su expresión matemática es la siguiente:

Donde:

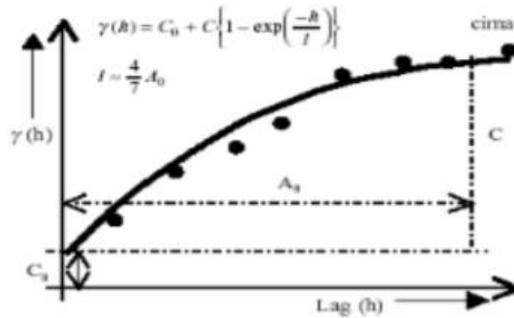
$$\gamma(h) = C_0 + C_1(1-\exp(\frac{-3h}{\alpha})) \dots\dots\dots(9)$$

C1 = meseta

α = rango

h = distancia

Gráfico N 06. Modelo de Semivariograma exponencial



Fuente: Giraldo, 2002

El modelo Gaussiano, al igual que en el modelo exponencial, la dependencia espacial se desvanece solo en una distancia que tiende a infinito. El principal distintivo de este modelo es su forma parabólica cerca al origen. Su expresión matemática es:

Donde:

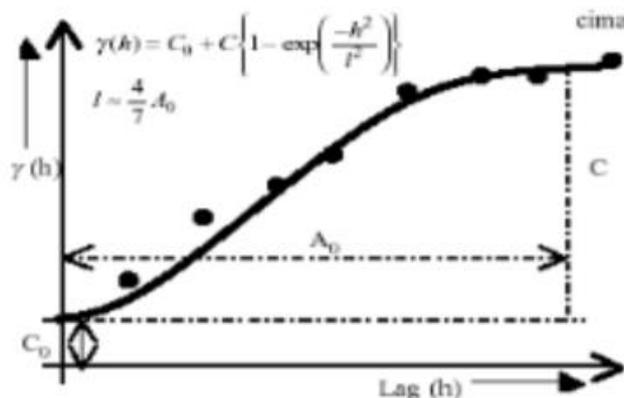
$$\gamma(h) = C_0 + C_1 \left(1 - \exp\left(-\frac{h^2}{\alpha^2}\right) \right) \dots\dots\dots(10)$$

C1 = meseta

α = rango

h = distancia

Gráfico N 07. Modelo de Semivariograma Gaussiano



Fuente: Giraldo, 2002

Representación de predicciones

Una vez hecha la predicción en un conjunto de puntos diferentes de los muestrales vía kriging, se debe elaborar un mapa que dé una representación global del comportamiento de la variable de interés en la zona estudiada. Los más empleados son los mapas de contornos, los mapas de residuos y los gráficos tridimensionales. En el caso de los mapas de contornos, en primer lugar se divide el área de estudio en un enmallado y se hace la predicción en cada uno de los nodos de este. Posteriormente se unen los valores predichos con igual valor, generando así las líneas de contorno (isolíneas de distribución). Este gráfico permite identificar la magnitud de la variable en toda el área de estudio. Es conveniente acompañar el mapa de interpolaciones de la variable con los correspondientes mapas de isolíneas de los errores y de las varianzas de predicción (posiblemente estimados a través de métodos matemáticos), con el propósito de identificar zonas de mayor incertidumbre respecto a las predicciones.

Intervalos de confianza

Asumiendo que los errores de predicción siguen una distribución normal estándar y que son independientes, un intervalo de confianza del $100(1-\alpha) \%$, $0 < \alpha$

3.8. SELECCIÓN, VALIDACION Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION.

3.8.1. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS

- Para el levantamiento topográfico se utilizaron los siguientes equipos: estación total, prismas, GPS y wincha.
- Para la exploración y muestreo, se utilizaron los siguientes materiales y equipos: GPS, Herramientas manuales, Máquina Retroexcavadora, Equipo de perforación para el sondeo, Balanza, Espátulas, Bolsas de polietileno.
- Para la identificación y caracterización de las rocas se utilizó materiales y equipos como: Brújula Azimutal (marca bruntun), picota de geólogo, flexómetro metálico de 5m, lupa, navaja, escoba y ácido clorhídrico,
- Para el Laboratorio de mecánica de suelos se utilizaron instrumentos de laboratorio como: hornos, tamices, bandejas, espátulas, copa de casa grande y balanzas.
- Para el procesamiento de los datos, se utilizaron equipos computarizados para procesar y evaluar los datos recolectados.

3.8.2. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Para (Hernández, 1998 pág. 243). La validez consiste en evaluar si un instrumento sirve verdaderamente para evaluar las variables de estudio.

Según (Sampieri, 2010 pág. 209). Para poder evaluar a la variable de estudio, se tiene que tener en cuenta investigaciones pasadas

que fueron evadas a cabo y medidas con la variable. Por consiguiente, se podrá plantear una serie de ítems que permiten medir nuestra variable y dimensiones de estudio.

3.8.3. CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida a un objeto produce resultados iguales. Esto significa que los ensayos realizados a las diferentes muestras en el laboratorio de suelos deben dar resultados iguales con los datos procesados de los estudios de mecánica de suelos encontrados en el área de investigación.

Para ello se organizó estadísticamente la información obtenida de la actual investigación tanto como: Procesamiento de los estudios de mecánica de suelos existentes, Información de la Geografía de la zona y Resultados de los ensayos de laboratorio, se utilizó el programa de Excel, Autocad Civil3D y Aplicación del Arcgis 10.7 e instrumentos como GPS, Estación Total, Máquina retroexcavadora, equipo de perforación mecánica, Máquina de Corte Directo, equipo de Speedy, etc. En el cual se basó en hacer cuadros, curvas, gráficas, entre otros con el procesamiento de datos de cada punto, para finalmente utilizar en la interpolación geoestadística por el método del Kriging Ordinario. Como resultado final se tiene los mapas de zonificación geotécnica con el tipo y calidad de los suelos.

3.9. ORIENTACION ETICA

En el desarrollo de este proyecto, el investigador se comprometió a trabajar responsablemente poniendo en práctica valores morales y sobre todo sentido humanista, de manera que pueda contribuir al desarrollo sostenible de la Urbanización San Juan Pampa, del distrito de Yanacancha, de toda la región de Pasco y de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPCION DEL TRABAJO DE CAMPO

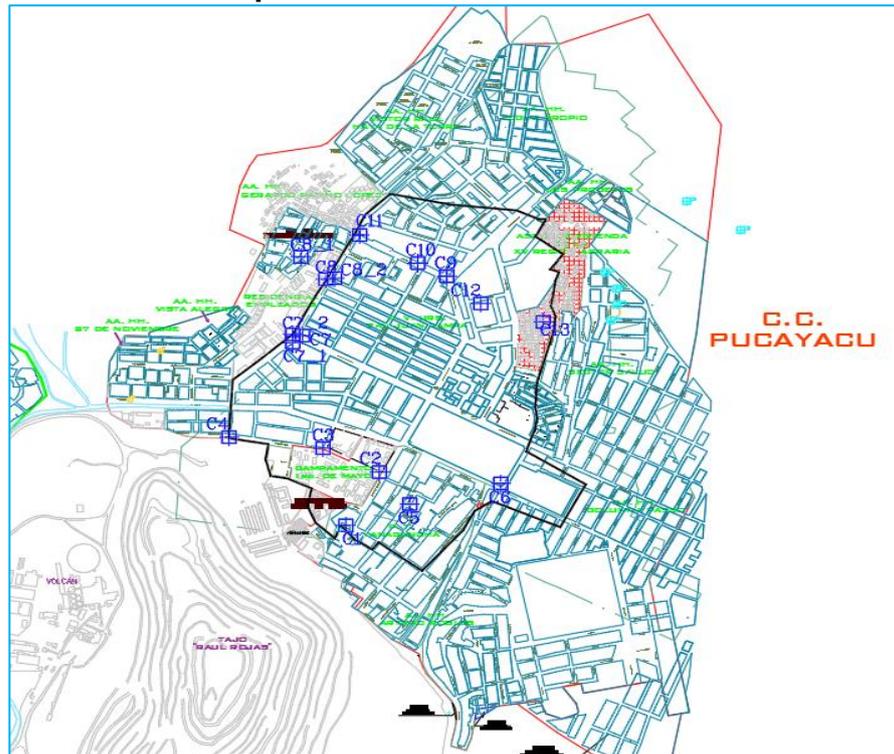
4.1.1 EXPLORACION A CIELO ABIERTO (CALICATAS)

4.1.1.1 IDENTIFICACIÓN DE CALICATAS.

Para estas excavaciones y exploraciones, se realizó la identificación del número de calicatas en la zona de estudio; no se tuvo en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones NORMA E-050 SUELOS Y CIMENTACIONES; si no por criterio Propio teniendo en cuenta los límites establecidos entre punto y punto mínimo 200m y máximo 400m haciendo una red en el área de estudio.

Se distribuyó las calicatas dentro de toda el área de estudio que corresponde a San Juan Pampa, haciendo un total de 13 calicatas identificadas con C1 hasta C13 y 04 calicatas de relleno para interpolación Kriging denominadas C7_1, C7_2, C8_1, C8_2, haciendo un total de 17 calicatas a cielo abierto distribuidas con un mínimo de radio de límites de 200m y una máxima de 400m de punto a punto. La Ubicación de cada una de Ello se menciona a continuación:

Mapa 06: Ubicación de calicatas



Fuente: Elaboración propia.

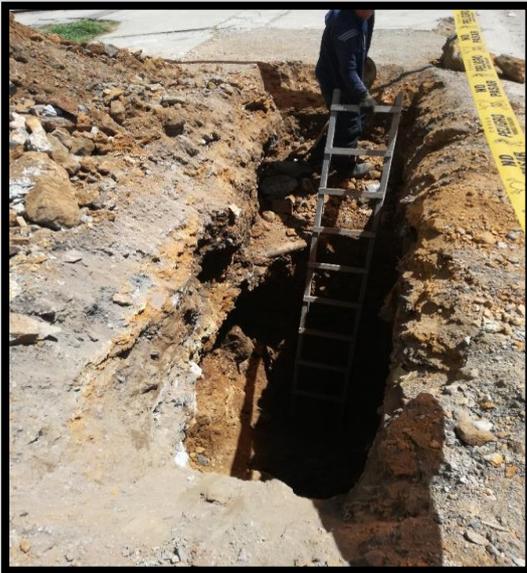
CALICATA 01 (C-01)	
LUGAR	Av. Los Próceros con Jr. Pasco
REFERENCIA	Espaldas del Polideportivo 1ro de Mayo
COORDENADAS	8820114.00 m S; 362605.00 m E




CALICATA 02 (C-02)	
LUGAR	Av. Los Próceres con Av. Micaela Bastidas
REFERENCIA	Esquina Losa 1ro de Mayo
COORDENADAS	8820285.00 m S; 362697.00 m E




CALICATA 03 (C-03)	
LUGAR	Av. 6 de diciembre con Av. Micaela Bastidas
REFERENCIA	Esquina Campamentos 1ro de Mayo
COORDENADAS	8820344.00 m S; 362540.00 m E

CALICATA 04 (C-04)	
LUGAR	Esquina Av. Micaela Bastidas con Av. Simón Bolívar.
REFERENCIA	Espaldas del MTC – Banco de la Nación
COORDENADAS	8820397.00 m S; 362279.00 m E

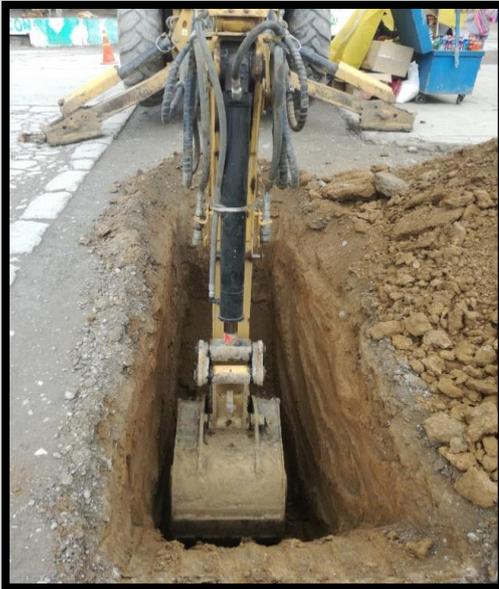



CALICATA 10 (C-10)	
LUGAR	Esquina Av. 6 de diciembre con Av. Las Américas
REFERENCIA	Esquina I.E. María Parado de Bellido.
COORDENADAS	8820947.00 m S; 362812.00 m E




CALICATA 11 (C-11)

LUGAR	Esquina Av. Simón Bolívar con Av. Las Américas
REFERENCIA	Esquina I.E. María Parado de Bellido.
COORDENADAS	8821034.00 m S; 362648.00 m E

**CALICATA 40 (C-07)**

LUGAR	Av. Simón Bolívar con Av. Daniel Alcides Carrion.
REFERENCIA	Esquina de Los campamentos
COORDENADAS	8820723.00 m S; 362479.00 m E



CALICATA 41 (C7_1)

LUGAR	Av. Simón Bolívar con Av. Daniel Alcides Carrión.
REFERENCIA	Inicio de la Av. Daniel Alcides Carrion
COORDENADAS	8820723.00 m S; 362463.00 m E

**CALICATA 42 (C8_2)**

LUGAR	Av. Simón Bolívar con Jr. Columna Pasco.
REFERENCIA	Frente al Essalud San Juan Pampa
COORDENADAS	8820903.00 m S; 362579.00 m E



CALICATA 43 (C8_1)	
LUGAR	Jr. Columna Pasco
REFERENCIA	Costado de losa deportiva, espaldas del Es salud.
COORDENADAS	8820981.00 m S; 362478.00 m E



CALICATA 51 (C-12)	
LUGAR	Parque Universitario
REFERENCIA	Frente del hotel Villa Minera
COORDENADAS	8820823.75 m S; 362991.07 m E

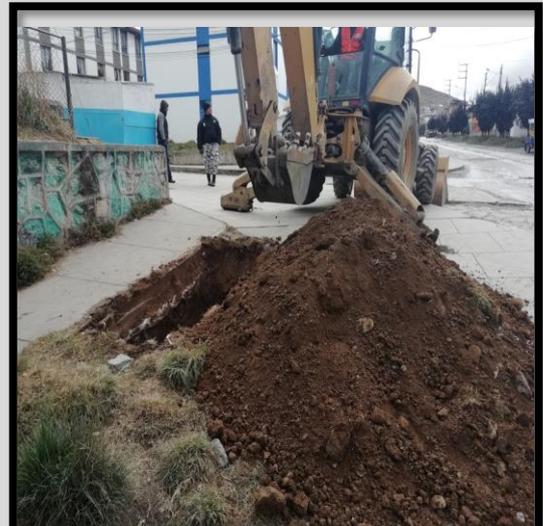
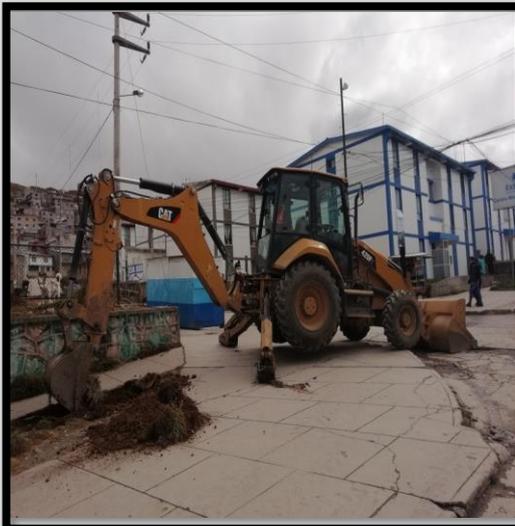


CALICATA 109 (C-05)

LUGAR	Jr. San Martin con Psje San Martin
REFERENCIA	Dos cuadras arriba del Polideportivo 1° de Mayo
COORDENADAS	8820155.00 m S; 362772.00 m E

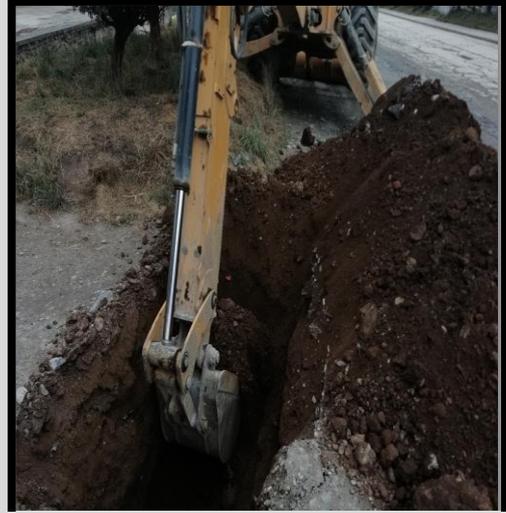
**CALICATA 08 (C-08)**

LUGAR	Jr. Columna Pasco con Av. Simón Bolívar
REFERENCIA	Costado del Es Salud.
COORDENADAS	8820896.00 m S; 362557.00 m E

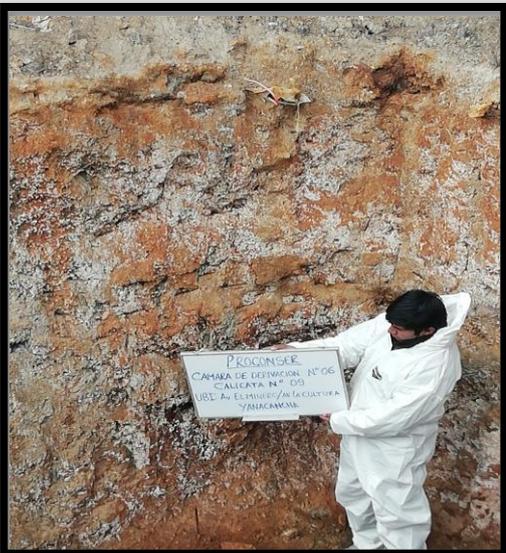


CALICATA 07 (C7_2)

LUGAR	Av. Daniel Alcides Carrión con Av Simón Bolívar
REFERENCIA	Esquina Av. Daniel Alcides Carrión
COORDENADAS	8820701.00 m S; 362460.00 m E

**CALICATA 06 (C-06)**

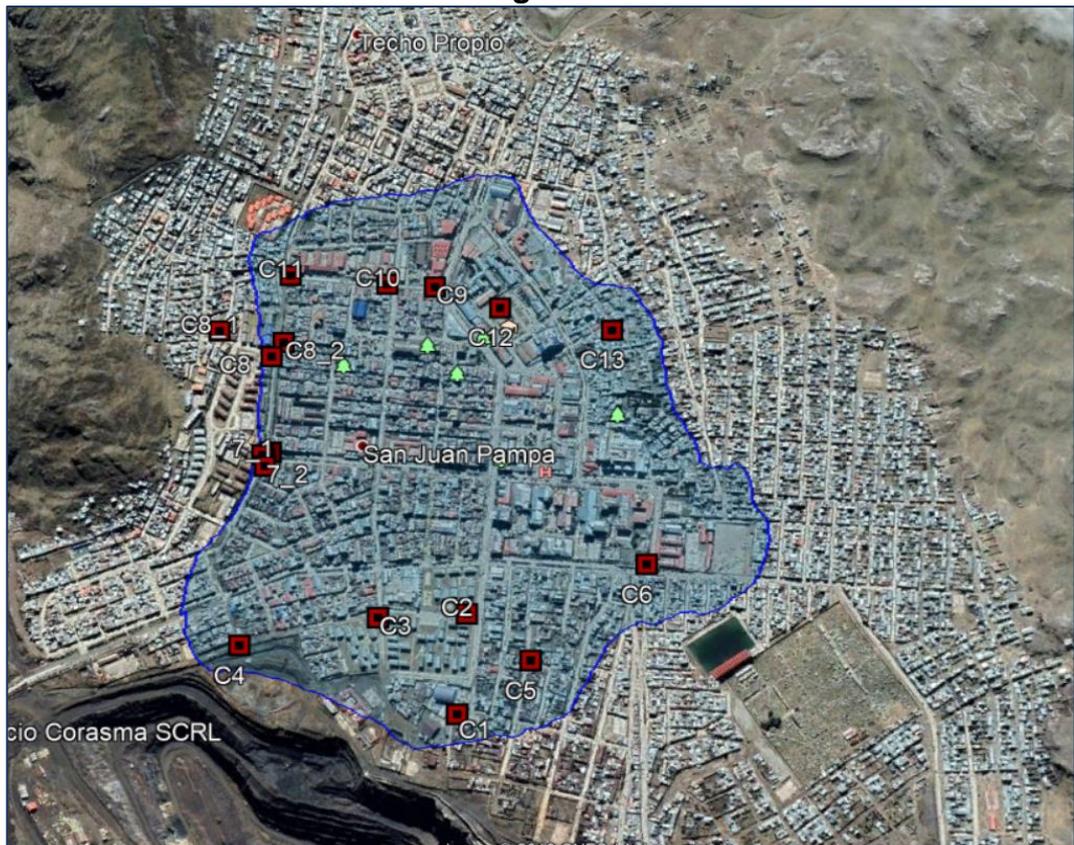
LUGAR	Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion
REFERENCIA	Frente al colegio Cesar Vallejo
COORDENADAS	8820240.00 m S; 363045.00 m E



CALICATA 68 (C-13)	
LUGAR	Calle Arica
REFERENCIA	A dos cuadras arriba del GOREPA
COORDENADAS	8820689.00 m S; 363171.00 m E




Imagen 08: Ubicación de calicatas a realizar en el área de investigación.



Fuente: Elaboración Propia.

4.1.1.2 MUESTREO DE CALICATAS

El muestreo en suelos implica la aplicación de los diferentes métodos usados para investigar las características de un sitio mediante la extracción de muestras alteradas e inalteradas. Las muestras sirven posteriormente para realizar las pruebas necesarias de laboratorio con el fin de definir la estratigrafía y propiedades de los suelos y rocas. El muestreo incluye además las operaciones de envase, identificación y transporte de las muestras.

4.1.1.2.1 TIPOS DE MUESTRAS

Para la clasificación preliminar de un suelo o para determinar sus propiedades en el laboratorio, es necesario contar con porciones ó muestras del mismo. En cuanto al propósito con el que se toman las muestras, éstas se clasifican en muestras de inspección y de laboratorio. De las primeras sólo se requiere que sean representativas; en cambio, las muestras destinadas a estudios de laboratorio deben llenar una serie de requisitos sobre tamaño, método de obtención, embarque, etc. Tanto las muestras de inspección como de laboratorio pueden ser inalteradas, cuando se toman todas las precauciones para procurar que la muestra esté en las mismas condiciones en que se encuentra en el terreno del cual procede y alteradas en caso contrario.

A. Muestras cúbicas inalteradas.

Son aquellas en las que se conserva la estructura y la humedad que tiene el suelo en el lugar donde se obtenga la muestra.

Las *muestras inalteradas se obtendrán de suelos finos* que puedan labrarse sin que se disgreguen. La obtención puede efectuarse en el piso o en las paredes de una excavación. La extracción para obtener la muestra deberá de ser de dimensiones de 0.30m x0.30m tales que permitan las operaciones de labrado y extracción de la misma.

B. Muestras alteradas.

Son aquellas que están constituidas por el material disgregado o fragmentado, en las que no se toman precauciones especiales para conservar las características de estructura y humedad; no obstante, en algunas ocasiones conviene conocer el contenido de agua original del suelo, para lo cual las muestra se envasan y transportan en forma adecuada.

B.1. Muestras alteradas representativas.

Las muestras alteradas representativas son de cada capa que se atravesase, hasta llegar a una profundidad que puede corresponder al nivel más bajo de explotación, al nivel de

aguas freáticas o aquél al cual sea necesario extender el estudio.

B.2. Muestras alteradas integrales.

Las muestras alteradas integrales son de todo el material de los diversos estratos, en las que quedan representados cada uno de los diferentes materiales en la proporción en la que participan.

4.1.1.2.2 TAMAÑO Y NÚMERO DE MUESTRAS

La cantidad de suelo que hay que enviar al laboratorio depende de los ensayos que se realizarán, y debe ser suficiente para repetir los ensayos cuyos resultados se juzguen incorrectos ó dudosos.

Las **muestras alteradas** usuales en estudios de materiales pueden constar de 50 a 60 kg. Si el material contiene grava, estas cantidades deben incrementarse; cuando el porcentaje de grava de 40%, debe duplicarse. Las muestras alteradas se utilizan para los ensayos más sencillos y en particular para los que se o realizará en el terreno.

Las **muestras inalteradas** deben protegerse recubriéndolas con parafina y brea con una proporción del 80% de parafina y 20% de brea, sujetándolas con vendas de manta, siguiendo las instrucciones que se mencionan más adelante.

Cuadro 05: Resumen de número y tamaño de muestras alteradas e inalteradas.

PROPOSITO DEL MUESTREO	TIPO Y NUMERO	TAMAÑO DE LAS MUESTRAS PARCIALES
Determinación de la estratigrafía y propiedades del sub suelo	Una muestra alterada Representativa (Por capa de estrato encontrada), en cada calicata a cielo abierto.	15.00 Kg
	Una muestra alterada Integral (Por el total de material de los diversos estratos)	50.00 Kg
	Una muestra Cúbica inalterada por cada estrato de suelo fino típico encontrado, para determinar sus propiedades mecánicas	Las muestras serán de dimensiones de 0.30m x 0.30m x 0.30m
NOTA: La cantidad de muestra indicada se obtendrá mediante el disgregado y cuarteos de la muestra.		

Fuente: Elaboración Propia.

El siguiente esquema da una idea de la forma en la que se reparte una muestra de este tipo en el laboratorio, y de las cantidades que se necesitan para cada prueba.

Imagen N 09. Distribución de cantidad de muestras en diferentes ensayos.

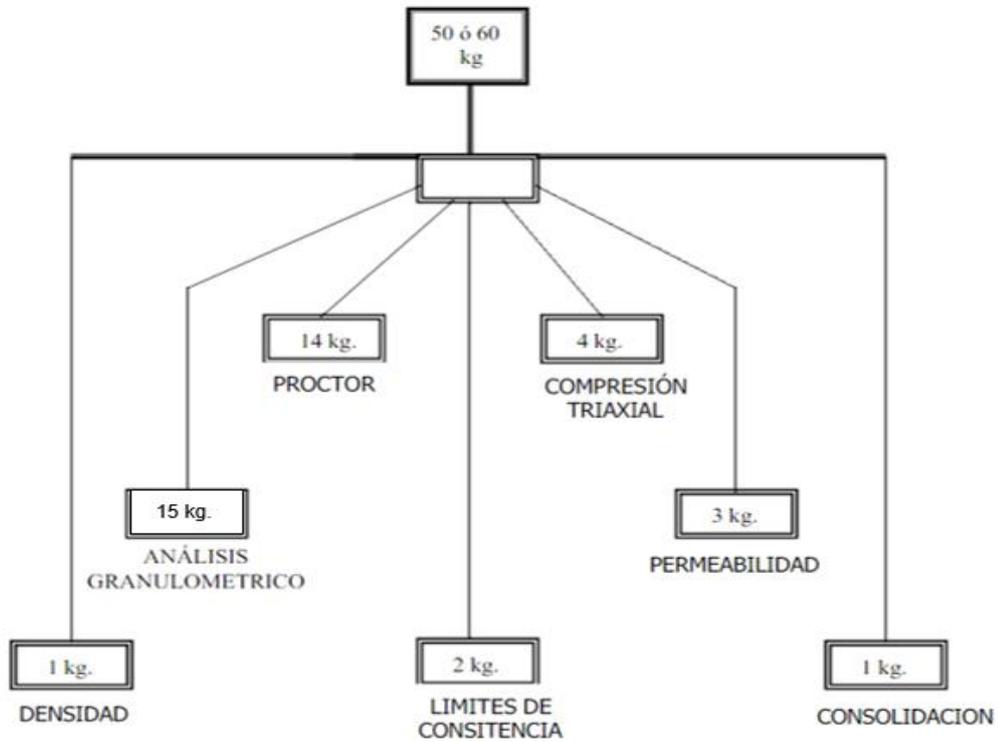


Fig. 1.1 Repartición de una muestra en el laboratorio, según la prueba.

Fuente: Manual de laboratorio de Mecánica de suelos

4.1.1.2.3 EQUIPO Y MATERIALES

El equipo para la ejecución del muestreo estará en condiciones de operación, limpio y completo en todas sus partes. Todos los materiales por emplear serán de alta calidad.

Para la obtención de muestras Inalteradas.

El equipo y los materiales que se requieren para obtener muestras inalteradas, se ilustran en la imagen, y constan de.

Imagen 10: Herramientas utilizados para la extracción de muestras



Fuente propia. Elaboración propia.

- Herramientas como: Pico, palas, barretas, cuchillos, espátulas, cucharas de albañil.
- Parafina y brea.
- Tela (que se utiliza para colar y filtrar líquidos).
- Cocina pequeña a gas
- Recipiente metálico para calentar y mezclar la parafina con la brea(Una parte de brea y cuatro de parafina)
- Brocha.
- Cajones de madera para empacar las muestras.
- Flexómetro de 5m de longitud.

Para la obtención de muestras Alteradas.

El equipo y los materiales que se requieren para obtener muestras alteradas constan de:

- Herramientas como: Pico, palas, barretas, cuchillos, espátulas, cucharas de albañil.
- Bolsas de Plásticos y costales.
- Flexómetro de 5m de longitud.
- Cinta adhesiva.

4.1.1.2.4 PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRAS EN CALICATAS.

A. OBTENCIÓN DE MUESTRAS INALTERADAS.

A.1) Objetivos. Los objetivos que se buscan con una exploración a cielo abierto son: definir la estratigrafía del sitio y obtener muestras que conservan la estructura del suelo (muestra inalterada), para realizar con ellas pruebas mecánicas que permitan interpretar su comportamiento bajo las condiciones de trabajo que se impondrán. La extracción de muestras inalteradas se puede hacer con métodos manuales o con muestreador adecuado a las diferentes condiciones que pueden presentarse.

A.2) Requerimiento: Las muestras inalteradas deben conservar las condiciones del suelo en su estado natural, por lo que su obtención, empaque y transporte requieren de cuidados especiales a fin de no alterarlas.

A.3) Trabajos previos:

a) Para suelos cohesivos duros: Para obtener muestra de este tipo de suelos, se procede de la siguiente manera:

1.- Se limpia y nivela el terreno, y se traza un cuadro de 30 cm. de lado.

2.- Se excava cuidadosamente, al rededor del perímetro marcado, hasta una profundidad un poco mayor que la altura que se quiera dar a la muestra, labrando, al mismo tiempo las cinco caras descubiertas.

Para obtener la muestra de una pared, se excava alrededor, como se indicó anteriormente, conservando la cara inferior.

3.- Con cuidado, se recorta la base de la muestra, para poder desprenderla. Debe marcarse con una S, la cara superior, a fin de darle, cuando se ensaye una posición similar a la que tenía en el terreno. Además, debe indicarse, en caso necesario, la dirección en que fluye el agua.

4.- Una vez extraída la muestra debe ser inmediata y cuidadosamente protegida con vendas de manta impregnadas de parafina y brea; de ser posible, esta protección deberá iniciarse "in situ " al ir descubriendo cada cara, para lo cual se procederá en la forma siguiente: Se calienta la mezcla de parafina y brea

hasta que se haya derretido completamente caliente, con una brocha se extiende la mezcla sobre el vendaje de manta hasta que cubra perfectamente la muestra. Una vez frió este vendaje, se aplica otro semejante, o bien se extiende sobre el primero una capa gruesa de parafina y brea.

5.- Se coloca la muestra en un cajón de mayores dimensiones que ella, a fin de poder empacarla con aserrín, papel o paja, de manera que quede protegida contra golpes o choques durante su transporte. Una de las tarjetas de identificación se adhiere a la muestra, y la otra a la parte exterior del cajón.

b) Para suelos suaves: En suelos suaves, generalmente cohesivos y sin grava, las muestras inalteradas se obtienen utilizando un tubo muestreador de lámina con filo en una de sus bocas. El proceso es el siguiente:

1.- Después de limpiar y nivelar el terreno, se introduce el tubo muestreador hasta donde la resistencia del terreno lo permita.

2.- Si con la simple presión no se logra introducir todo el tubo muestreador, se excava a su alrededor para eliminar la fricción en la cara exterior del mismo.

3.- Después de haberlo introducido, se recorta la muestra por su base y se enrasa al tamaño del tubo.

4.- Se protegen las bases de la muestra con vendas de manta impregnadas con parafina y brea, y se empaca en un cajón con aserrín para evitar que se rompan durante el transporte.

c) *Para arena:* La extracción de muestras inalteradas de arenas es sumamente difícil; se puede seguir el procedimiento indicado para el caso anterior, cuando el material es coherente. En estado incoherente, es difícil evitar alteraciones de la estructura.

Es preferible determinar la relación de vacíos de la arena “in situ”, y con la muestra alterada reproducir en el laboratorio ese mismo estado

B. OBTENCIÓN DE MUESTRAS ALTERADAS.

B.1) **Objetivos:** Los objetivos que se buscan con una exploración a cielo abierto son: definir la estratigrafía del sitio. La extracción de muestras alteradas se puede hacer con métodos manuales o con muestreador adecuado a las diferentes condiciones que pueden presentarse.

B.2) **Trabajos previos:** Se limpia la superficie de la pared o fondo de la calicata donde se extraerá la muestra,

eliminando toda materia orgánica polvo y basura o cualquier otra sustancia que pueda contaminarla.

B.3) **Procedimiento de Muestreo**: Se abre una calicata a cielo abierto de 1.50m x 2.00m x 3.00m de profundidad o bien hasta encontrar material no excavable con pico y pala, roca, agua freática, etc. Se dejarán plataformas o escalones de 0,30 a 0,40 metros al cambio de estrato, reduciéndose la excavación. Esto permite una superficie para efectuar la determinación de la densidad del terreno. Se deberá dejar al menos una de las paredes lo menos remoldeada y contaminada posible, de modo que representen fielmente el perfil estratigráfico de la calicata. En una de las paredes de la calicata, se abre una ranura de 0.25m de ancho x 0.15m de profundidad. El material excavado se recibe totalmente, si el muestreo es integral; en caso contrario, debe recogerse, por separado, el producto de cada una de las capas donde cambie el estrato de suelo que se identifique plenamente en la pared. Las muestras se depositan en un costal que se encuentre limpia y de malla cerrada para evitar pérdidas de material fino. Los costales deberán sujetarse dos etiquetas de identificación (Tipo de muestra, Calicata y profundidades),

una dentro y otra fuera, dependiendo al tipo de muestra sacada.

a) *Muestreo por capas*. Los montones que representan una capa deben reunirse en un solo costal, con sus respectivas tarjetas de identificación.

b) *Muestreo integral*. Se mezcla el material de todos los montones y se deposita en un solo costal con sus correspondientes tarjetas de investigación. Si el volumen total del material es grande, se puede cuartear y envasar una parte.

c) *Cuarteo*. Es el proceso de reducir una muestra de material al tamaño conveniente, y se aplica frecuentemente en el campo cuando el volumen del material que se obtiene al muestrear una calicata sobre pasa a la cantidad que se necesita remitir al laboratorio. Los pasos que seguir son los siguientes:

c.1. Sobre una superficie limpia se revuelve, varias veces, el material para obtener una mezcla uniforme; se amontona formando un cono.

c.2. Con la pala, se extiende el material hasta formar una capa de espesor uniforme y contorno más o menos regular; se divide, en 4 parte iguales, por medio de dos diámetros a 90°.

c.3. Se toma el material de dos cuartos opuestos y se desechan los restantes. Estas operaciones reducen la muestra a la mitad, y pueden repetirse tantas veces como sea necesario para obtener la cantidad deseada.

c.4. Una vez reducida la muestra al tamaño requerido, se llena al costal con sus respectivas tarjetas de identificación.

4.1.2 EXPLORACION DE SUELOS A TRAVES DE PERFORACIONES MECANICAS (PERFORACION ROTATORIA).

4.1.2.1 OBJETO.

Este método describe los procedimientos y el equipo necesarios para adelantar una perforación de muestreo de suelos, mediante trépanos rotatorios de perforación unidos al fondo de las varillas perforadoras que cortan y muelen el suelo y profundizan el barreno.

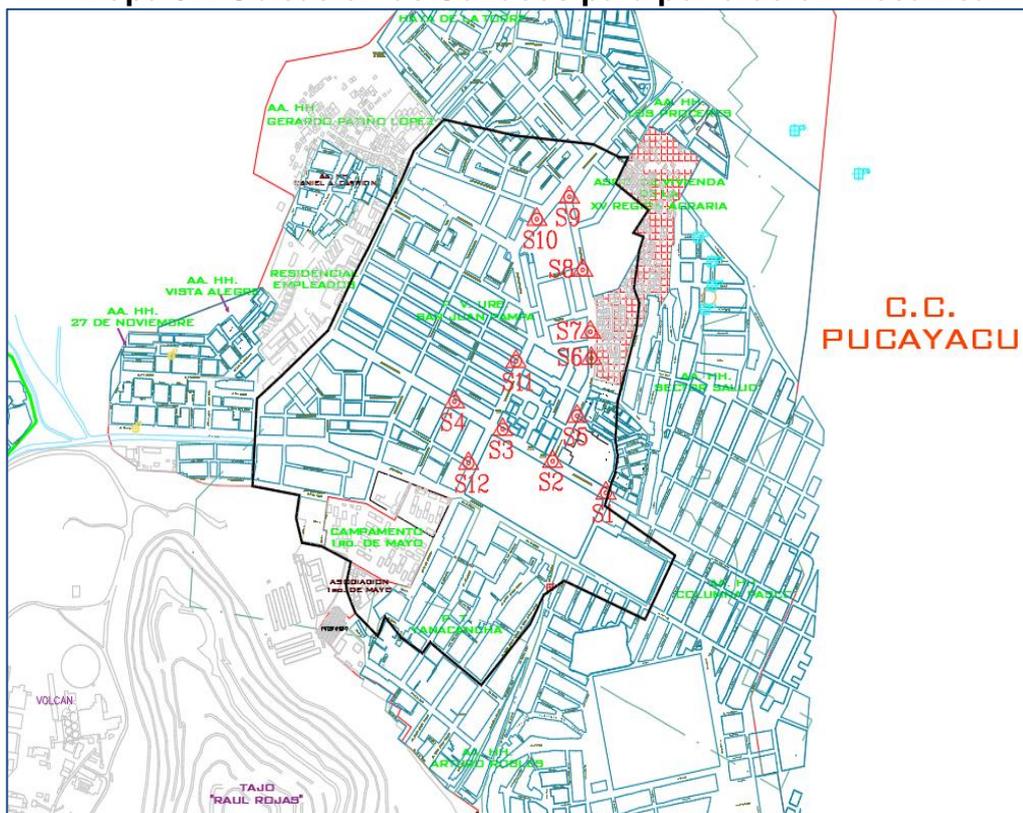
4.1.2.2 DEFINICION.

Este método utiliza el equipo o taladro de perforación rotatoria utilizado para perforar hoyos de pequeños a grandes profundidades en el suelo. Es usado de manera intermitente, ya que el funcionamiento del taladro mismo y las operaciones conexas para realizar las perforaciones requieren hacer pausas durante el curso de los trabajos.

4.1.2.3 IDENTIFICACION DE PUNTOS DE PERFORACION

Para el muestreo de suelos a través de perforaciones mecánicas, se realizó la identificación del número de puntos de sondeo en la zona de estudio donde no era factible realizar calicatas; dichos sondeos fueron denominados con la letra "S" y que van desde la S1 hasta S12, haciendo un total de 12 puntos localizados para perforación. La identificación de los puntos de sondeo, se realizó una vez identificado los puntos de calicatas, en los lugares donde no era factible realizar exploraciones a cielo abierto, debido a no existir zonas libres, y la existencia de pavimentos, mayor tránsito peatonal y vehicular, por ende, la negación de los permisos por parte de las entidades correspondientes.

Mapa 07: Ubicación de Sondeos para perforación mecánica.

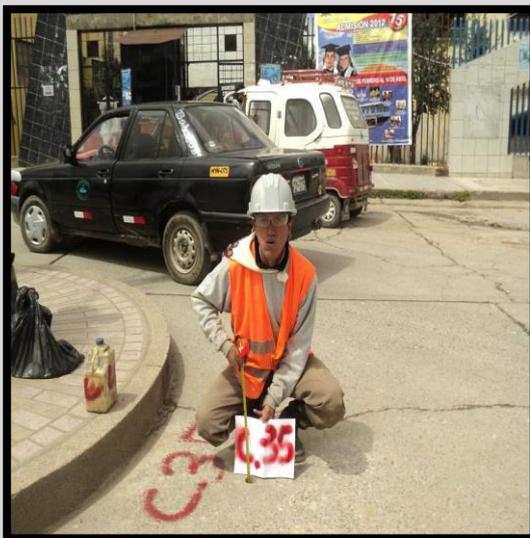


SONDEO 34 (S01)

LUGAR	Av la cultura con Av. Daniel Alcides Carrión
REFERENCIA	Graderías Av. Daniel Alcides Carrion
COORDENADAS	8820374.00 m S; 363128.00 m E

**SONDEO 35 (S02)**

LUGAR	Av. Daniel Alcides Carrión con Av. Los Incas
REFERENCIA	Frente al Portón principal de la UNDAC
COORDENADAS	8820436.00 m S; 362999.00 m E



SONDEO 36 (S03)	
LUGAR	Av. Daniel Alcides Carrión con Av. Los Próceres
REFERENCIA	Costado de la clínica Gonzales.
COORDENADAS	8820513.00 m S; 362862.00 m E



SONDEO 37 (S04)	
LUGAR	Av. Daniel Alcides Carrión con Jr. Ramon Castilla
REFERENCIA	Frente a la Pollería el Conquistador.
COORDENADAS	8820576.00 m S; 362756.00 m E



SONDEO 160 (S05)	
LUGAR	Av. Los Incas
REFERENCIA	Frente a la Divincri Pasco
COORDENADAS	8820532.00 m S; 363047.00 m E



SONDEO 161 (S06)	
LUGAR	Av. Los Incas
REFERENCIA	Espaldas del Poder Judicial
COORDENADAS	8820615.00 m S; 363089.00 m E



SONDEO 162 (S07)	
LUGAR	Av. Los Incas
REFERENCIA	Espaldas de la cochera del Gobierno Regional.
COORDENADAS	8820719.00 m S; 363086.00 m E



SONDEO 163 (S08)	
LUGAR	Av. Los Incas
REFERENCIA	Frente al Porton Principal del ISTP
COORDENADAS	8820857.00 m S; 363067.00 m E



SONDEO 164 (S09)	
LUGAR	Av. Los Incas con Av. Los Próceres
REFERENCIA	Frente a la 28 Comandancia
COORDENADAS	8821006.00 m S; 363039.00 m E



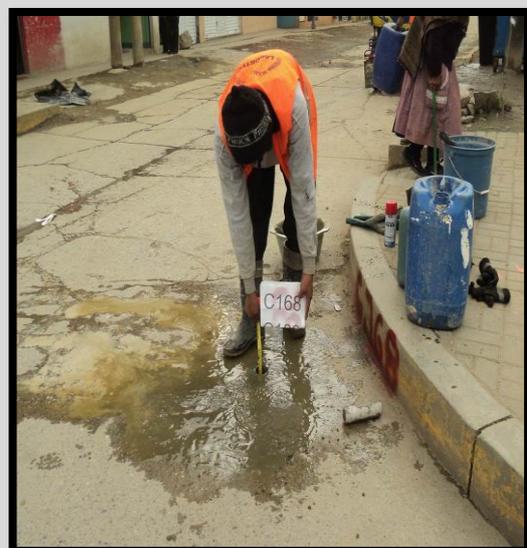

SONDEO 165 (S10)	
LUGAR	Av. los Próceres
REFERENCIA	Frente al mercado de Yanacancha
COORDENADAS	8820945.00 m S; 362950.00 m E




SONDEO 167 (S11)	
LUGAR	Av. los Próceres con Jr. San Martín.
REFERENCIA	Frente al Cajero Multired BN
COORDENADAS	8820655.00 m S; 362911.00 m E



SONDEO 168 (S12)	
LUGAR	Av. los Próceres con Jr. Gamaniel Blanco
REFERENCIA	Frente a la Facultad de Odontología - UNDAC
COORDENADAS	8820439.00 m S; 362796.00 m E



4.1.2.4 EQUIPO

La perforación rotatoria es un procedimiento en el cual trépanos rotatorios de perforación unidos al fondo de las varillas perforadoras cortan y muelen el suelo y profundizan el barreno. Existen varios tipos de trépanos perforadores. El equipo de perforación se muestra en la Imagen N. 7

Imagen 11: Equipo de Sondeo - perforación



Cuadro 06. Especificaciones del equipo de perforación.

ITEM	DESCRIPCION	CAPACIDAD
1	Diámetro máximo de las muestras de perforación de núcleo	φ200mm
2	Profundidad máxima de perforación del núcleo	500mm-1000mm
3	Potencia de motor de gasolina	5.5HP
4	Eje principal de velocidad	200-1000 RPM
5	Diámetro máximo de corte (molienda)	φ200mm
6	Peso neto	130 kg
7	Dimensión	980 x 780 x 1160mm

4.1.2.5 PROCEDIMIENTO

La perforación rotatoria es un procedimiento en el cual trépanos rotatorios de perforación unidos al fondo de las varillas perforadoras cortan y muelen el suelo y profundizan el barreno. Existen varios tipos de trépanos perforadores. La perforación rotatoria se usa en arena, arcilla y roca (a menos que ésta esté muy fisurada).

El agua o lodo de perforación se inyecta a presión hacia abajo por las barras de perforación hasta los trépanos y el flujo de retorno lleva los recortes a la superficie. Con este procedimiento se logran fácilmente barrenos con diámetros de entre 50.8 a 203.2 mm (2-8 pulg). El lodo de perforación es una mezcla de agua y bentonita. Generalmente se usa cuando resulta probable que el suelo encontrado se desmorone. Cuando se requieren muestras de suelo, la barra perforadora se eleva y el trépano se reemplaza por un tubo muestreador.

El procedimiento de perforación por rotación es el de mayor aceptación para perforaciones de variada finalidad en roca y materiales duros, y en una extensa gama de profundidades y diámetros. Permite obtener muestras continuas, y la velocidad de avance es mayor que la obtenida con cualquier otro método. Sin embargo, su empleo no es aconsejable o se vuelve lento en depósitos que contengan gravas de gran tamaño, fragmentos de

roca y cantos en matriz de mala cementación; o en rocas muy fisuradas o cavernosas. En algunos de estos casos problemáticos se recurre a operaciones de cementado de la cavidad, para fijar elementos sueltos, y posterior perforación. Este procedimiento suministra información muy útil para definir, en cada caso particular, el método de excavación más conveniente. Por ejemplo, ayuda a establecer los límites entre materiales que pueden ser excavados con equipos y métodos corrientes y aquellos que requieren el uso de explosivos. Igualmente, permite definir con seguridad la profundidad del manto base de roca, así como los niveles de perfil de meteorización. Son sondeos que permiten reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno, así como extraer muestras del mismo y realizar ensayos in situ.

La profundidad recomendable es hasta 10 metros en perforación manual, sin limitación en perforación mecánica.

Las perforaciones manuales o mecánicas tendrán las siguientes limitaciones:

b-1) Perforaciones mediante Espiral Mecánico

Los espirales mecánicos que no dispongan de un dispositivo para introducir herramientas de muestreo en el eje, no deben usarse en terrenos donde sea necesario conocer con precisión la cota de

los estratos, o donde el espesor de los mismos sea menor de 0,30 metros.

b-2) Perforaciones por Lavado con Agua.

Se recomiendan para diámetros menores a 100 mm. Las muestras procedentes del agua del lavado no deberán emplearse para ningún ensayo de laboratorio.

Imagen 12: Equipo de perforación



Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.6 IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ROCAS

Identificación y caracterización de las rocas y depósitos superficiales, con referencia particular al grado de descomposición (suelo residual maduro, saprolito, gruss, roca sana, aluviones, depósitos gravitacionales, etc.), a la profundidad de su emplazamiento, y los tipos y localización de las discontinuidades estructurales.

Los aspectos que deben describirse en el campo es la caracterización del macizo rocoso siguientes:

- Identificación
- Meteorización o Alteración
- Resistencia a compresión simple.

4.1.2.6.1 IDENTIFICACIÓN

La identificación de una roca se establece a partir de su composición y de su textura o relación geométrica de los minerales.

Observaciones generales sobre el macizo rocoso.

- o Composición mineralógica.
- o Forma y tamaño de los granos.
- o Color y Transparencia.
- o Dureza.

Materiales utilizados en la Identificación y caracterización de las rocas

El equipo y los materiales que se requieren para la identificación y caracterización de las rocas son:

- Brújula Azimutal (marca bruntun).
- Picota de geólogo
- Flexómetro metálico de 5m.
- Bolsa de muestreo.
- Libreta de campo.
- Lupa y ácido clorídrico.
- Navaja y escoba.

Imagen 13: Materiales para la identificación y caracterización de las rocas.



4.1.2.6.2 GRADO DE METEORIZACIÓN:

La meteorización corresponde al proceso destructivo, por el cual la roca cambia, al estar expuesta a los agentes atmosféricos en o cerca de la superficie de la tierra, y comprende una desintegración física y una descomposición química de la roca. La tabla 2 muestra los distintos grados de meteorización que puede tener una roca, desde roca fresca a suelo residual.

Tabla 14. Grado de Meteorización ISRM

TERMINO	DESCRIPCIÓN	GRADO
Roca Fresca	No presenta signos visibles de meteorización en la roca: tal vez una leve decoloración en las superficies de las discontinuidades mayores.	I
Levemente Meteorizada	La decoloración indica meteorización de la roca y en las superficies de las discontinuidades. La roca en su totalidad puede estar decolorada por la meteorización y puede estar externamente algo más débil, que en su condición fresca.	II
Moderadamente Meteorizada	Menos de la mitad de la roca esta descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La roca fresca o decolorada se puede presentar como colpas o testigos continuos.	III
Muy Meteorizada	Más de la mitad de la roca esta descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La roca fresca o decolorada se puede presentar como colpas o testigos discontinuos.	IV
Completamente Meteorizada	Toda la roca esta descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La estructura original del macizo aún se mantiene en gran parte intacta.	V
Suelo Residual	Toda la roca está convertida como suelo. La estructura del macizo y la fábrica del material están destruidas. Existe un gran cambio de volumen, sin embargo el suelo no ha sido transportado significativamente.	VI

Fuente: MTC – Tablas utilizadas para descripción geotecnia de rocas.

4.1.2.6.3 CRITERIOS SEGÚN LA RESISTENCIA DE LA ROCA

Resistencia

En terreno la resistencia de una roca se determina mediante el martillo geológico. La relación entre el número de golpes que son necesarios para fracturar la roca y el rango de resistencia en la cual se ubica la roca martillada se encuentra en la tabla 8.

Solo se astilla con varios golpes de picota.

Resistencia alta:

Se rompe con más de 3 golpes de picota.

Resistencia media:

Se rompe con 1 a 3 golpes de picota.

Resistencia baja:

Se indenta superficialmente con la punta de la picota.

Resistencia muy baja: Se indenta profundamente con la punta de la picota.

Tabla 15. Criterios para la estimación de resistencia en terreno – Waltham 1994

Grado	Descripción	Identificación de terreno	Rango aproximado de resistencia a la compresión uniaxial (Mpa)
R6	Roca extremadamente fuerte	La muestra solo puede ser astillada con el martillo geológico	>250
R5	Roca muy fuerte	La muestra requiere de muchos golpes del martillo geológico para ser fracturada	100 - 250
R4	Roca fuerte	La muestra requiere mas de un golpe del martillo geológico para ser fracturada	50 - 100
R3	Rca medianamente fuerte	No puede ser escarbada o disgregada por una cortapluma, la muestra se fractura con un solo golpe del martillo geológico	25 - 50
R2	Roca débil	Puede ser escarbada por la cortapluma con dificultad, se deforma o disgraga con un fuerte golpe de la punta del martillo	5,0 - 25
R1	Roca muy débil	Se disgrega con un golpe fuerte de la punta del martillo geológico, puede ser escarbada por la cortapluma	1,0 - 5,0
R0	Roca extremadamente débil	Marcada por la uña	0,25 - 1,0

Fuente: MTC – Tablas utilizadas para descripción geotecnia de rocas.

Tabla 16. Ensayos de Índice manual de resistencia de roca en campo (ISRM, 1981)

Cuadro 5.2.6.2.1 Dureza y Resistencia de las Rocas				
Dureza	Resistencia	Rango de Resistencia No-Confinada q_u (MPa)	Descripción de la Roca	Tipo de Roca
RH-0 Muy suave	Extremadamente débil	<1	Fácilmente mellada y pulverizada con la uña; cortada y tallada con cuchillo; se fractura con presión manual ligera. Se desintegra con un solo golpe del martillo.	Rocas piroclásticas y sedimentarias con fuerte alteración hidrotermal. Arcillas esquistosas, tiza, sal de roca, piedra jabón. Salbanda (gouge).
RH-1 Suave	Muy débil	1 - 5	Se mella y pulveriza fácilmente con un cuchillo o con presión ligera del pico del martillo. Se puede rallar con la uña. Se fractura con presión manual ligera a moderada.	Rocas sedimentarias y volcánicas extrusivas formadas de partículas finas con fuerte alteración a minerales arcillosos: tobas alteradas, areniscas y lutitas.
RH-2 Moderadamente suave	Débil	5 - 25	Se puede mellar hasta 2 mm de profundidad con el cuchillo o con presión moderada a alta del pico del martillo. Se fractura con un golpe ligero del martillo o con presión manual alta.	Rocas piroclásticas con matriz alterada a minerales arcillosos, tales como los aglomerados tobáceos. Rocas sedimentarias clásticas con cementación pobre o inexistente: conglomerados.
RH-3 Moderadamente dura	Moderadamente fuerte	25 - 50	Se puede rallar con cuchillo o presión ligera a moderada de la punta del pico del martillo. Se fractura con un golpe moderado del martillo.	Rocas piroclásticas, con matriz poco alterada o sin alteración. Rocas sedimentarias con cementación calcárea.
RH-4 Dura	Fuerte	50 - 100	Puede ser rallado con el cuchillo y con dificultad con el pico del martillo, usando fuerte presión. Se fractura con un golpe fuerte del martillo.	Rocas piroclásticas, bien soldadas, ignimbritas y calizas; rocas sedimentarias fuertemente cementadas, areniscas calcáreas.
RH-5 Muy dura	Muy fuerte	100 - 250	No se puede rallar con el cuchillo ni con el pico del martillo. Se fractura con repetidos golpes fuertes del martillo.	Rocas ígneas intrusivas como granito, gabro, ígneas extrusivas como basaltos y andesitas, metamórficas como el mármol.
RH-6 Extremadamente dura	Extremadamente fuerte	>250	No se puede rallar con el cuchillo ni con el pico del martillo, se astilla con fuertes golpes del martillo de geólogo.	Rocas metamórficas como la cuarcita, dolerita y también algunos basaltos.

Adaptado de las referencias 2,9,11 y 59

Fuente: MTC – Tablas utilizadas para descripción geotecnia de rocas.

4.1.2.6.4 DISCONTINUIDADES DE LA MASA ROCOSA

Los principales tipos de discontinuidades presentes en la masa rocosa son:

Planos de Estratificación: dividen en capas o estratos a las rocas sedimentarias.

Fallas, son fracturas que han tenido desplazamiento. Éstas son estructuras menores que se presentan en áreas locales en la zona de estudio.

Diaclasas, también denominadas juntas, son fracturas que no han tenido desplazamiento y las que más comúnmente se presentan en la masa rocosa.

Planos de foliación o esquistosidad, se forman entre las capas de las rocas metamórficas dando la apariencia de hojas o láminas.

4.1.2.6.5 PROPIEDADES DE LAS DISCONTINUIDADES

A. CARACTERIZACION DE LA ROCA INTACTA

El macizo rocoso está compuesto por bloques, de roca intacta, separados por discontinuidades, tales como diaclasas, planos de estratificación, pliegues, zonas de cizalla y fallas. Estos bloques pueden tener diferentes grados de alteración, variando desde inalterados hasta disgregados.

A.1. Mineralogía y Litología.

Se refiere a la clasificación geológica general. A pesar que el tipo de roca es usado principalmente para identificar y correlacionar, a menudo brinda una primera y general indicación del tipo de comportamiento.

A.2. grado de meteorización:

La meteorización corresponde al proceso destructivo, por el cual la roca cambia, al estar expuesta a los agentes atmosféricos en o cerca de la superficie de la tierra, y

comprende una desintegración física y una descomposición química de la roca. La tabla 2 muestra los distintos grados de meteorización que puede tener una roca, desde roca fresca a suelo residual. La meteorización desempeña un papel importante en el ciclo de las rocas, normalmente desintegración y descomposición van juntas, porque la rotura física de las rocas facilita el acceso de los materiales químicos que causan la descomposición.

Tabla 17. Grado de Meteorización ISRM

TERMINO	DESCRIPCIÓN	GRADO
Roca Fresca	No presenta signos visibles de meteorización en la roca: tal vez una leve decoloración en las superficies de las discontinuidades mayores.	I
Levemente Meteorizada	La decoloración indica meteorización de la roca y en las superficies de las discontinuidades. La roca en su totalidad puede estar decolorada por la meteorización y puede estar externamente algo más débil, que en su condición fresca.	II
Moderadamente Meteorizada	Menos de la mitad de la roca esta descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La roca fresca o decolorada se puede presentar como colpas o testigos continuos.	III
Muy Meteorizada	Más de la mitad de la roca esta descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La roca fresca o decolorada se puede presentar como colpas o testigos discontinuos.	IV
Completamente Meteorizada	Toda la roca esta descompuesta y/o desintegrada como un suelo. La estructura original del macizo aún se mantiene en gran parte intacta.	V
Suelo Residual	Toda la roca está convertida como suelo. La estructura del macizo y la fábrica del material están destruidas. Existe un gran cambio de volumen, sin embargo el suelo no ha sido transportado significativamente.	VI

Fuente: MTC – Tablas utilizadas para descripción geotecnia de rocas.

A.3. Resistencia:

Cada roca se caracteriza por su textura, resistencia y estructura. Empero lo que mayor influencia tiene en una roca es

la naturaleza de los minerales y la resistencia de sus constituyentes, Una roca no puede ser resistente si sus componentes minerales son débiles. Por otro lado, si los minerales son resistentes, la roca puede todavía ser débil debido a una fábrica desfavorable. La resistencia a la compresión uniaxial de la roca intacta es probablemente la propiedad mecánica más empleada con fines geotécnicos y que a más de ser obtenida en ensayos de laboratorio puede ser estimada a partir de la siguiente tabla usando únicamente los grados R0 a R6: Considerando la resistencia de la roca a romperse o indentarse con golpes de picota, la guía práctica de clasificación de la roca es la siguiente:

Tabla 18. Pruebas de índices manuales

Grado	Descripción	Identificación en campo	Resistencia a la compresión simple (MPa)
S1	Arcilla muy blanda	Penetrada fácilmente varias pulgadas por el puño.	< 0,025
S2	Arcilla blanda	Penetrada fácilmente varias pulgadas por el dedo pulgar.	0,025 – 0,05
S3	Arcilla media	Penetrada varias pulgadas por el dedo pulgar, usando esfuerzo moderado.	0,05 – 0,10
S4	Arcilla semidura	Deja fácilmente hendidura por la acción del dedo pulgar, pero penetra solamente con gran esfuerzo.	0,10 – 0,25
S5	Arcilla dura	Mellada fácilmente por la uña del pulgar.	0,25 – 0,50
S6	Arcilla muy dura	Mellada con dificultad por la uña del pulgar.	0,50 – 1
R0	Roca extremadamente débil	Mellada por la uña del pulgar.	0,25 – 1
R1	Roca muy débil	Se disgrega por golpes fuertes de la punta de la piqueta; puede ser desconchada por una navaja.	1 – 5
R2	Roca débil	Puede ser desconchada por una navaja, con dificultad.	5 – 25
R3	Roca medianamente resistente	No puede ser rayada o desconchada por navaja; la muestra puede ser fracturada por un golpe fuerte de la punta de la piqueta.	25 – 50
R4	Roca fuerte	La muestra requiere más de un golpe de la piqueta para fracturarla.	50 – 100
R5	Roca muy fuerte	La muestra requiere varios golpes de la piqueta para fracturarla.	100 – 250
R6	Roca extremadamente resistente	La muestra puede ser solamente astillada por la piqueta.	> 250

Fuente: MTC - Ensayos de Índice manual de resistencia de roca en campo (ISRM, 1981)

B. DESCRIPCIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES

Las discontinuidades de un macizo rocoso pueden ser descritas mediante la observación de un afloramiento, a través de la observación de núcleos provenientes de perforaciones y por métodos de fotogrametría terrestre.

❖ **Orientación**, es la posición de la discontinuidad en el espacio y comúnmente es descrito por su rumbo y buzamiento. Cuando un grupo de discontinuidades se presentan con similar orientación o en otras palabras son aproximadamente paralelas, se dice que éstas forman un “sistema” o una “familia” de discontinuidades.

❖ **Espaciado**, es la distancia perpendicular entre discontinuidades adyacentes. Éste determina el tamaño de los bloques de roca intacta. Cuanto menos espaciado tengan, los bloques serán más pequeños y cuanto más espaciado tengan, los bloques serán más grandes.

Tabla 19. Terminología para el espaciado de discontinuidades (ISRM, 1981)

Descripción	Espaciado (mm)
Extremadamente cerrado	< 20
Muy cerrado	20 – 60
Cerrado	60 – 200
Moderado	200 – 600
Espaciado	600 – 2.000
Muy espaciado	2.000 – 6.000
Extremadamente espaciado	> 6.000

Fuente: MTC – Tablas utilizadas para descripción geotecnia de rocas.

❖ **Persistencia**, es la extensión en área o tamaño de una discontinuidad. Cuanto menor sea la persistencia, la masa rocosa será más estable y cuanto mayor sea ésta, será menos estable.

Tabla 20. Descripción de persistencia (ISRM, 1981)

Persistencia	Longitud (m)
Muy baja persistencia	< 1
Baja persistencia	1 – 3
Persistencia media	3 – 10
Alta persistencia	10 – 20
Muy alta persistencia	> 20

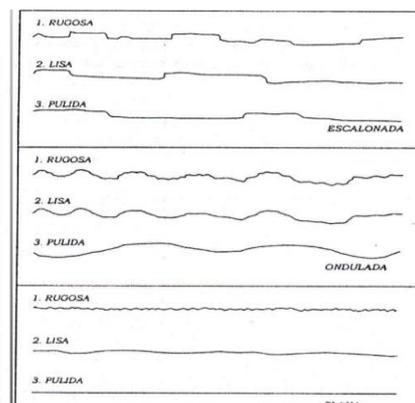
Fuente: MTC – Tablas utilizadas para descripción geotecnia de rocas.

❖ **Rugosidad**, es la aspereza o irregularidad de la superficie de la discontinuidad. Cuanto menor rugosidad tenga una discontinuidad, la masa rocosa será menos competente y cuanto mayor sea ésta, la masa rocosa será más competente.

Tabla 21. Tipo de rugosidades

Tabla 2.11 Tipo de rugosidades.

Tipo	Descripción
I	Rugosa irregular, escalonada
II	Lisa, escalonada
III	Pulida, escalonada
IV	Rugosa irregular, ondulada
V	Lisa, ondulada
VI	Pulida, ondulada
VII	Rugosa irregular, planar
VIII	Lisa, planar
IX	Pulida, planar



Fuente: MTC Tablas utilizadas para descripción geotecnia de rocas.

❖ **Abertura**, es la separación entre las paredes rocosas de una discontinuidad o el grado de abierto que ésta presenta. A menor apertura, las condiciones de la masa rocosa serán mejores y a mayor apertura, las condiciones serán más desfavorables.

4.1.2.6.6 CONCLUSIONES DEL TIPO DE ROCA ENCONTRADO EN EL AREA DE INVESTIGACION.

El macizo rocoso predominante en el área de investigación presenta un relieve irregular, existiendo de este estrato superficial, un manto rocoso de Caliza masiva de color gris con tonalidades oscuras con ligera coloración negruzca. El manto rocoso es bastante compacto, con una Resistencia de la matriz rocosa “media”. Que se rompe con 1 a 3 golpes con la picota de geólogo. La zona predominante (C13 y C06) se muestra:

Mapa 08: Ubicación y delimitación de la zona rocosa.

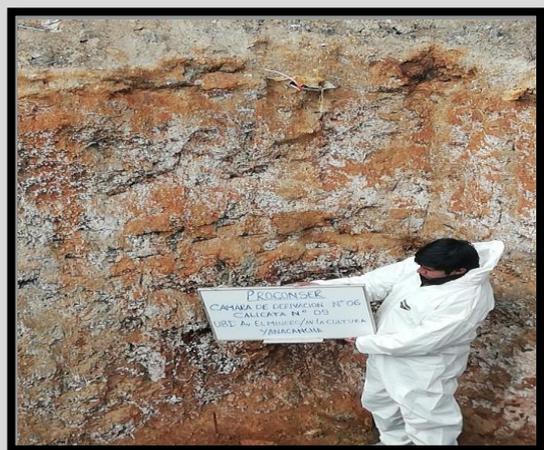


Fuente: Google earth

CALICATA 68 (C-13)	
LUGAR	Calle Arica
REFERENCIA	A dos cuadras arriba del GOREPA
COORDENADAS	8820689.00 m S; 363171.00 m E



CALICATA 06 (C-06)	
LUGAR	Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion
REFERENCIA	Frente al colegio Cesar Vallejo
COORDENADAS	8820240.00 m S; 363045.00 m E



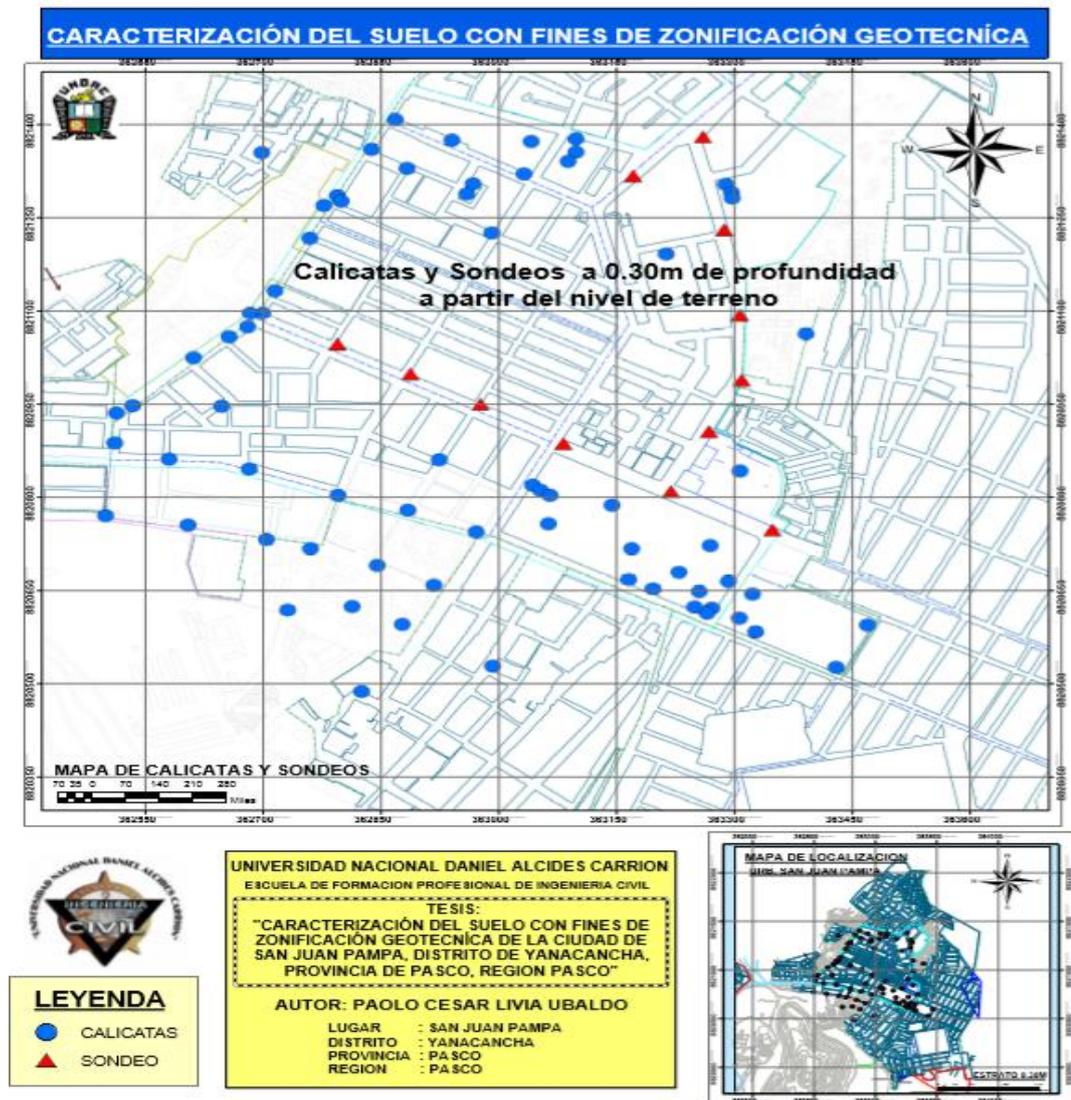
4.2 PRESENTACION, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Los ensayos de laboratorio arrojaron una serie de resultados y con la aplicación de la interpolación **Kriging ordinario**, nos llevaron a la consecución de los objetivos propuestos.

4.2.1 RESULTADO DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE EXPLORACION Y SONDEO

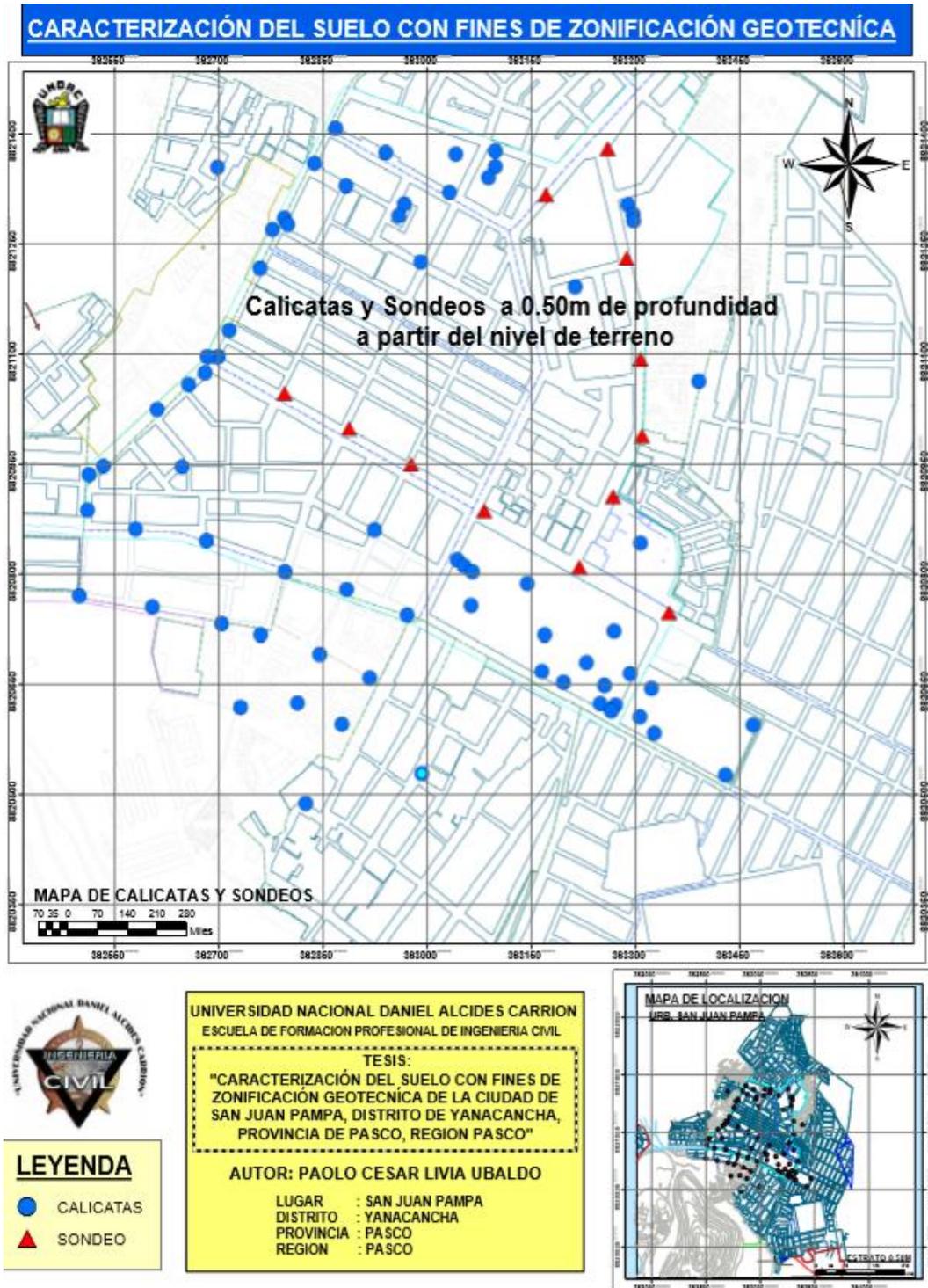
Inicialmente se presenta la ubicación de las calicatas y sondeos a profundidades de 0,5m, 1,0m, 1,5m, 2,0m, 2,5m, 3,0m, 3,5m, y 4,0m. Posteriormente se muestran los mapas de tipos de suelo y capacidad de soporte del suelo, así como el cuadro de validación de las interpolaciones, histogramas, gráficos de normalidad.

Mapa N 09. Ubicación de calicatas y sondeos a 0.30m



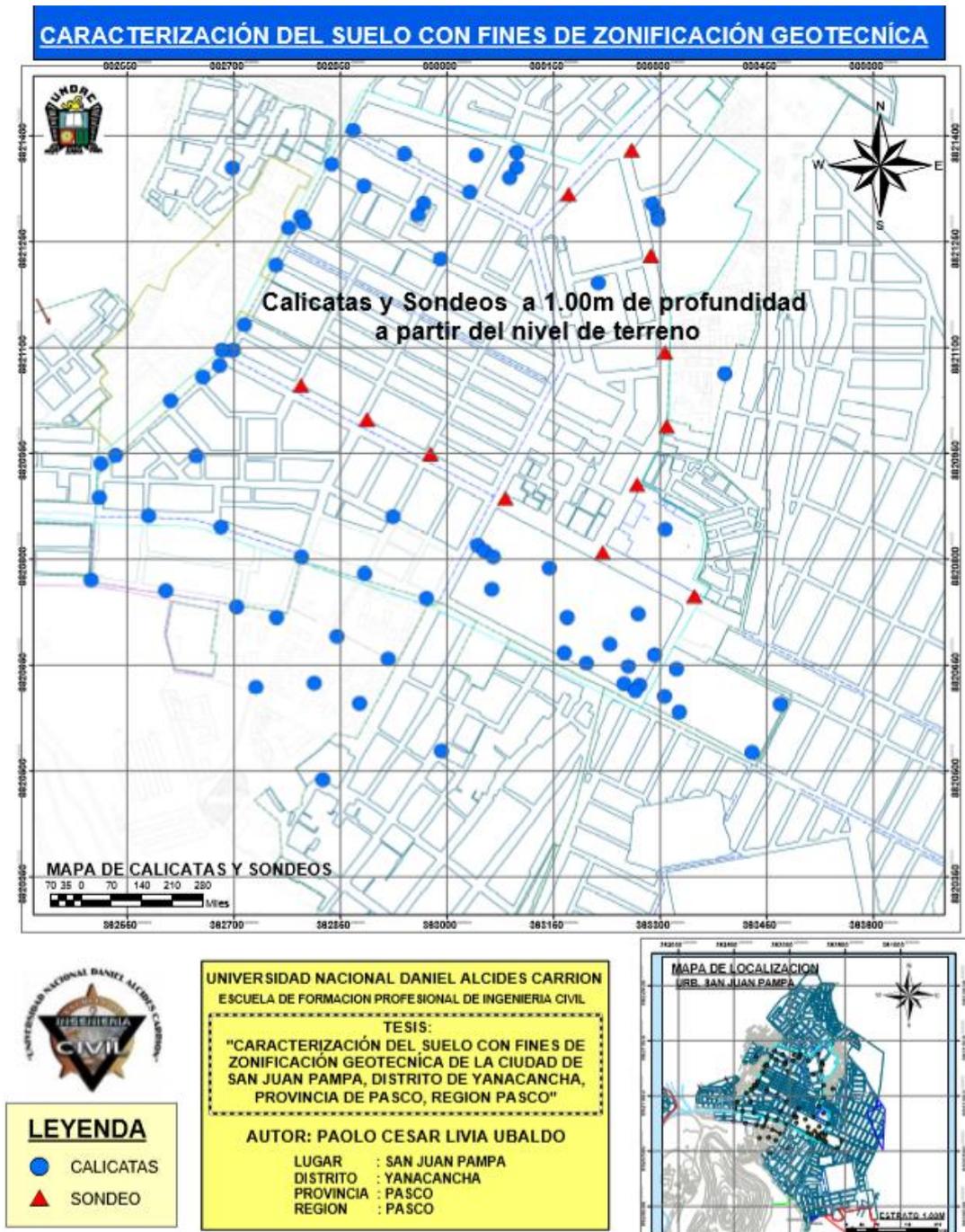
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 10. Ubicación de calicatas y sondeos a 0.50m



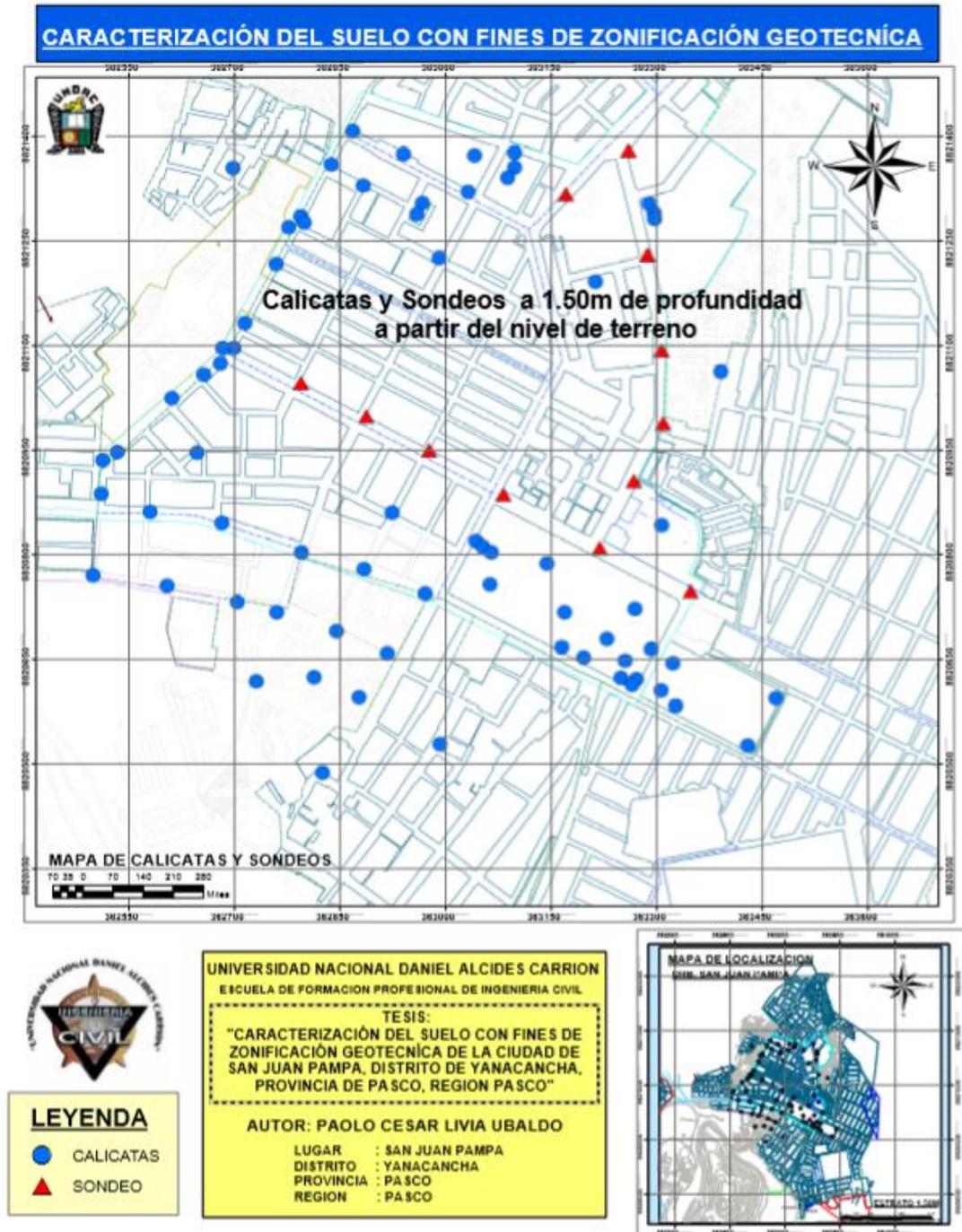
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 11. Ubicación de calicatas y sondeos a 1.00m



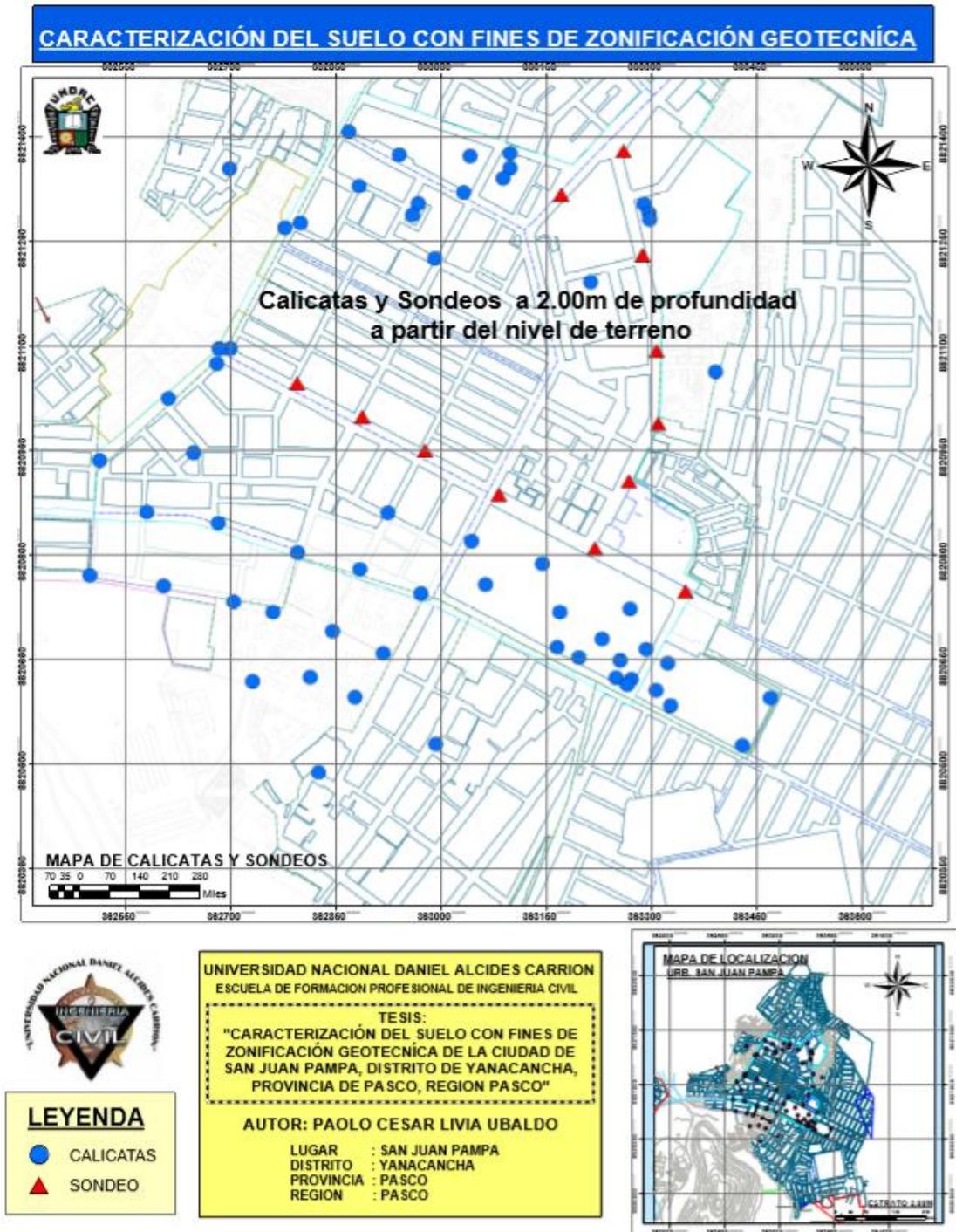
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 12. Ubicación de calicatas y sondeos a 1.50m



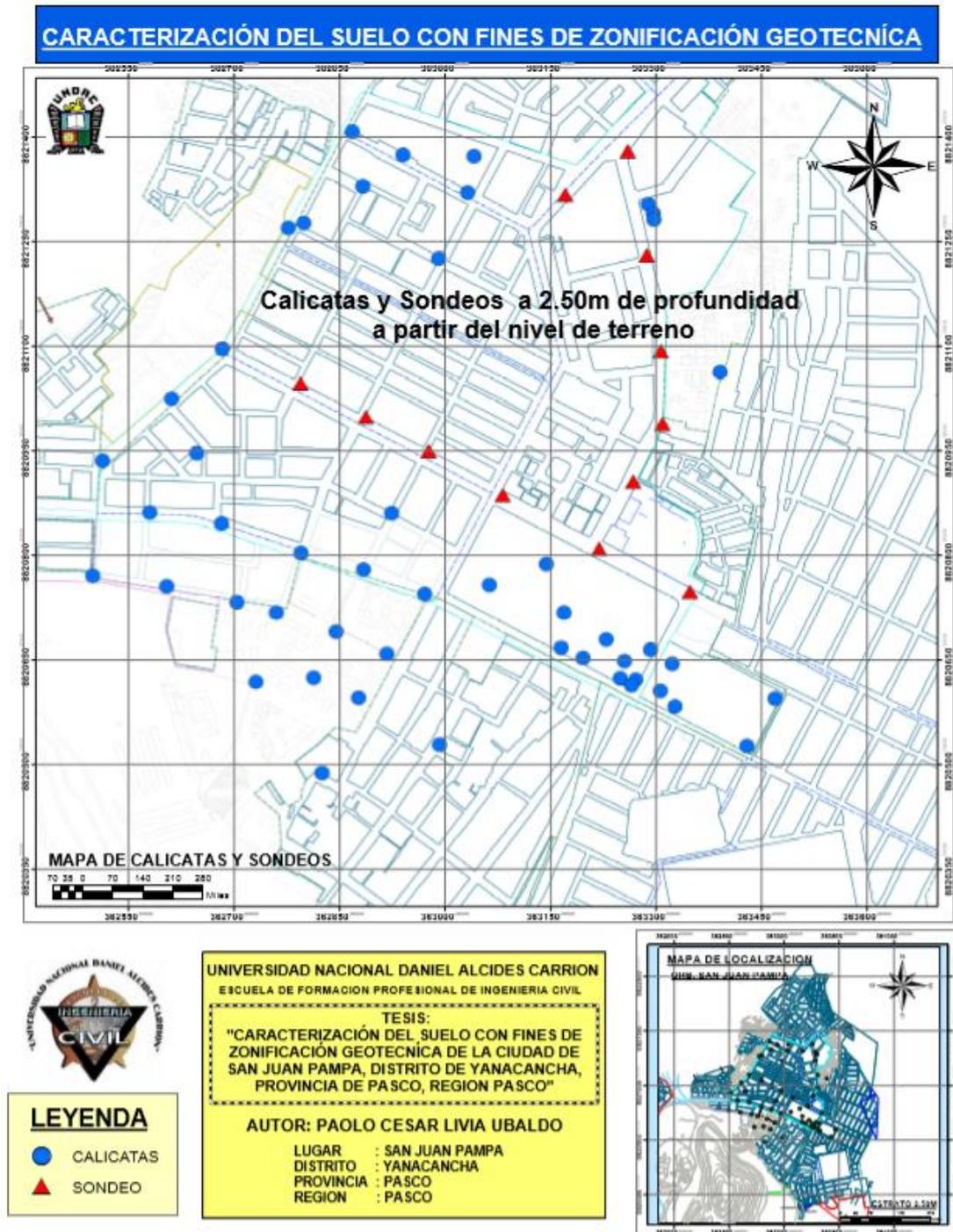
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 13. Ubicación de calicatas y sondeos a 2.00m



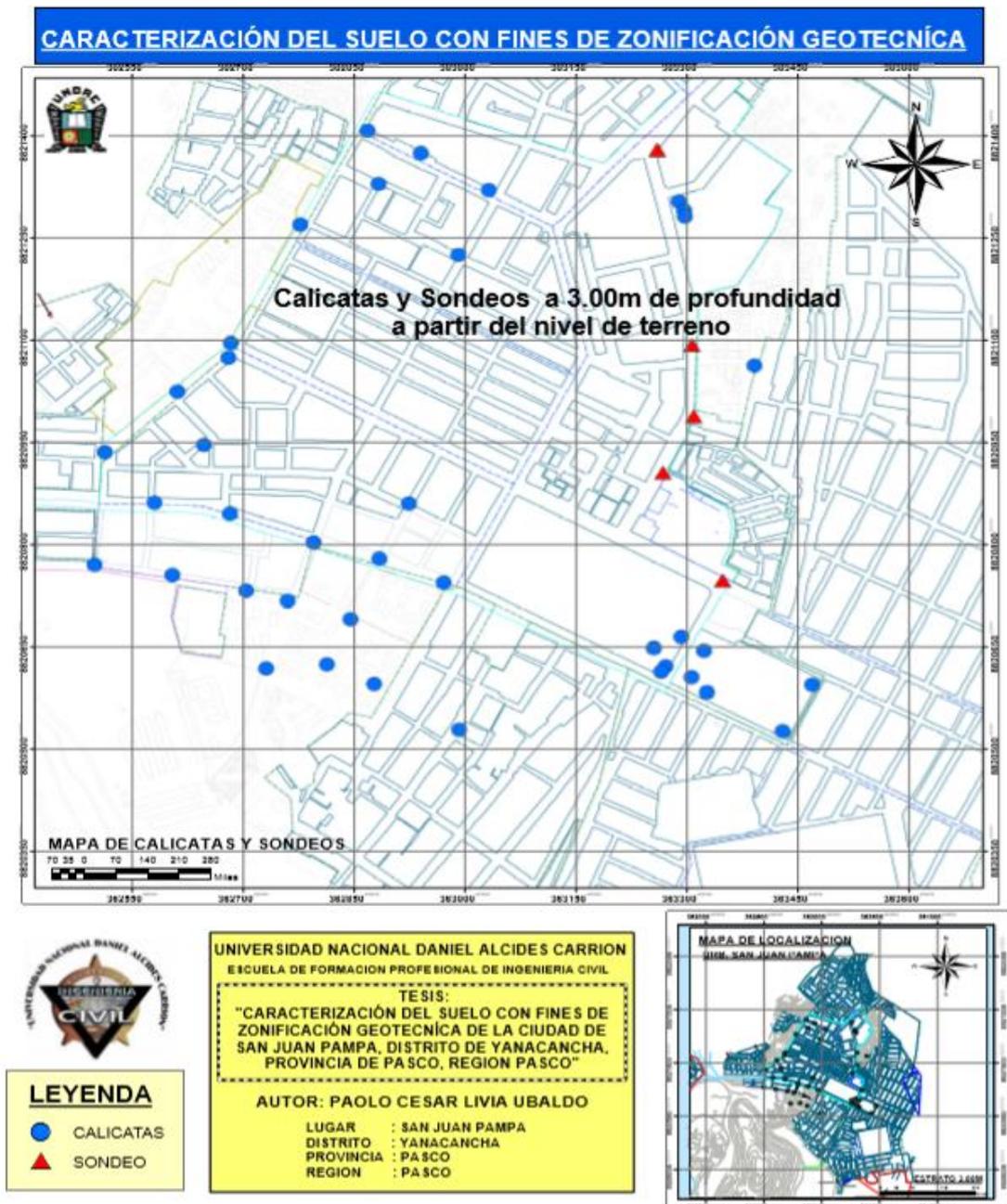
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 14. Ubicación de calicatas y sondeos a 2.50m



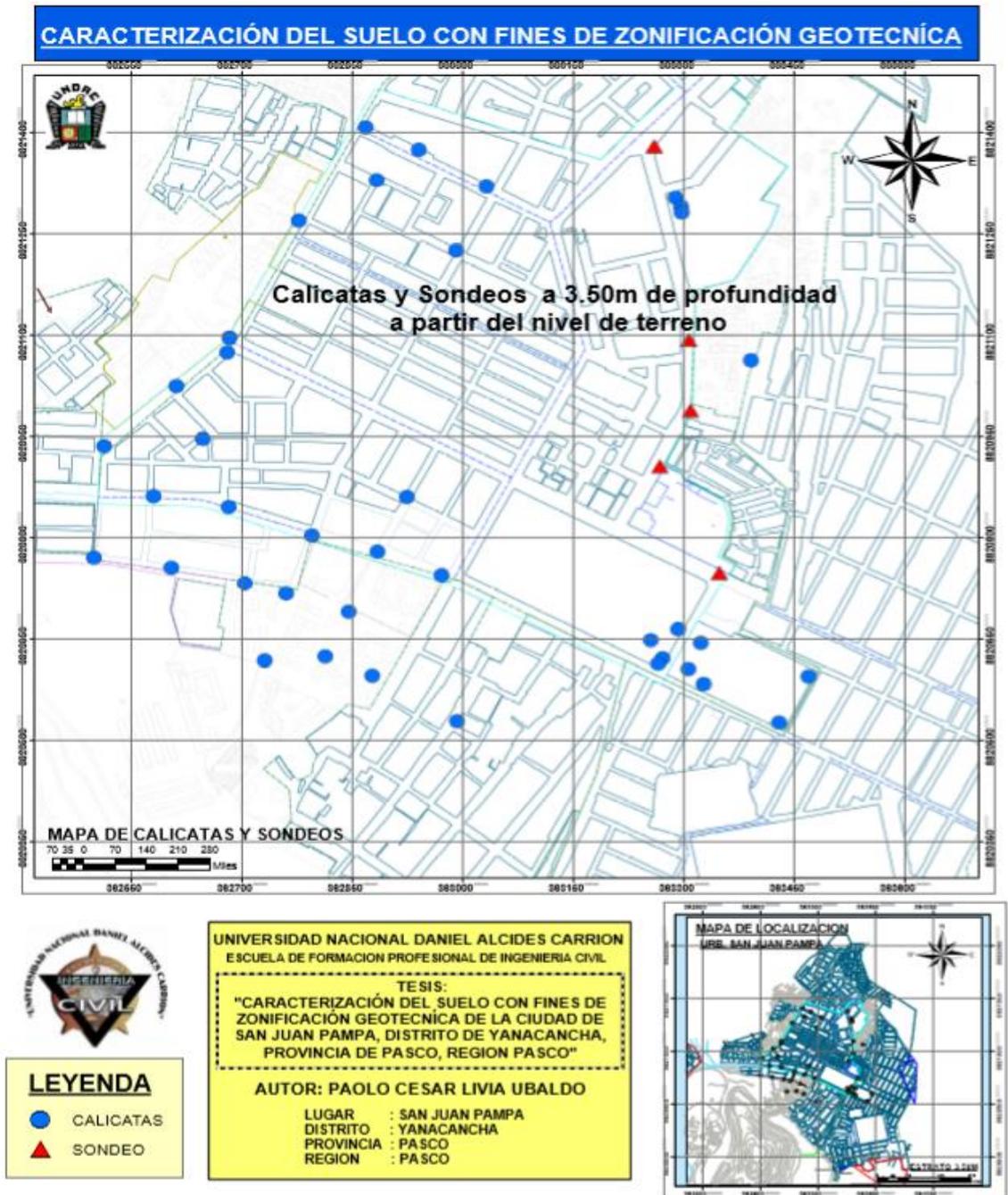
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 15. Ubicación de calicatas y sondeos a 3.00m



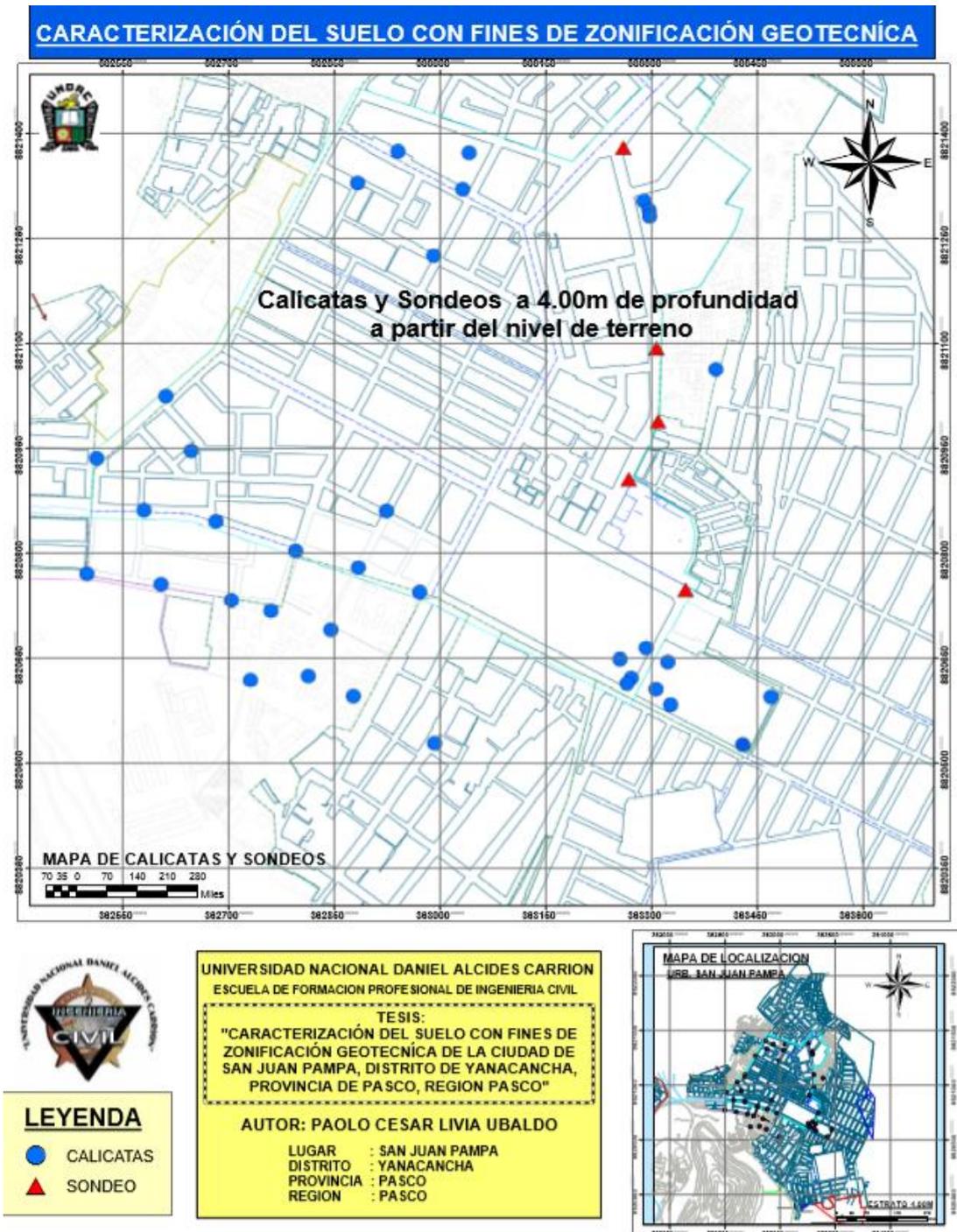
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 16. Ubicación de calicatas y sondeos a 3.50m.



Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 17. Ubicación de calicatas y sondeos a 4.00m.



Fuente: Elaboración propia.

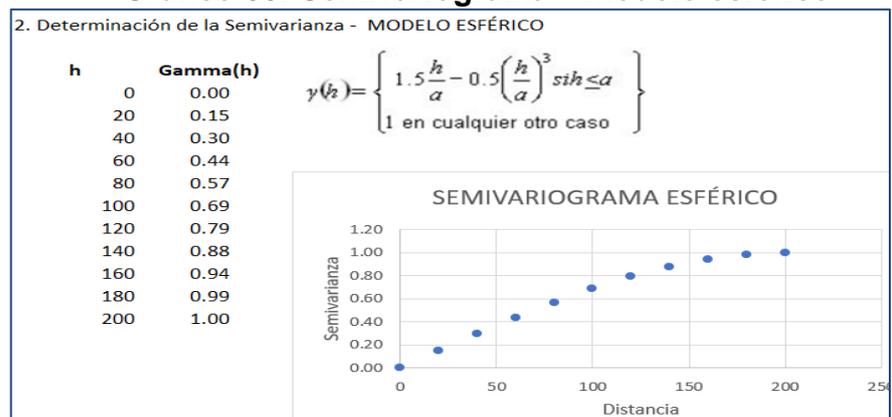
4.2.2 RESULTADO DE ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

4.2.2.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA URBANIZACION SAN JUAN PAMPA

Según la metodología propuesta se tomaron tres aspectos importantes con los cuales se ha llegado a una zonificación final. Estos aspectos son el estrato superficial y el estrato predominante.

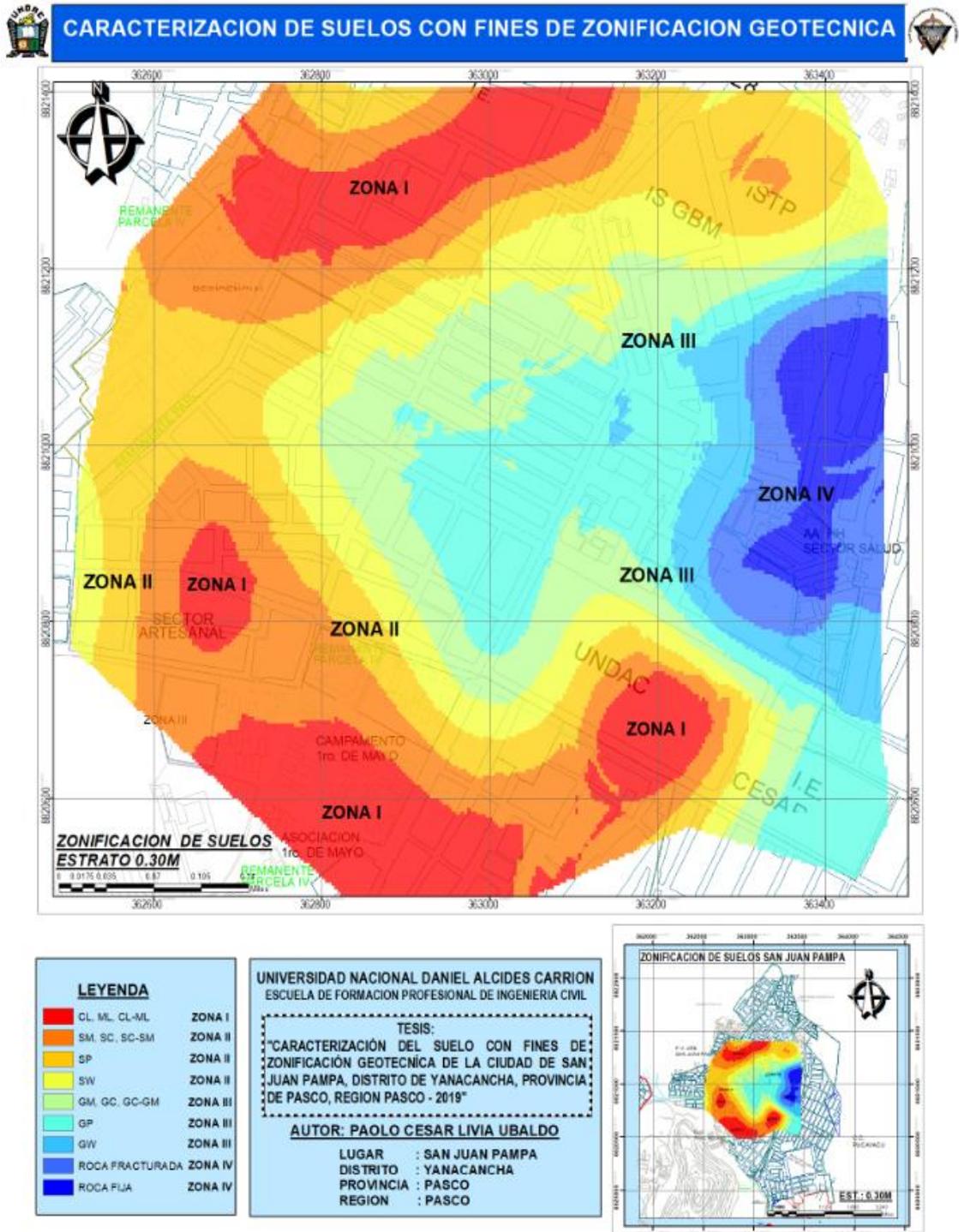
Las características geotécnicas de la Urbanización San Juan Pampa muestran la existencia de diversos tipos de suelos. Se encontraron suelos Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), bajo la Norma A.S.T.M. D 2487. Y según la interpolación **Kriging ordinario**, utilizando el modelo esférico; se tiene los siguientes resultados de “MAPA DE ZONIFICACION DE SUELOS POR ESTRATOS”, divididos por zonas desde la Zona I hasta la zona IV.

Gráfico 08: Semivariograma – modelo esférico



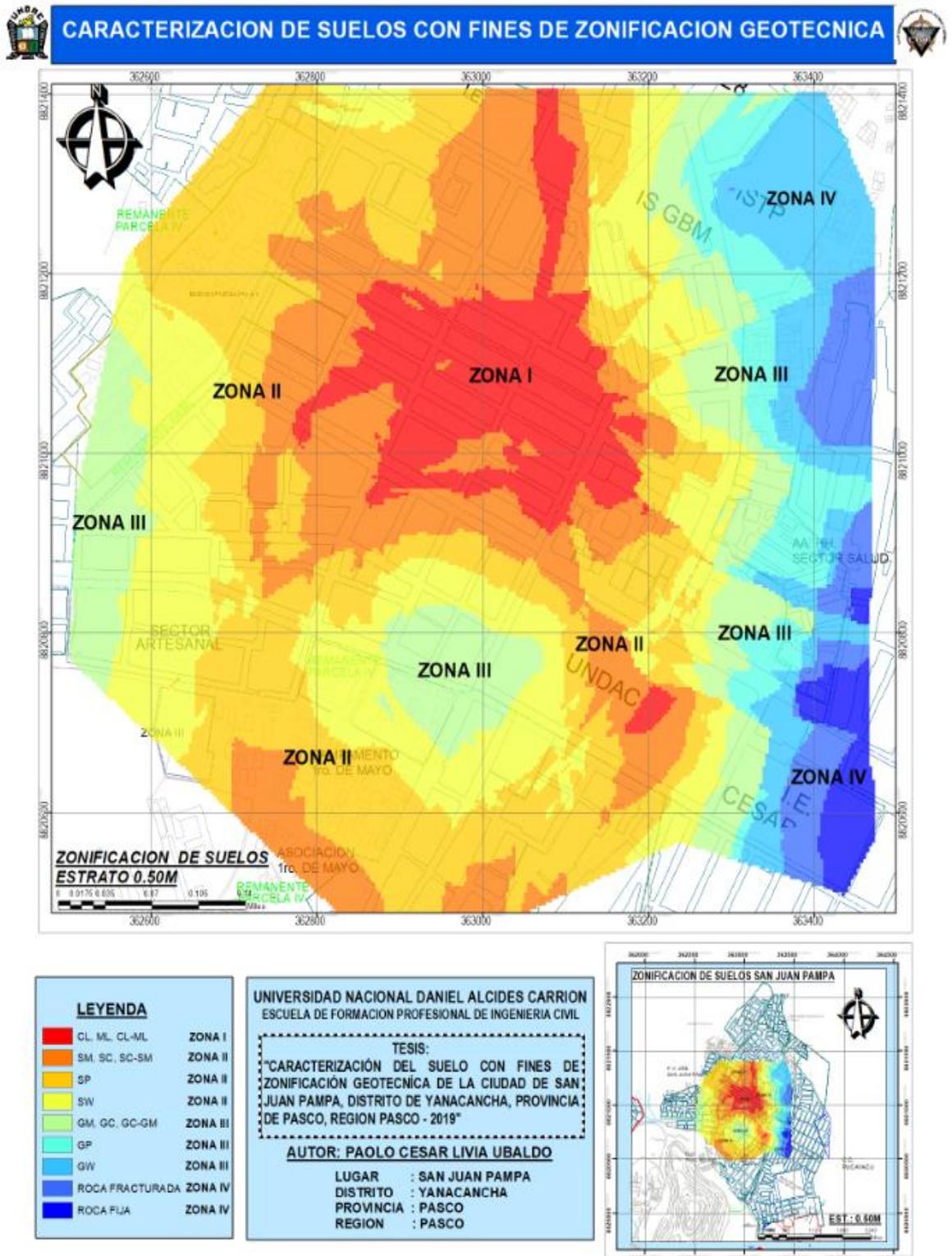
Fuente: Elaboración propia (Ver anexos de cálculos estadísticos)

Mapa N 18. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 0.30m.



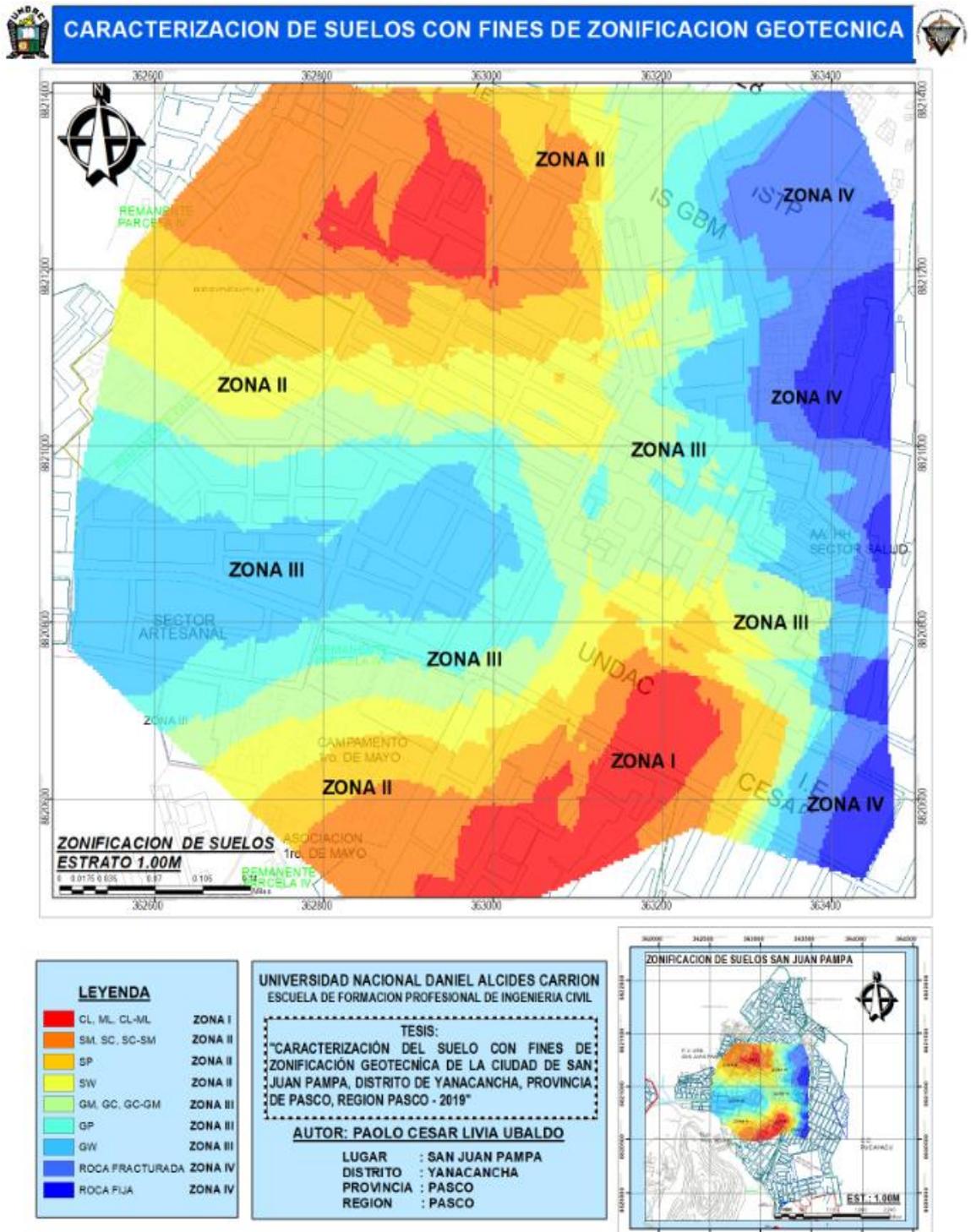
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 19. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 0.50m.



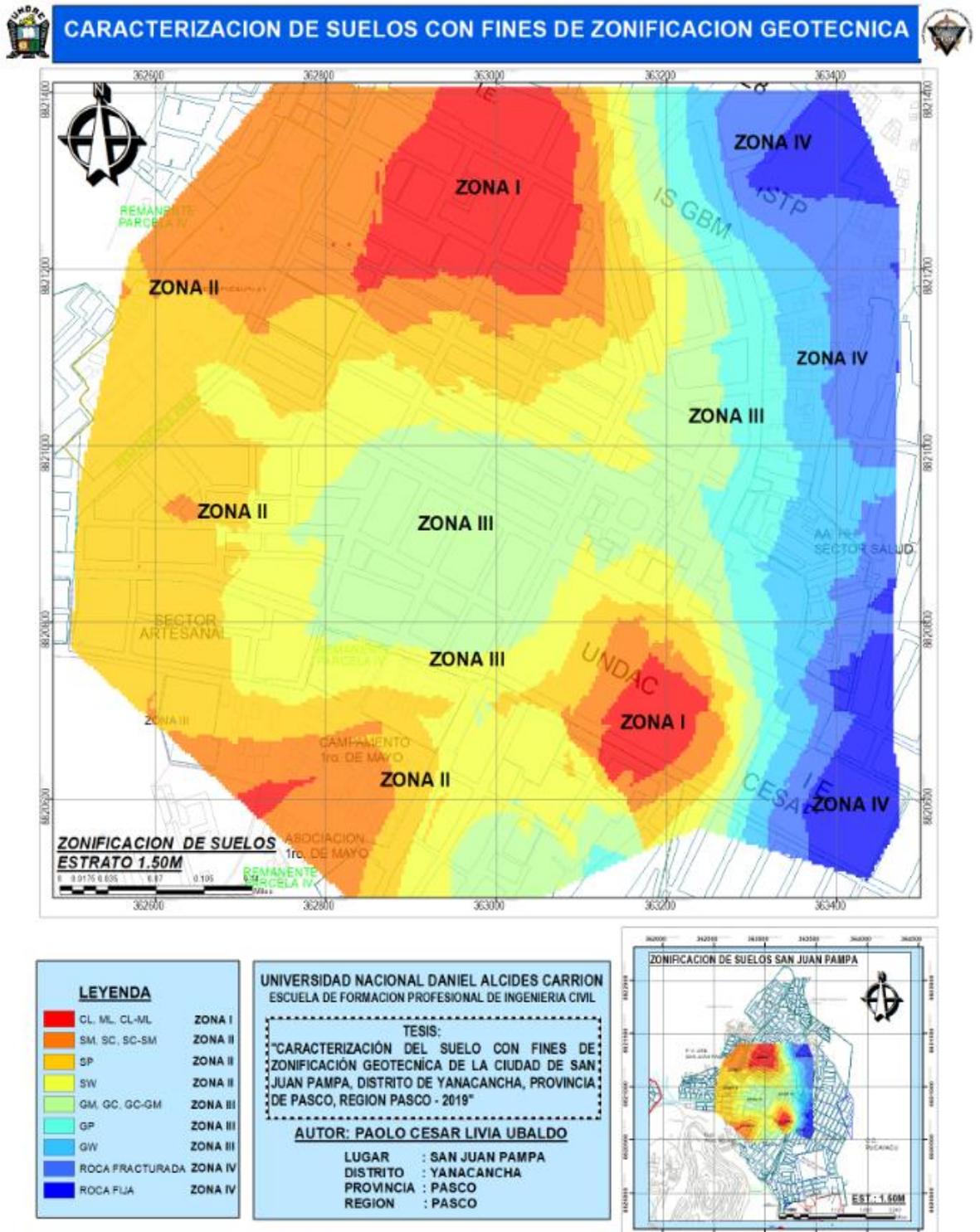
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 20. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 1.00m.



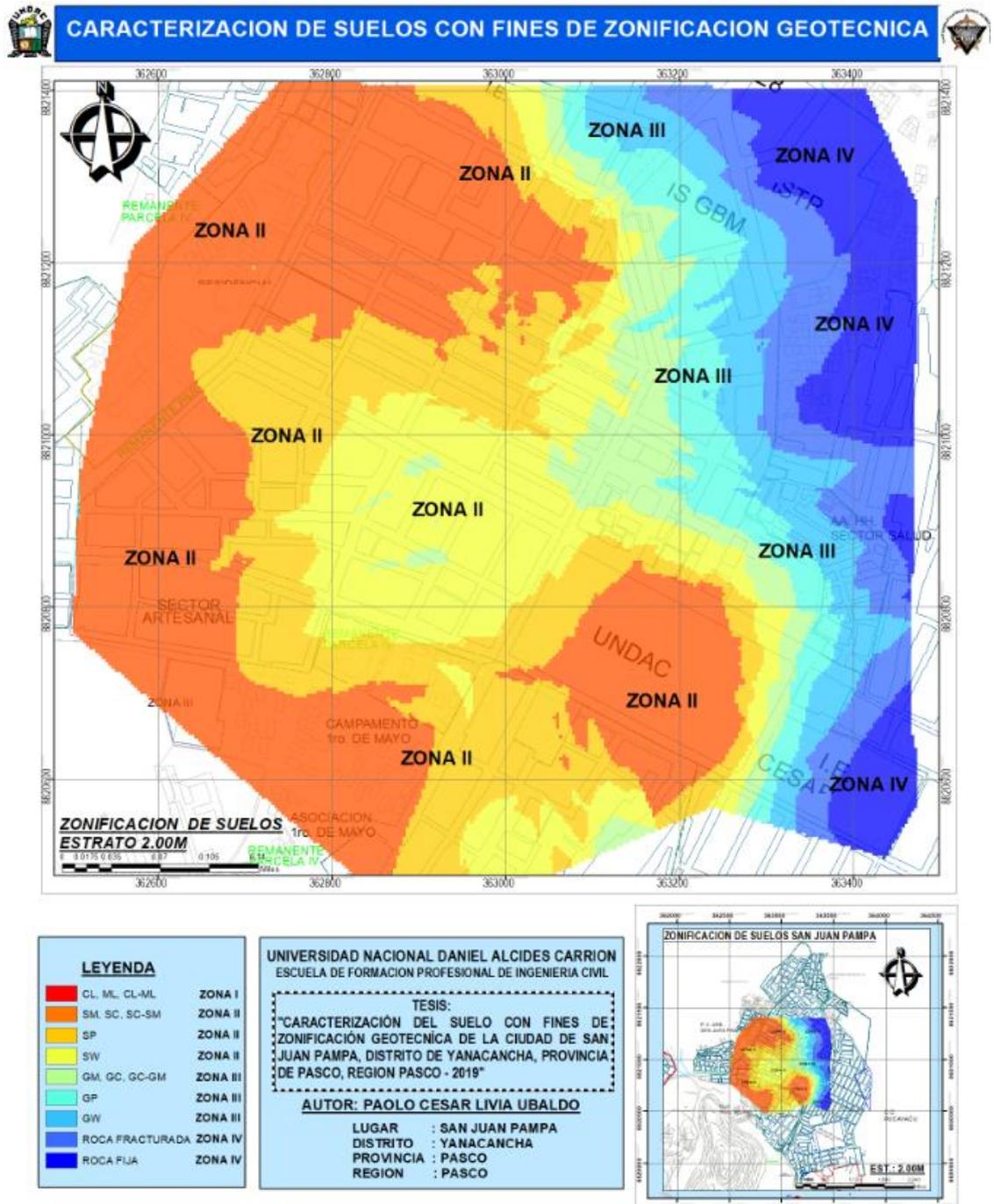
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 21. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 1.50m.



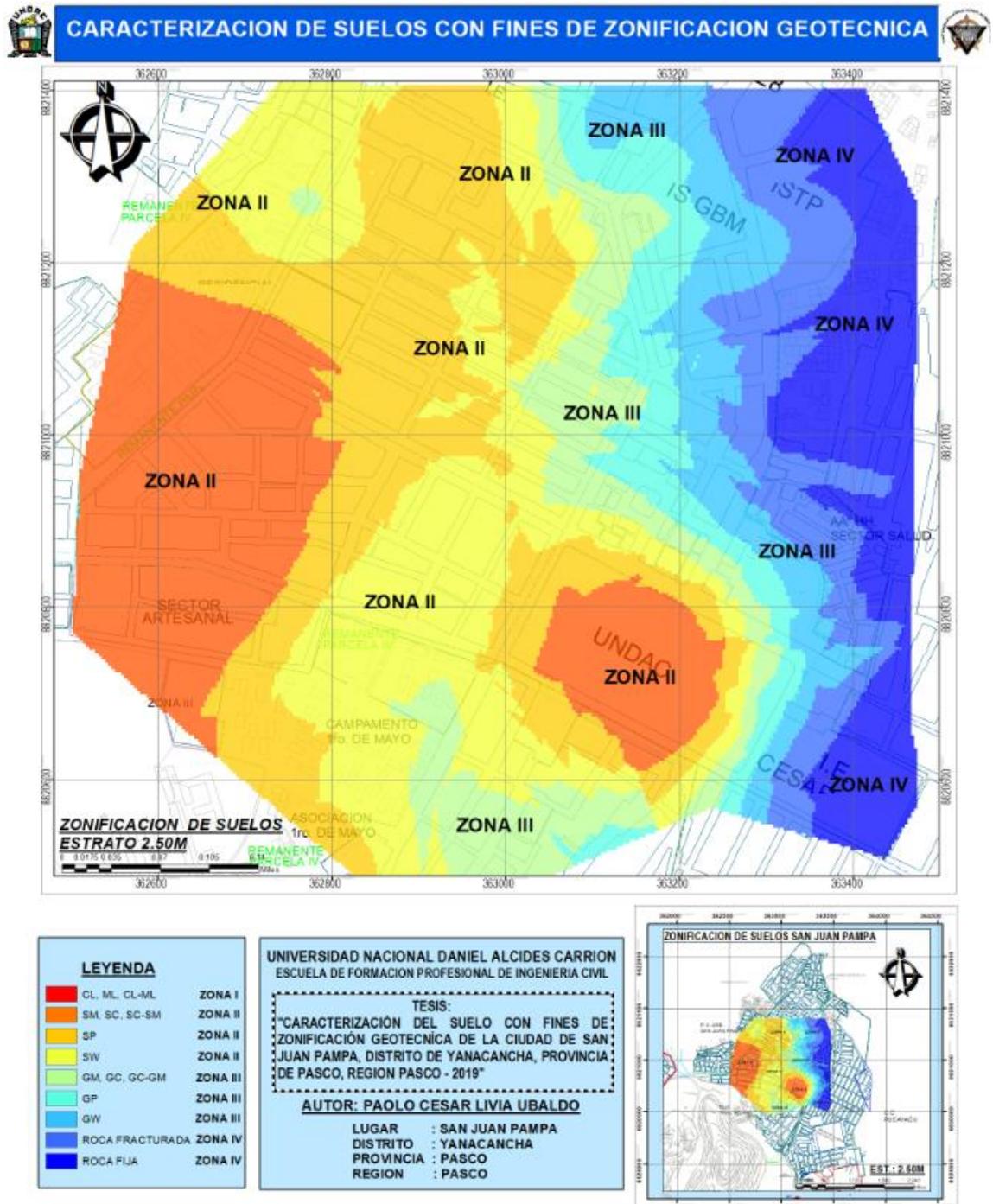
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 22. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 2.00m.



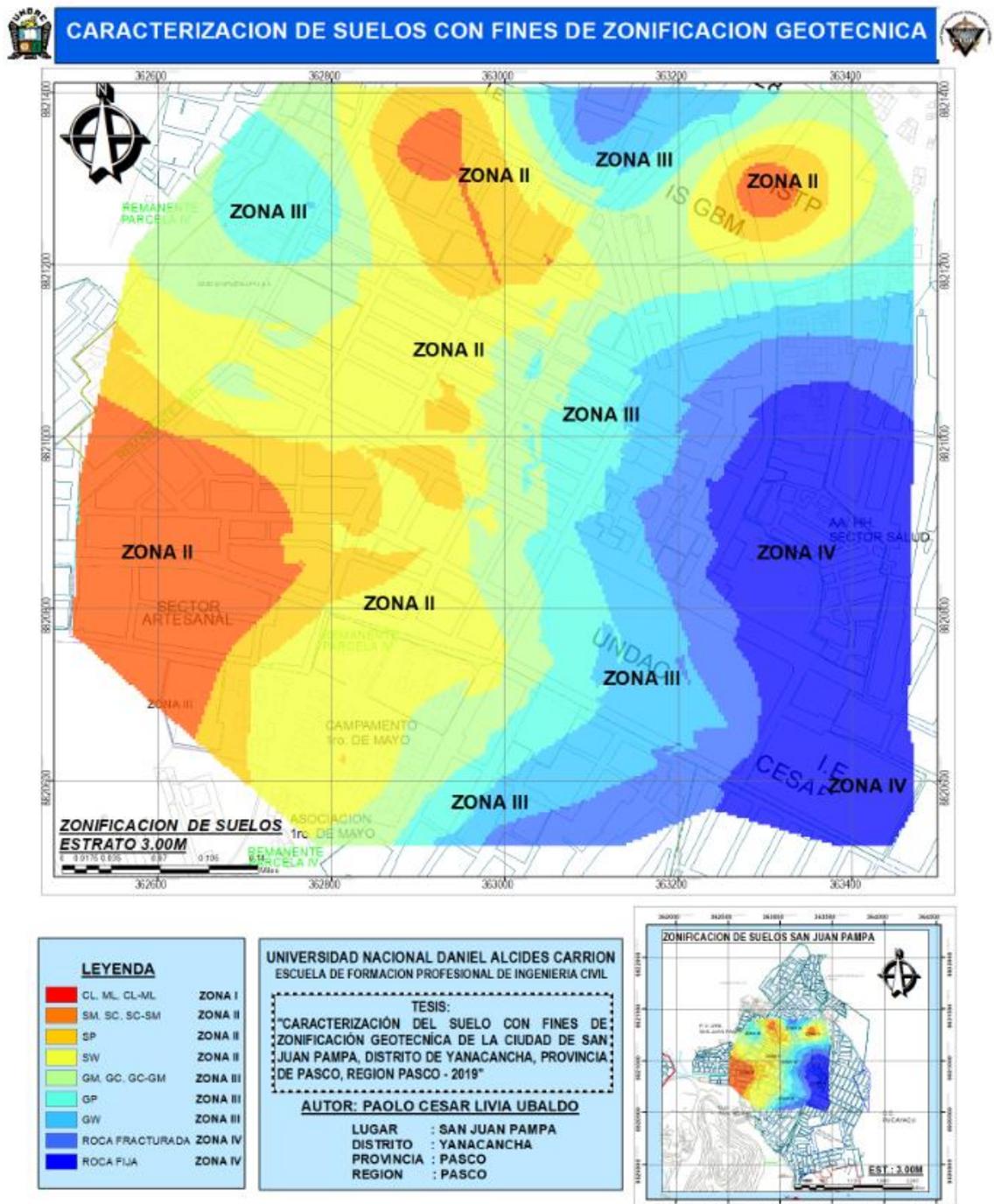
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 23. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 2.50m.



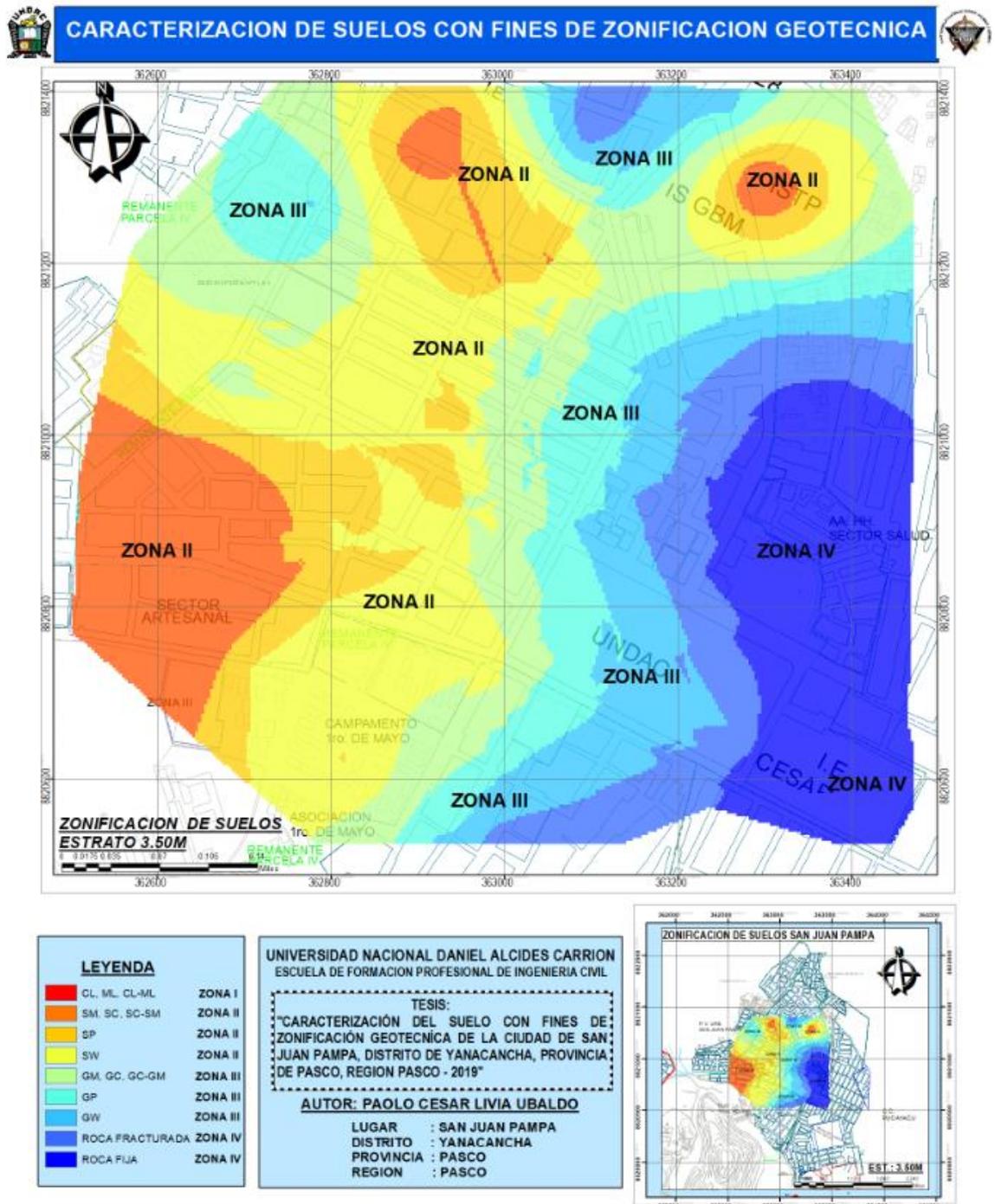
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 24. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 3.00m.



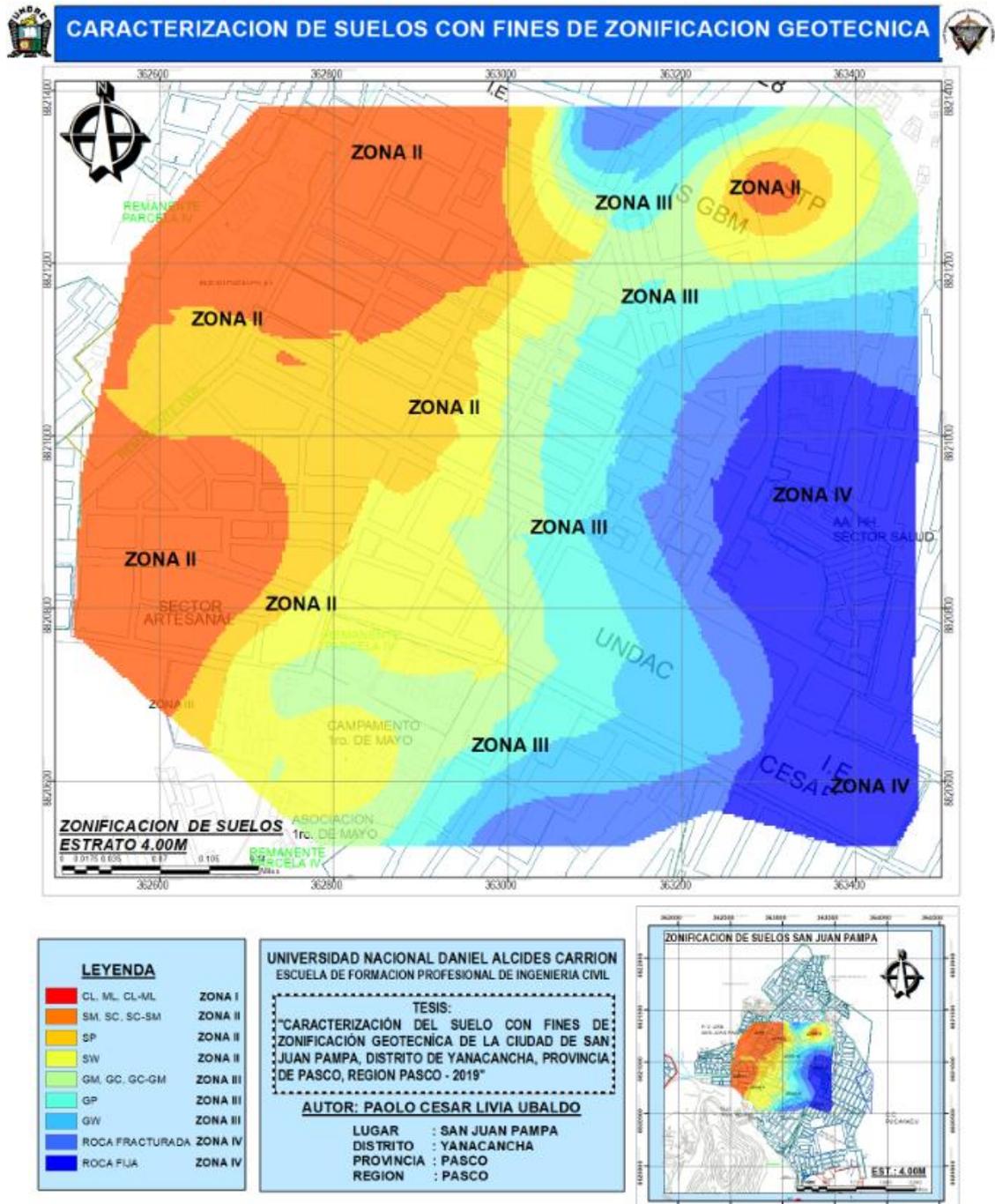
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 25. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 3.50m.



Fuente: Elaboración propia.

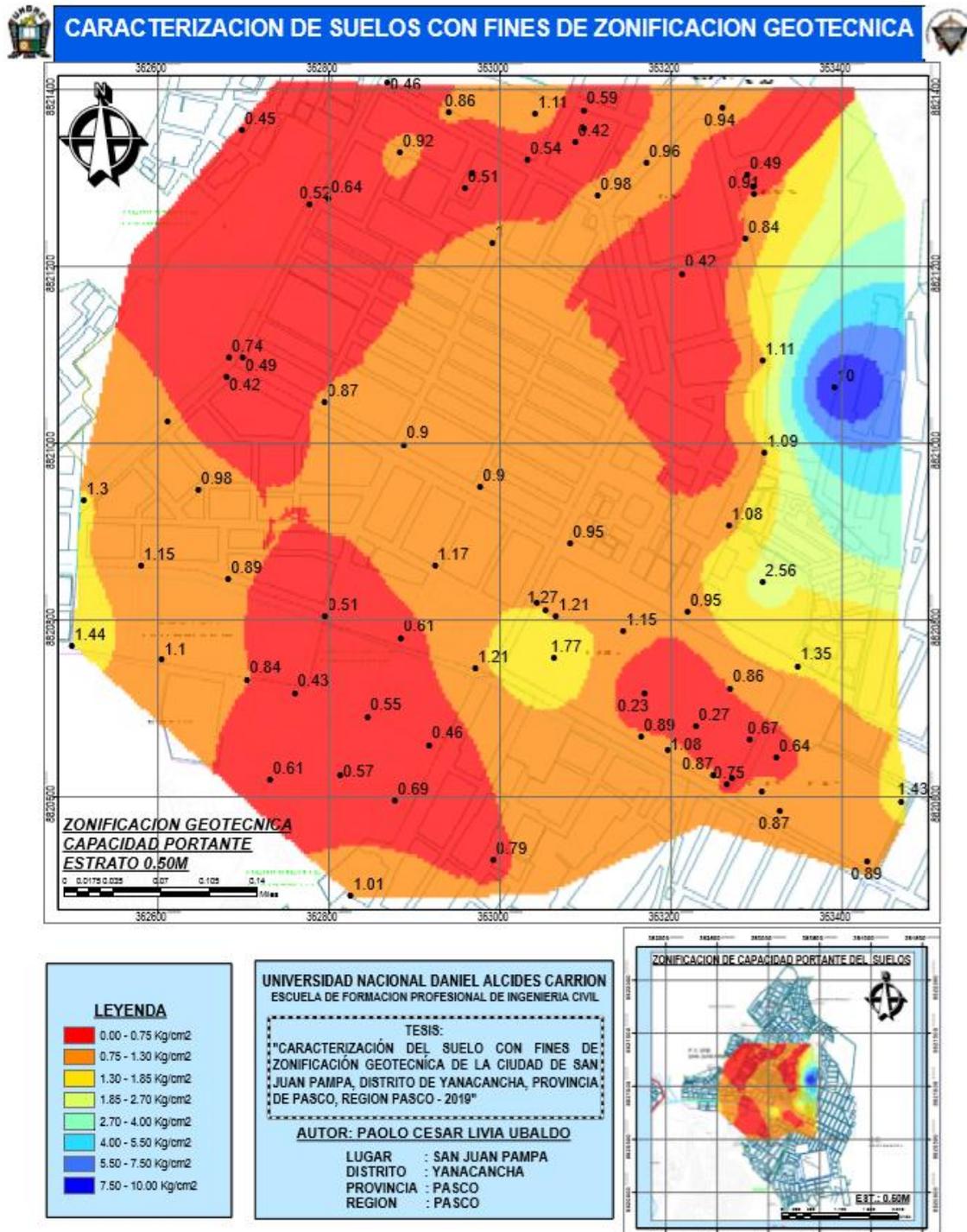
Mapa N 26. Mapa de zonificación de suelos en estratos de 4.00m.



Fuente: Elaboración propia.

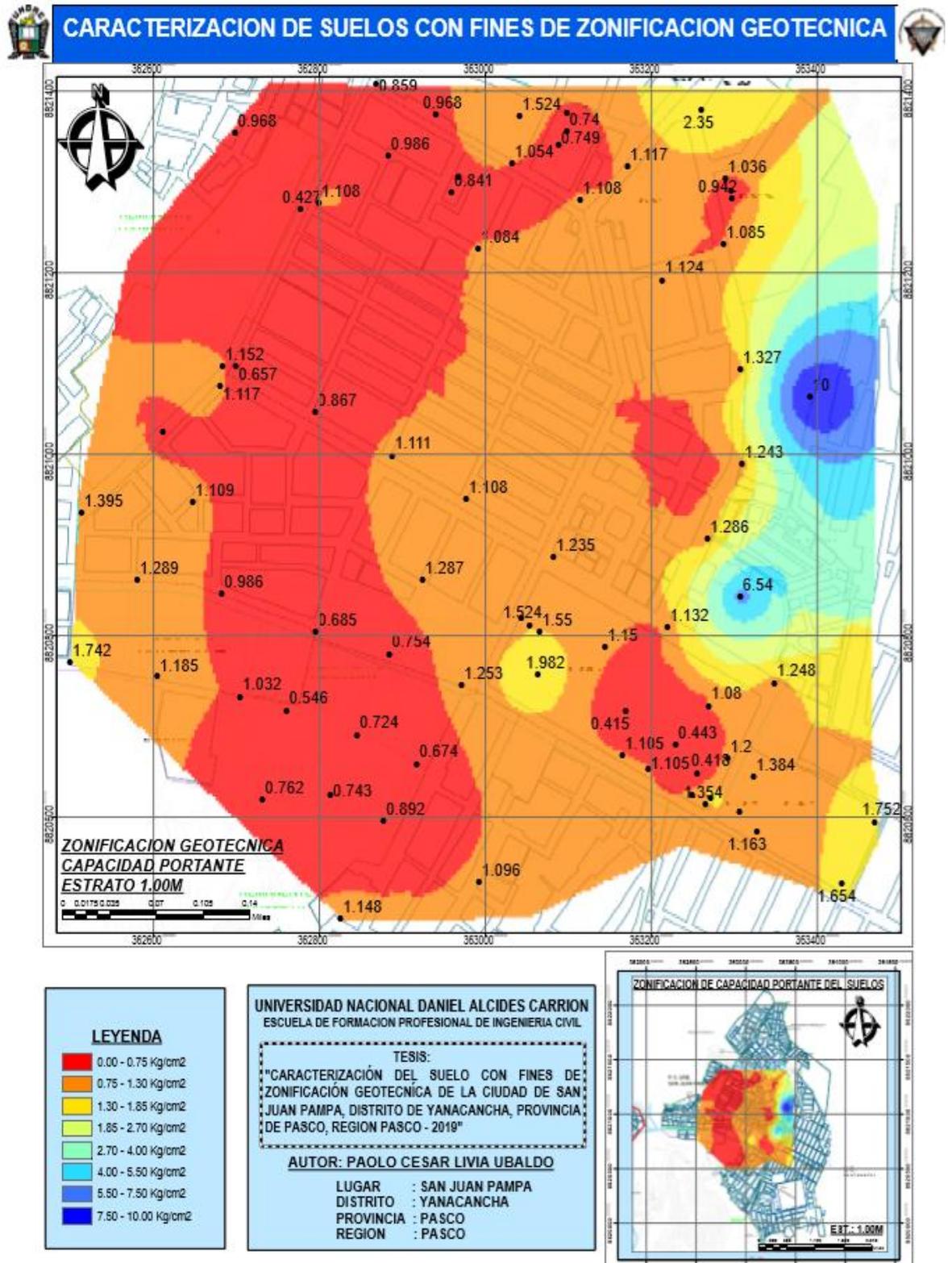
4.2.2.2 CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS DE SUELOS DE LA URBANIZACION SAN JUAN PAMPA

Mapa N 27. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 0.50m.



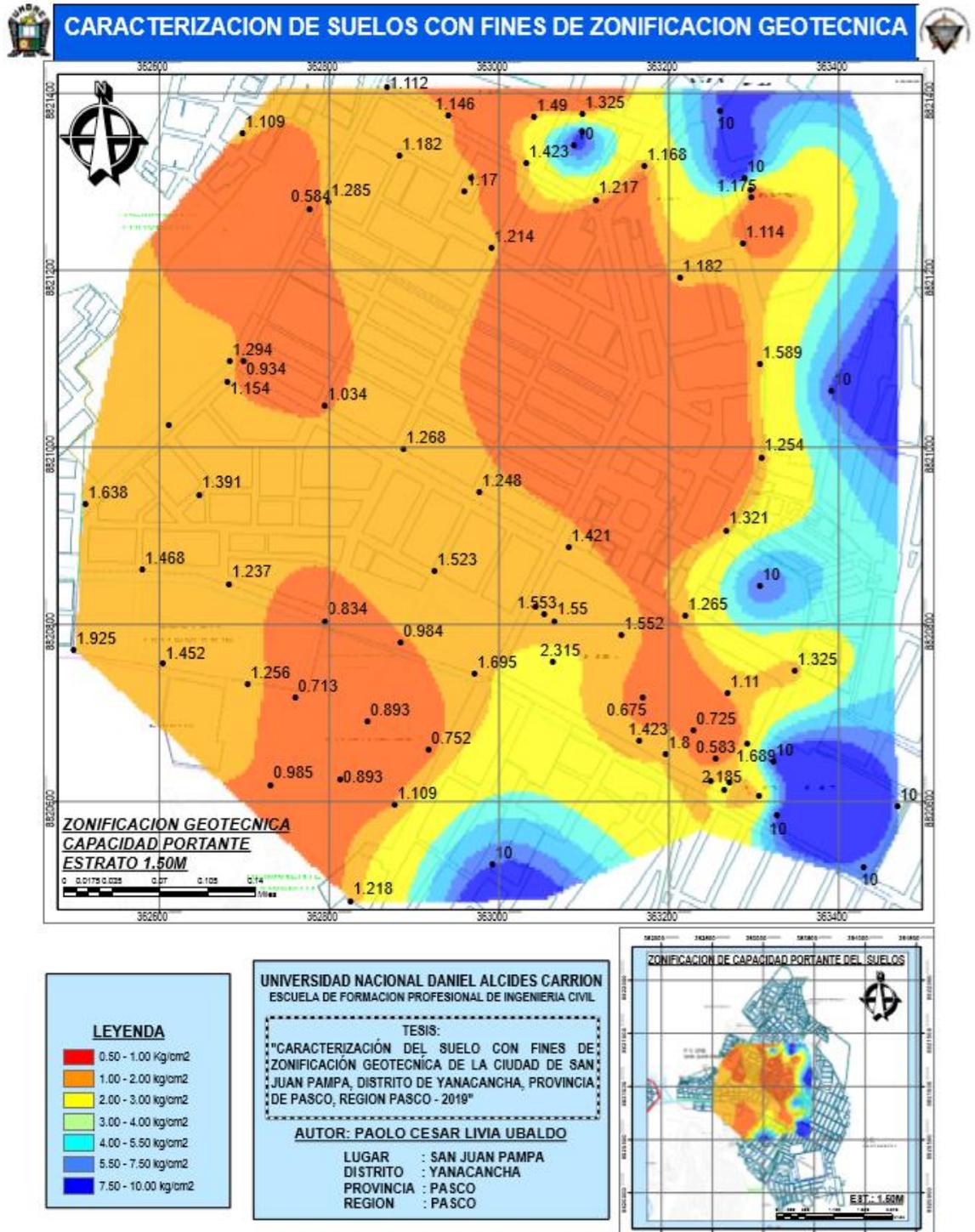
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 28. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 1.00m.



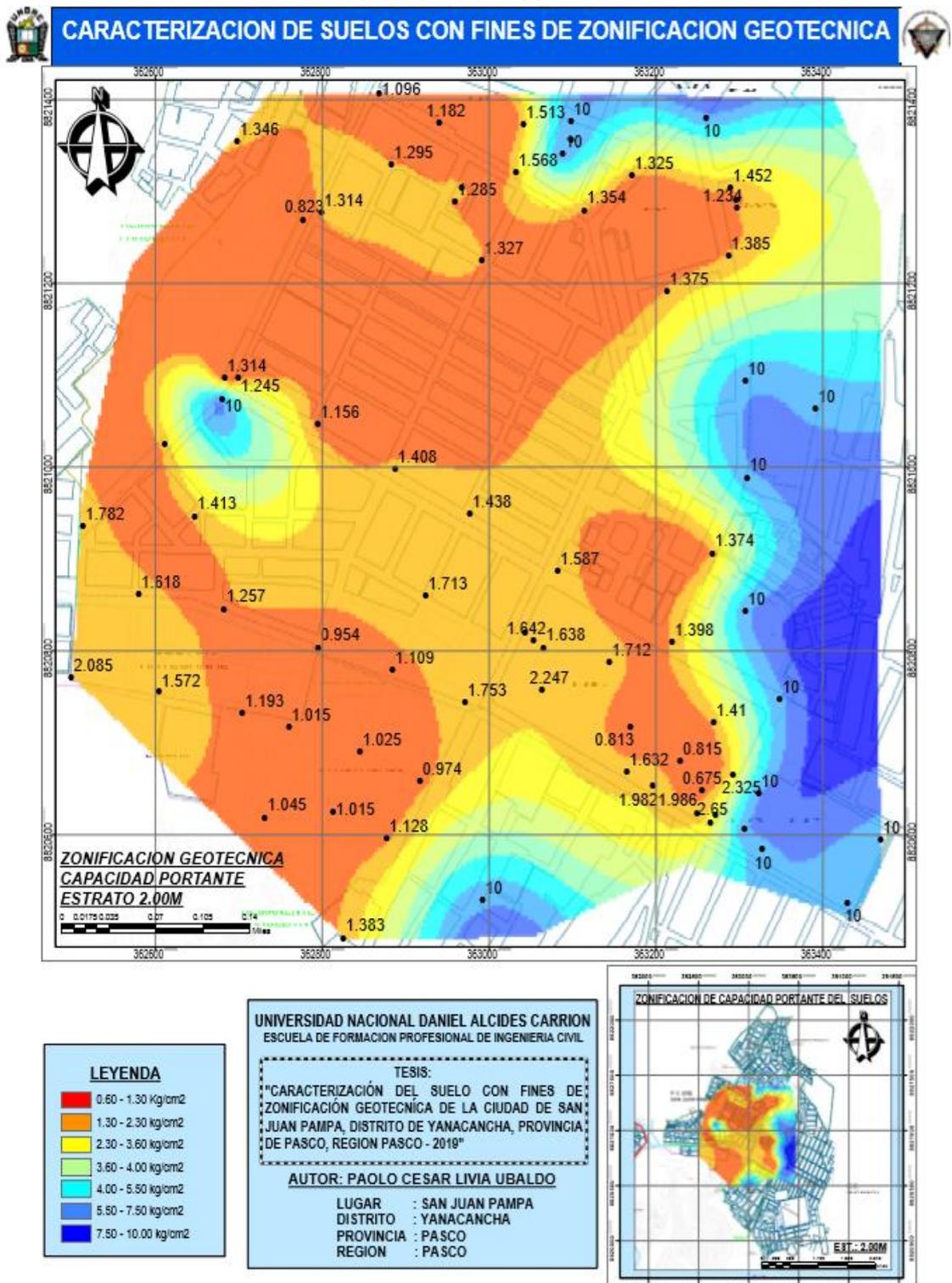
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 29. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 1.50m.



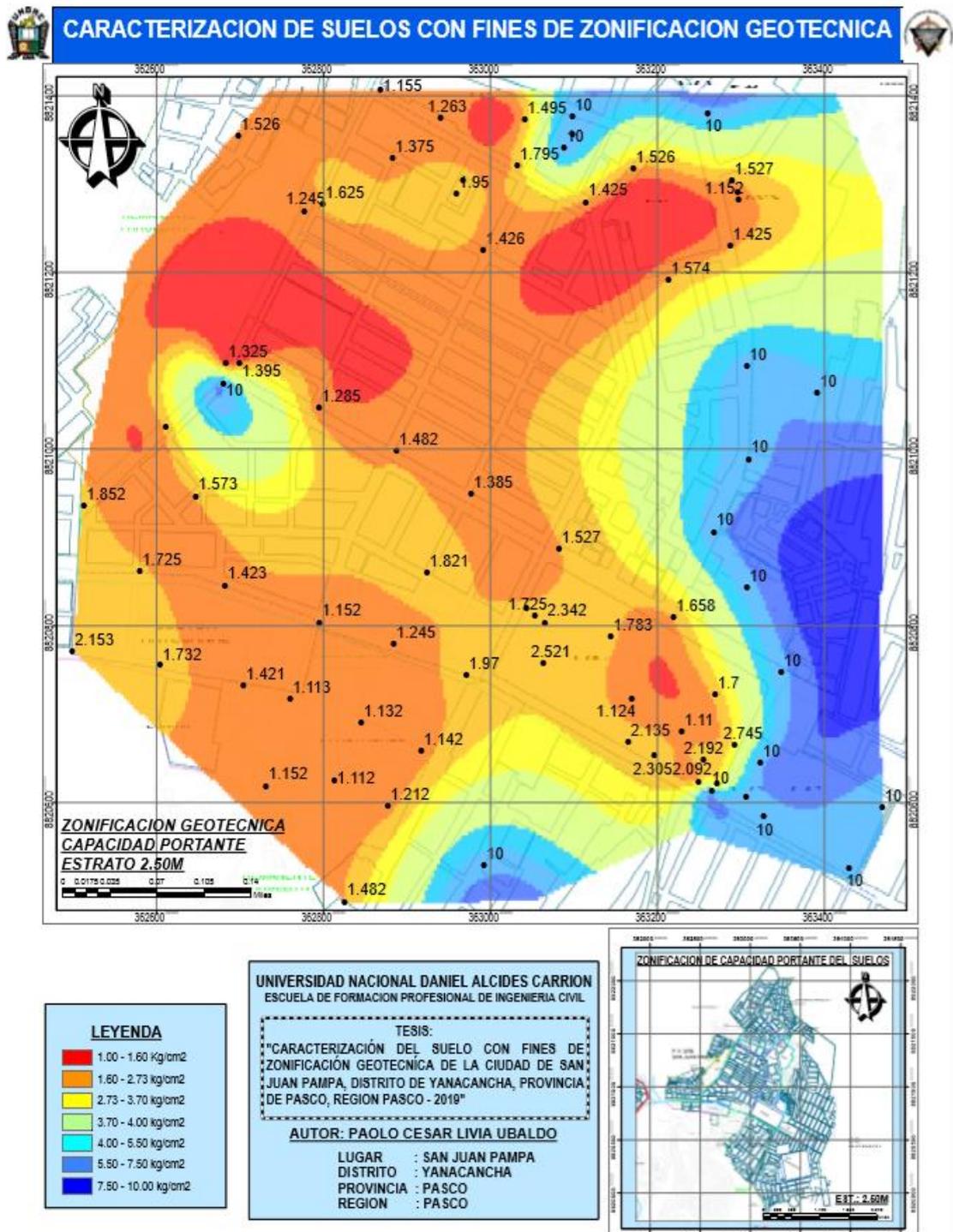
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 30. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 2.00m.



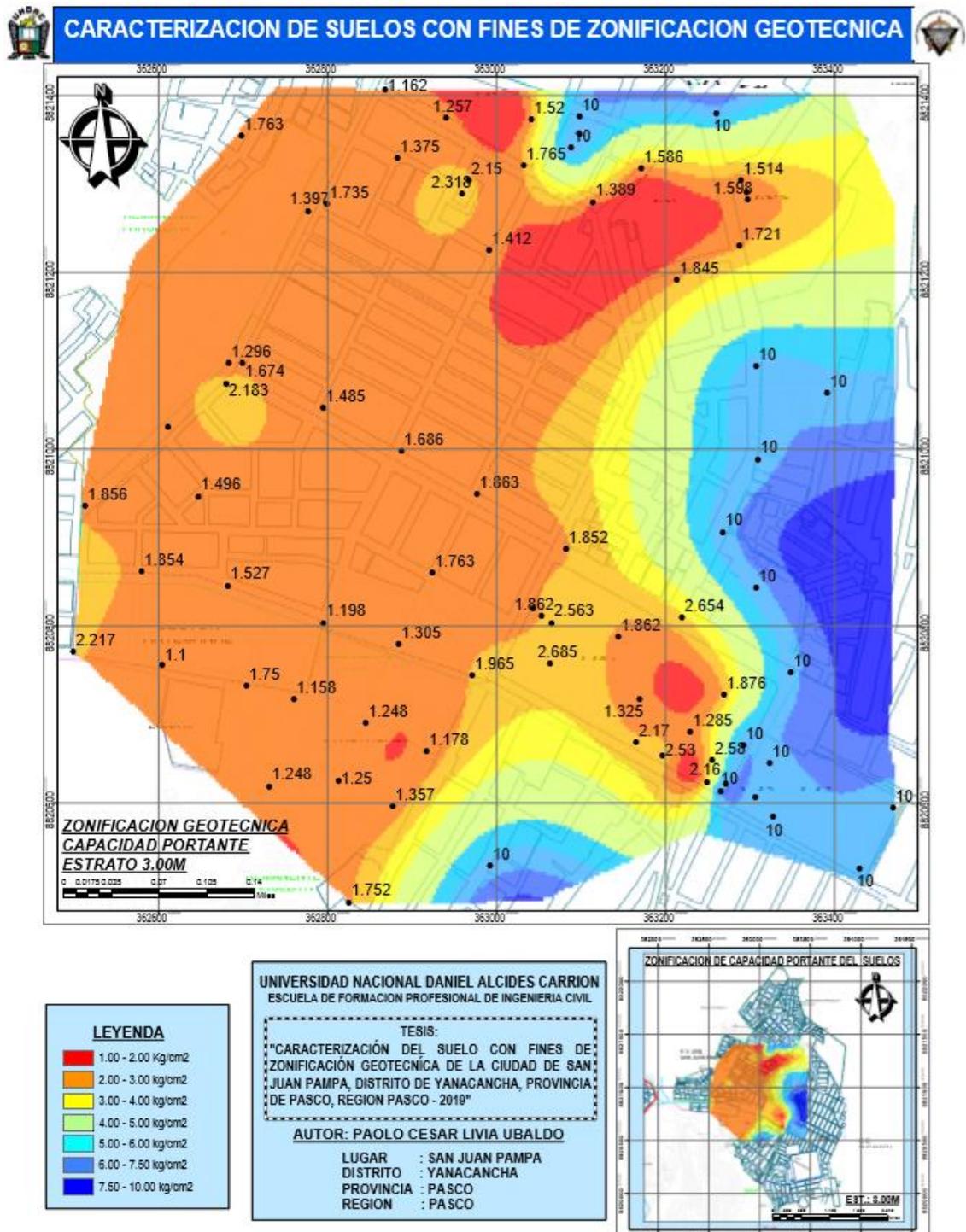
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 31. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 2.50m.



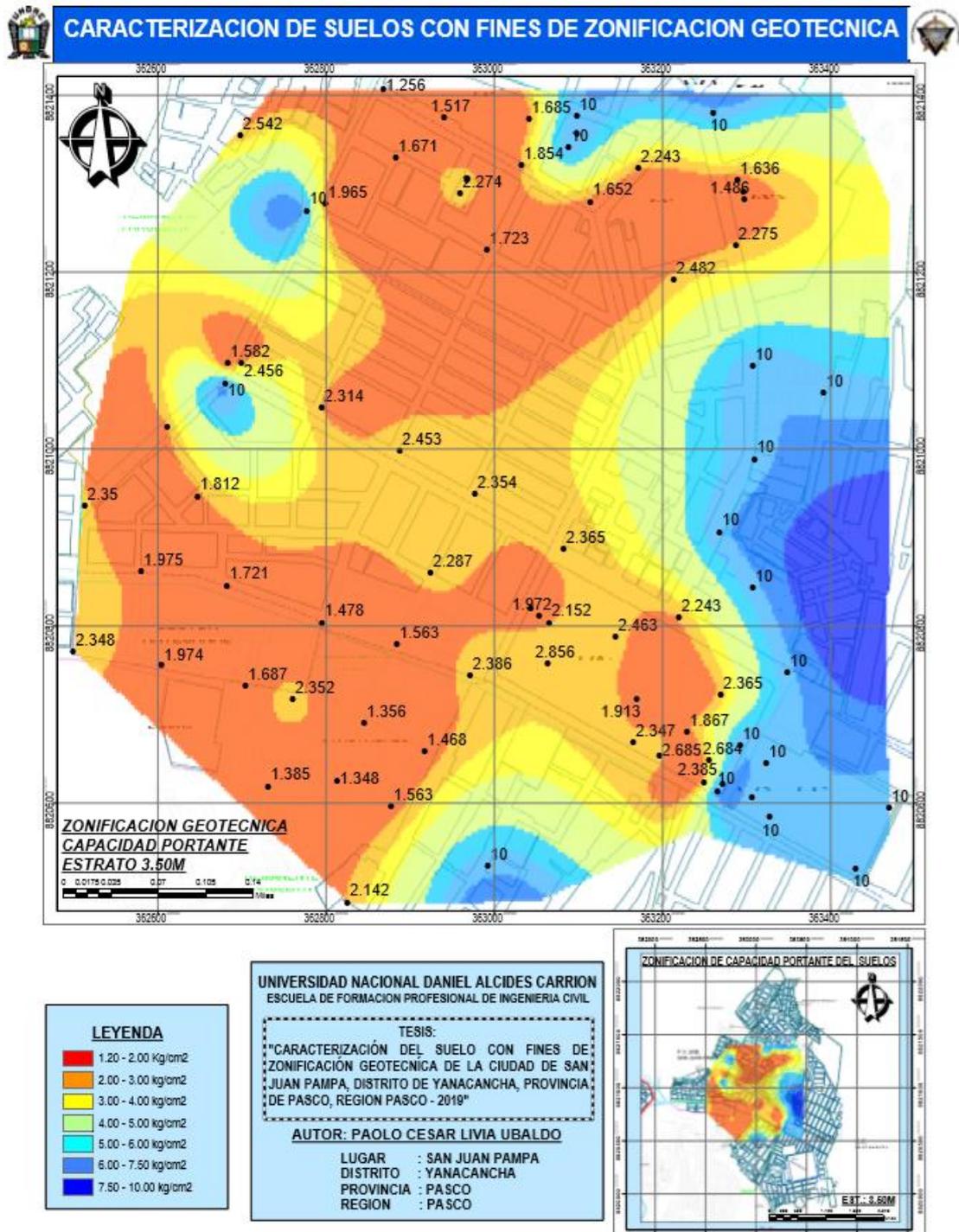
Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 32. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 3.00m.



Fuente: Elaboración propia.

Mapa N 33. Mapa de zonificación de capacidad portante de suelos en estratos de 3.50m.



Fuente: Elaboración propia.

4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

El estudio minucioso que se realizó desde la recopilación de información, ubicación, exploración de la cantidad de calicatas y sondeos realizados, de extraer las muestras y llevar las pruebas alteradas e inalteradas al laboratorio para determinar sus propiedades físicas y mecánicas y posteriormente obtener los datos de estas, ayudó tanto a clasificar de acuerdo al Sistema Unificado de Suelos (S.U.C.S) y AASHTO, así como también a determinar la Carga Admisible de los suelos de nuestra área de estudio.

La caracterización del suelo desde el punto de vista de la geotecnia, a través de los diferentes ensayos efectuados en el área de San Juan Pampa arrojó la siguiente información: espesor de suelo orgánico (top soil), nivel de suelo grueso, fino y de roca, así mismo determinando su resistencia en suelos superficiales y profundos, resistencia al esfuerzo cortante en suelos, propiedades hidráulicas de los materiales, granulometría, identificación y clasificación de los suelos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), parámetros de resistencia compresiva en rocas, identificación de discontinuidades, clasificación RMR y posteriormente la determinación de unidades geológicas-geotécnicas.

Es así que, finalmente, de lo anteriormente mencionado se puede afirmar que; se puede conocer los valores de las características geotécnicas del suelo del Urb. San Juan Pampa mediante el estudio de

Mecánica de Suelos, lo cual nos permitió realizar la zonificación geotécnica de la Urb. de San Juan; con la finalidad de proveer información técnica para la construcción de futuras edificaciones. Por lo tanto, se concluye que la hipótesis a demostrar si es válida, por lo cual se está cumpliendo con los objetivos planteados.

4.4 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el planteamiento de la hipótesis de nuestro trabajo de investigación se consideró realizar el estudio de caracterización de suelos con fines de zonificación geotécnica con el propósito de determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo en la urbanización de San Juan Pampa. Al haber desarrollado este trabajo de investigación nos ha permitido obtener la información necesaria del estudio de suelos para llevar a cabo la Zonificación Geotécnica de esta área, la cual estará formada por 4 zonas de la siguiente manera:

- **ZONA I:** De acuerdo al perfil estratigráfico el suelo presenta una capa superficial de suelos orgánico con presencia de residuos sólidos y poca vegetación de 0.25 m de espesor, seguido de una capa de suelo de grano fino que según clasificación SUCS es Limo orgánico con arena fina limosa (ML) y limo orgánico de plasticidad baja o mediana, con arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa (CL). cuyo espesor varía entre 0.25 m. a 2.50m. No se nota presencia del NAF hasta la profundidad que fue explorada. Posee una capacidad carga

entre 1.40kg/cm² a 1.60kg/cm² a una profundidad de desplante entre 1.20 m a 2.50m.

- ZONA II: De acuerdo al perfil estratigráfico el suelo presenta una capa superficial de suelos orgánico con presencia de residuos sólidos y poca vegetación de 0.25 m de espesor, seguido de una capa de suelo de grano grueso que según clasificación SUCS va desde Arena arcillosa, mezcla de arena Arcillosa(SC,SM) hasta Arena bien graduada, arena con grava con poco o nada de material fino(SP, SW). cuyo espesor varía entre 0.25 m. a 3.50m. No se nota presencia del NAF hasta la profundidad que fue explorada. Posee una capacidad carga entre 0.752kg/cm² a 2.085kg/cm² a una profundidad de desplante entre 1.20 m a 1.80m.

- ZONA III: De acuerdo al perfil estratigráfico el suelo presenta una capa superficial de suelos orgánico con presencia de residuos sólidos y poca vegetación de 0.25 m de espesor, seguido de una capa de suelo de grano grueso que según clasificación SUCS va desde Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla (GC,GM) hasta Grava bien graduada, mezcla grava con poco o nada de material fino(GP, GW). cuyo espesor varía entre 0.25 m. a 4.00m. No se nota presencia del NAF hasta la profundidad que fue explorada. Posee una capacidad carga entre 0.984kg/cm² a 2.190kg/cm² a una profundidad de desplante entre 1.20 m a 1.80m.

- ZONA IV: De acuerdo al perfil estratigráfico desde 0.00m hasta 5.00m el suelo presenta una capa superficial de relleno orgánico de 0.30 m de espesor, 0.30-1.20m presenta una capa de suelo granular que según clasificación SUCS va desde una Grava mal graduada (GP) hasta una capa de suelo granular Grava Bien Graduada(GW), después de los 1.20m presenta una matriz con roca Caliza, cuya capacidad portante entre 3.80kg/cm² a 13.50kg/cm² a una profundidad de desplante entre 1.20 a 1.80m.

Cuadro 07: Cuadro de Zonificación Final de San Juan Pampa

ZONA	DESCRIPCION
ZONA I	presencia de Arcilla Inorgánica (CL) de baja plasticidad, presencia de una combinación de Arcilla Inorgánica y Limo Inorgánico de baja plasticidad (CL-ML). No garantiza una buena capacidad de soporte para base
ZONA II	presencia de una Arena arcillosa Inorgánica de baja plasticidad (SC). No garantiza una buena capacidad de soporte para base, hasta arenas bien graduadas, sin presencia de plasticidad (SP, SW). Si garantiza una buena capacidad de soporte para base.
ZONA III	presencia de Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla (GC,GM) hasta Grava bien graduada, mezcla grava con poco o nada de material fino(GP, GW). sin presencia de plasticidad Si garantiza una buena capacidad de soporte para base.
ZONA IV	Los suelos predominantes a nivel de cimentación, son roca Caliza, una buena capacidad de soporte para base.

Fuente: Elaboración Propia.

CONCLUSIONES

- La zonificación por caracterización geotécnica permite evaluar el comportamiento de las diferentes zonas del Urb. San Juan Pampa, las cuales presenta 4 zonas que se clasificaron teniendo como base las propiedades mecánicas, que arrojaron los estudios de mecánica de suelos realizadas en el laboratorio.
- Los resultados obtenidos en esta investigación es un aporte a toda la ciudadanía por la confianza y utilidad que se le puede dar a un mapa geotécnico que influye en gran parte al número de reconocimientos puntuales que se pueden efectuar, por tal razón los resultados obtenidos pueden servir como gran orientación y no reemplazaran a los estudios de suelos ya definidos.
- La zona más vulnerable es la zona I, son suelos de grano fino, con presencia de arcillas y limos inorgánicos de plasticidad media a baja, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas y arenas muy finas (Ver mapa de zonificación). No garantiza una buena capacidad de soporte para la cimentación.
- La zona IV, es la zona más fuerte y segura, Según la zonificación geotécnica realizada en San Juan presenta un relieve irregular, existiendo de este estrato superficial, un manto rocoso de Caliza masiva de color gris con tonalidades oscuras con ligera coloración negruzca. El manto rocoso es bastante compacto, con una Resistencia de la matriz rocosa “media”. En todas las excavaciones

posiblemente se encontrará Roca hasta un máximo de 1.20 m. de profundidad variable de excavación donde se tomará las precauciones previstas.

- La política de densificación de la población no puede ser aplicada sin ningún control, por esto el uso de los suelos debe planearse, replantearse y reglamentarse teniendo como base la Zonificación Geotécnica planteada y el análisis de estabilidad del mismo, pensando en la protección de la vida de los pobladores y de las inversiones.
- La Zonificación propuesta no es definitiva y necesariamente debe complementarse y actualizarse.
- “Una zonificación geotécnica no se hace para no hacer estudios de suelos, sino para saber el tipo de análisis geotécnico que se debe realizar”.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda una profundidad de desplante (Df) de 1.50m, dependiendo de la envergadura del proyecto, a partir del cual se tiene presencia de tipos de suelos con mejores características con presencia de Arenas y Gravas de baja o sin la presencia de plasticidad, con mayor densidad que las capas superiores y menor humedad.
- En las zonas vulnerables, para edificaciones nuevas se debe realizar un EMS minucioso, según el tipo de edificación a realizar, determinando así la profundidad de cimentación (Df).
- Se recomienda realizar una evaluación geotécnica y estructural de las edificaciones existentes ubicadas en la zona vulnerable, según el mapa de zonificación propuesta.
- Se recomienda realizar una evaluación de impactos y riesgos geotécnicos de las obras y actividades de construcción, así como también identificar las características de los materiales sobre los cuales se localizan las obras civiles, esto hará que no tengan ninguna dificultad en su vida utilitaria.
- Se recomienda a la entidad competente (Gobiernos locales y/o gobierno regional) a realizar la planificación urbanística en el plan de ordenamiento territorial de San Juan Pampa que es una urbanización comercial en crecimiento, por lo que es conveniente que las entidades competentes utilicen y socialicen los resultados que serán obtenidos

de esta investigación y en términos específicos, las zonas que serán delimitadas en la zonificación geotécnica como resultado de esta investigación. De otro lado, se le recomendará a la entidad competente a ejercer un estricto control urbanístico en los sitios que presenten factores probabilísticos de falla que no garantiza una buena capacidad de soporte de cimentación y ultimar que en estos lugares definitivamente no es recomendable la construcción de nuevas o futuras edificaciones sin un EMS minucioso y sobre las construcciones existentes realizar una evaluación estructural sobre posibles fallas causados por el suelo. Todo esto en beneficio de la población y a un correcto crecimiento urbano de la Urb. San Juan Pampa.

BIBLIOGRAFÍA

- Calderón. (2013). Deformaciones Inmediatas y a Largo Plazo de la Arcilla Sensitiva del Valle de México. *Universidad Nacional Autónoma de México Programa de Maestría Y Doctorado En Ingeniería. Tesis Maestría.*
- Chinome. (2017). Zonificación Geofísica –Geotécnica de los Depósitos Cuaternarios en el Municipio de Sogamoso, Departamento de Boyacá, Colombia. *Universidad Nacional de Huancavelica. Escuela de Post Grado. Tesis Maestría.*
- Cruz. (2016). Análisis Geotécnico Y Propuesta De Cimentaciones Sobre Rellenos En La Zona Nor – Oeste De La Ciudad De Juliaca. *Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Escuela de Posgrado. Tesis Maestría.*
- López. (2016). Ensayos Geofísicos para la Exploración de Suelos dn Estructuras Patrimoniales. *Pontificia Universidad Católica Del Perú. Escuela de Pos Grado. Tesis Maestría.*
- Ordóñez. (2013). Zonificación Sísmica de la Ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. *Universidad Nacional Autónoma de México Programa de Maestría Y Doctorado En Ingeniería. Tesis Maestría.*
- Ravines. (2017). Capacidad Portante de los Suelos de Fundación, Mediante los Métodos DPL y Corte Directo para la Ciudad de José Gálvez – Celendín - Cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca. Escuela de Post Grado. Tesis Maestría.*

- Tenorio. (2013). Aplicación de la geoestadística a la caracterización geotécnica del subsuelo de la zona central de la ciudad de México”, en la Universidad Nacional Autónoma de México. *Universidad Nacional Autónoma de México Programa de Maestría Y Doctorado En Ingeniería. Tesis Maestría.*

ANEXOS

- (1) MATRIZ DE CONSISTENCIA
- (2) INTERPOLACIÓN KRIGING ORDINARIO
- (3) CUADRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS DE CLASIFICACIÓN
DE SUELOS POR ESTRATO
- (4) CUADRO DE PROCESAMIENTO DE DATOS CAPACIDAD
PORTANTE DE SUELOS POR ESTRATOS

ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

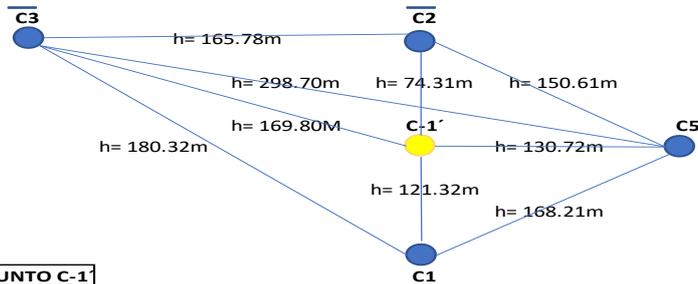
TÍTULO: “CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA, PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019”

PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>Problema General:</p> <p>¿De qué manera influirá la caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica en el desarrollo de proyectos de infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>1. ¿De qué manera influirá los ensayos estándares y de resistencia para la caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica en el desarrollo de Proyectos de infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la influencia de la caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica en el desarrollo de proyectos de infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>1. Determinar la influencia de los Ensayos estándares y de resistencia para la caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica en el desarrollo de Proyectos de infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019.</p>	<p>Antecedentes.</p> <p>A nivel nacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> •UNC. Ravines, J. (2017) “Capacidad portante de los suelos de fundación, mediante los métodos DPL y Corte Directo para la ciudad de José Gálvez – Celendín – Cajamarca”. •UNH. Chinome, F. (2017) "Zonificación geofísica – geotécnica de los depósitos cuaternarios en el municipio de Sogamoso, departamento de Boyacá, Colombia”. •UANCV. Cruz, N. (2016) “Análisis geotécnico y propuesta de cimentaciones sobre rellenos en la zona Nor – Oeste de la ciudad de Juliaca”. <p>A nivel internacional:</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>La caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica influye directamente en el desarrollo de proyectos de infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>1.La caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica influye directamente en los Ensayos estándares y de resistencia para el desarrollo de proyectos de infraestructura en la</p>	<p>Variable 1:</p> <p>Caracterización del suelo</p> <p>Ravines, J. (2017)</p> <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensayos estándares y de resistencia. • Propiedades físicas y mecánicas del suelo. <p>Variable 2: Zonificación Geotécnica</p> <p>Chinome, F. (2017)</p> <p>Dimensiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calicatas y Sondeos mecánicos. 	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Experimental.</p> <p>Nivel de investigación:</p> <p>Correlacional</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>Descriptivo – correlacional</p> <p>Población: 15,000 habitantes en la ciudad San Juan Pampa en el año 2019.</p> <p>Muestra: Se llevará a cabo la excavación de 17 calicatas y 12 sondeos mecánicos que permitirán recolectar muestras, para los análisis de suelos requeridos en la ciudad de San Juan Pampa en el año 2019</p>

<p>Urbanización San Juan Pampa en el año 2019?</p> <p>2. ¿De qué manera influirá las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica en el desarrollo de proyectos de infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019?</p>	<p>2. Determinar la influencia de las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica en el desarrollo de Proyectos de infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Nacional Autónoma de México. Tenorio, A. (2013) "Aplicación de la geoestadística a la caracterización geotécnica del subsuelo de la zona central de la ciudad de México". • Universidad Autónoma de México. Ordóñez, J. (2013) "Zonificación sísmica de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas". • Universidad de Cuenca. Ecuador. Roura, M. (2010) "Estudio Geológico - Geotécnico de la inestabilidad del suelo que afecta al complejo arqueológico Cojitambo, Estabilización y medidas de mitigación". <p>Marco teórico referencial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonificación geotécnica <p>Metodología en geotecnia.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tipos de muestras ✓ Estudio de mecánica de suelos. ✓ Clasificación Unificada de Suelos (SUCS). ✓ Determinación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo. 	<p>Urbanización San Juan Pampa en el año 2019.</p> <p>2. La caracterización del suelo con fines de zonificación geotécnica influye directamente en las Propiedades físicas y mecánicas del suelo para el desarrollo de proyectos de infraestructura en la Urbanización San Juan Pampa en el año 2019.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Toma de muestras y procesamiento de los datos. 	<p>Técnicas e instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificación: Los puntos deben ser identificados y reconocidos claramente de manera que permita su ubicación exacta en muestreo futuros. - Accesibilidad: Que permita un rápido y seguro acceso al lugar establecido para tomar la muestra. - Representatividad: Zonas característicos de la estructura del suelo que sea el objeto de la evaluación. <p>Técnicas de procesamiento de datos:</p> <p>El procesamiento de la información recopilada del tipo geotécnico generada en</p>
--	---	---	---	--	---

		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicación de la Geoestadística para la interpolación de datos. ✓ Aplicación de Software para obtención de los mapas de zonificación. • Aplicación de las Normas peruanas: <ul style="list-style-type: none"> ✓ E.050 Suelos y Cimentaciones ✓ CE.020 Estabilización de suelos y taludes ✓ ASTM D420 Pozos o calicatas y trincheras ✓ ASTM D2573 Descripción visual de suelos. ✓ NTP 339.161 Practica para la investigación y muestreo de suelos por perforación con barrena. • Estudio de Mecánica de Suelos <ul style="list-style-type: none"> ✓ Memoria descriptiva ✓ Plano y perfiles de los suelos ✓ Resultados de los ensayos "In Situ" y de laboratorio 			<p>la fase de campo y laboratorio se hace con software especializado para el modelamiento y clasificación de suelos según sus propiedades.</p>
--	--	---	--	--	--

ANEXO N°02: INTERPOLACIÓN KRIGING ORDINARIO – PUNTO 01



COORDENADAS PUNTO C-1'	
NORTE	8820222
ESTE	362657

DATOS:

ALCANCE: 300 m

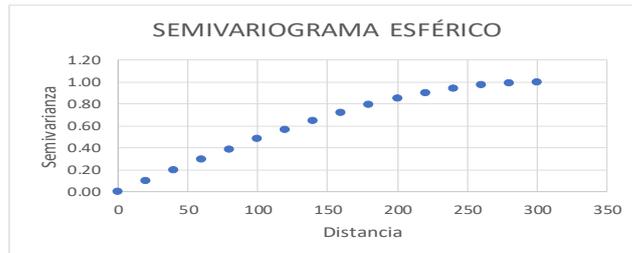
1. Determinación de distancias (h)

h	C1	C2	C3	C5	C-1'
C1	0	195.63	180.32	168.21	121.32
C2	195.63	0	165.78	150.61	74.31
C3	180.32	165.78	0	298.7	169.8
C5	168.21	150.61	298.7	0	130.72

2. Determinación de la Semivarianza - MODELO ESFÉRICO

$$\gamma(h) = \begin{cases} 1.5 \frac{h}{a} - 0.5 \left(\frac{h}{a}\right)^3 & \text{si } h \leq a \\ 1 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

h	Gamma(h)
0	0.00
20	0.10
40	0.20
60	0.30
80	0.39
100	0.48
120	0.57
140	0.65
160	0.72
180	0.79
200	0.85
220	0.90
240	0.94
260	0.97
280	0.99
300	1.00



Sill: 1.00

2. Determinación de Gamma(h)

Y	C1	C2	C3	C5	C-1'
C1	0.00	0.84	0.79	0.75	0.57
C2	0.84	0.00	0.74	0.69	0.36
C3	0.79	0.74	0.00	1.00	0.76
C5	0.75	0.69	1.00	0.00	0.61

3. Determinación de la Covarianza (Co)

Co	C1	C2	C3	C5	C-1'
C1	1.00	0.16	0.21	0.25	0.43
C2	0.16	1.00	0.26	0.31	0.64
C3	0.21	0.26	1.00	0.00	0.24
C5	0.25	0.31	0.00	1.00	0.39

4. sistema de ecuaciones - Calculo de los Ponderadores

a	0.29
b	0.53
c	0.04
d	0.14

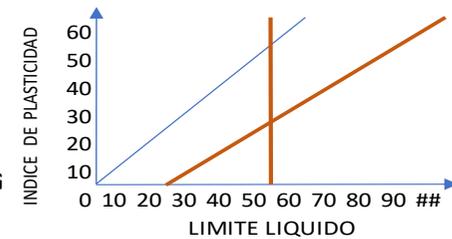
5.- Datos de Calicata
Analizando a H= 0.50m

		CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS														CAPACIDAD PORTANTE
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc		
C1	4	0.29	SM	67.06	19.45	33.00%	9.57%	28.00%	8.12%	5.00%	1.45%	0.17	0.05	54.46	15.79	
	200			31.23	9.06											
C2	4	0.53	SP	57.11	30.07	0.00%	0.00%	NP		NP		1.18	0.62	3.45	1.82	
	200			3.22	1.70											
C3	4	0.04	SP-SM	56.16	2.19	32.00%	1.25%	24.00%	0.93%	8.00%	0.31%	7.65	0.30	7.47	0.29	
	200			5.06	0.20											
C5	4	0.14	SM	91.59	13.24	7%	1.01%	5%	0.72%	2%	0.29%					
	200			40	5.78											
C-1'	4			64.94	64.94		12%		10%		2%	9.00	0.97	65.38	17.90	
	200			16.73	16.73											

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-1'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	16.7317	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	64.9435	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	16.73	<	5.00
	5.00	<	16.73
	16.73	>	12.00

SUELO GRUESO
ARENAS
NO
NO
SI=LIMITES DE ATTERBERG



Tipo de suelo: Arena Limosa SM

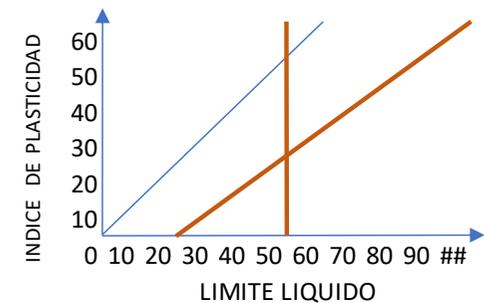
6.- Datos de Calicata
Analizando a H= 1.20m

		CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS														CAPACIDAD PORTANTE
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc		
C1	4	0.29	GM	57.01	16.53	33.00%	9.57%	28.00%	8.12%	5.00%	1.45%	1.92	- 0.56	0.68	- 0.20	
	200			22.85	6.63											
C2	4	0.53	SP	54.28	28.58	27.00%	14.22%	17.00%	8.95%	10.00%	5.27%	1.13	0.59	2.37	1.25	
	200			1.29	0.68											
C3	4	0.04	GP	49.06	1.91	0.00%	0.00%	NP		NP		199.62	7.77	14.72	0.57	
	200			1.84	0.07											
C5	4	0.14	SM	91.59	13.24	7%	1.01%	5%	0.72%	2%	0.29%					
	200			40	5.78											
C-1'	4			60.26	60.26		25%		18%		7%	198.83	7.81	16.41	1.62	
	200			13.16	13.16											

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-1'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	13.1601	<	50.00	SUELO GRUESO
% QUE PASA LA MALLA N° 4	60.2627	>	50.00	ARENAS
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	13.16	<	5.00	NO
	5.00	<	13.16	<
	13.16	>	12.00	NO
				SI=LIMITES DE ATTERBERG

Tipo de suelo: Arena Arcillosa SC

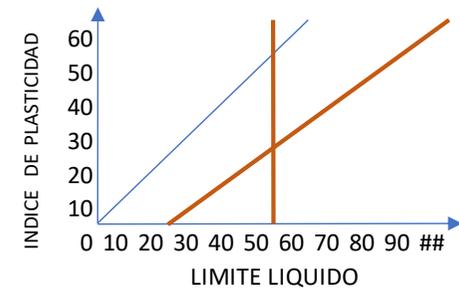


7.- Datos de Calicata
Analizando a H= 2.40m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS																CAPACIDAD PORTANTE
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc		
C1	4	0.29	SM	73.92	21.44	35.00%	10.15%	28.00%	8.12%	7.00%	2.03%	6.12	1.77	0.99	0.29	
	200			41.92	12.16											
C2	4	0.53	SP	54.28	28.58	0.00%	0.00%	NP		NP		1.13	0.59	2.37	1.25	
	200			1.29	0.68											
C3	4	0.04	GW	40.78	1.59	38.00%	1.48%	23.00%	0.90%	15.00%	0.58%	9.32	0.36	1.60	0.06	
	200			1.22	0.05											
C5	4	0.14	ROCA													
	200															
C-1'	4			51.60	51.60		12%		9%		3%	16.57	2.73	4.96	1.60	
	200			12.88	12.88											

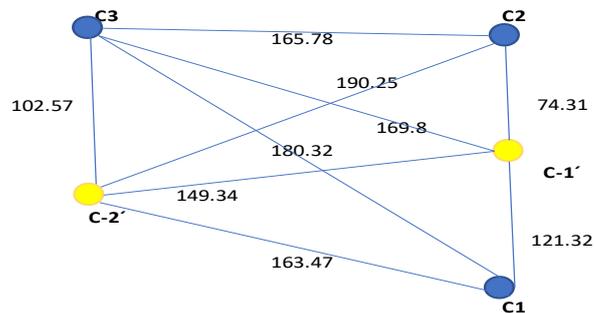
1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-1'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	12.8827	<	50.00	SUELO GRUESO
% QUE PASA LA MALLA N° 4	51.6019	>	50.00	ARENAS
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	12.88	<	5.00	NO
	5.00	<	12.88	<
	12.88	>	12.00	NO
				SI=LIMITES DE ATTERBERG



Tipo de suelo: Arena Limosa SM

ANEXO N°02: INTERPOLACIÓN KRIGING ORDINARIO – PUNTO 02



COORDENADAS PUNTO C-2'	
NORTE	8820245
ESTE	362511

DATOS:

ALCANCE: 200 m

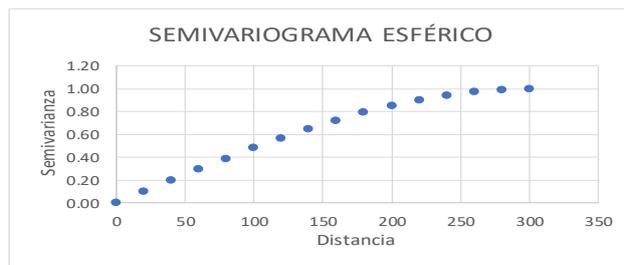
1. Determinación de distancias (h)

h	C1	C2	C3	C-1'	C-2'
C1	0	195.63	180.32	121.32	163.47
C2	195.63	0	165.78	74.31	190.25
C3	180.32	165.78	0	169.8	102.57
C-1'	121.32	74.31	169.8	0	149.34
C-2'	163.47	190.25	102.57	149.34	0

2. Determinación de la Semivarianza - MODELO ESFÉRICO

$$\gamma(h) = \begin{cases} 1.5 \frac{h}{a} - 0.5 \left(\frac{h}{a}\right)^3 & \text{si } h \leq a \\ 1 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

h	Gamma(h)
0	0.00
20	0.15
40	0.30
60	0.44
80	0.57
100	0.69
120	0.79
140	0.88
160	0.94
180	0.99
200	1.00



Sill: 1.00

2. Determinación de Gamma(h)

γ	C1	C2	C3	C-1'	C-2'
C1	0.00	1.00	0.99	0.80	0.95
C2	1.00	0.00	0.96	0.53	1.00
C3	0.99	0.96	0.00	0.97	0.70
C-1'	0.80	0.53	0.97	0.00	0.91
C-2'	0.95	1.00	0.70	0.91	0.00

3. Determinación de la Covarianza (Co)

Co	C1	C2	C3	C-1'	C-2'
C1	1.00	0.00	0.01	0.20	0.05
C2	0.00	1.00	0.04	0.47	0.00
C3	0.01	0.04	1.00	0.03	0.30
C-1'	0.20	0.47	0.03	1.00	0.09
C-2'	0.05	0.00	0.30	0.09	1.00

4. sistema de ecuaciones - Calculo de los Ponderadores

a	0.21
b	0.10
c	0.49
d	0.19

0.00
1.00
0.99
0.80

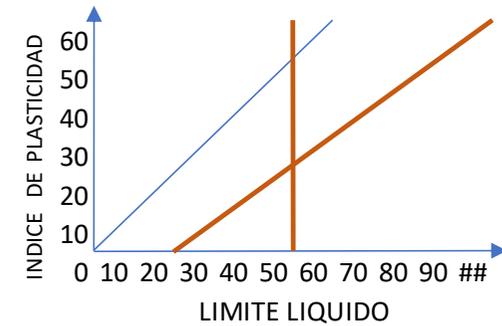
5.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 0.50m

	CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS														Ø		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE q ult q adm	
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu	Cc												
C1	4	0.21	SM	67.06	14.17	33.00%	6.97%	28.00%	5.92%	5.00%	1.06%	0.17	0.04	54.46	11.51		-		-			
	200			31.23	6.60																	
C2	4	0.10	SP	57.11	5.90	0.00%	0.00%	NP		NP		1.18	0.12	3.45	0.36		-		-			
	200			3.22	0.33																	
C3	4	0.49	SP-SM	56.16	27.77	32.00%	15.83%	24.00%	11.87%	8.00%	3.96%	7.65	3.78	7.47	3.69		-		-			
	200			5.06	2.50																	
C-1'	4	0.19	SM	64.94	12.40	12%	2.26%	10%	1.87%	2%	0.39%	0.97	0.18	17.90	3.42							
	200			16.73	3.19																	
C-2'	4			60.24	60.24	25%		20%		5%		4.13		18.97		-		-				
	200			12.63	12.63																	

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	12.627	<	50.00	SUELO GRUESO		
% QUE PASA LA MALLA N° 4	60.238	>	50.00	ARENAS		
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	12.63	<	5.00	NO		
	5.00	<	12.63	<	12.00	NO
	12.63	>	12.00	SI=LIMITES DE ATTERBERG		

Tipo de suelo: Arena Arcillosa SC



6.- Datos de Calicata
Analizando a H= 1.20m

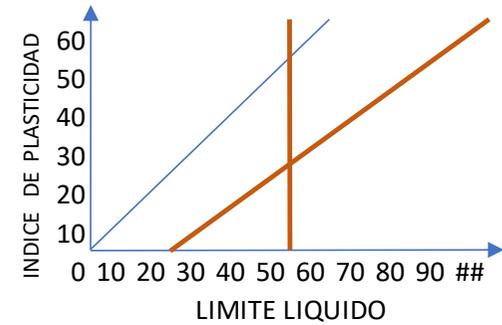
CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS																Ø		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE q ult q adm	
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu	Cc														
C1	4	0.21	GM	57.01	12.05	33.00%	6.97%	28.00%	5.92%	5.00%	1.06%	1.92	0.41	0.68	0.14								
	200			22.85	4.83																		
C2	4	0.10	SP	54.28	5.61	27.00%	2.79%	17.00%	1.76%	10.00%	1.03%	1.13	0.12	2.37	0.24								
	200			1.29	0.13																		
C3	4	0.49	GP	49.06	24.26	0.00%	0.00%	NP	NP	199.62	98.72	14.72	7.28										
	200			1.84	0.91																		
C-1'	4	0.19	SC	60.26	11.50	25%	4.73%	18%	3.40%	7%	1.34%	198.83	37.95	16.41	3.13								
	200			13.16	2.51																		
C-2'	4			53.42	53.42		14%		11%	3%		136.38		10.51									
	200			8.38	8.38																		

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	8.383	<	50.00	SUELO GRUESO
% QUE PASA LA MALLA N° 4	53.417	>	50.00	ARENAS
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	8.38	<	5.00	NO
	5.00	<	8.38	<
	8.38	>	12.00	SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG
			12.00	NO

ARENAS SW SC

Tipo de suelo: Arena bien graduada con Arcillosa SW-SC



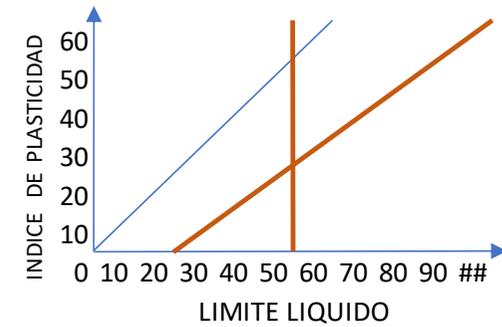
7.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 2.40m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															Ø		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE q ult q adm	
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu	Cc													
C1	4	0.21	SM	73.92	15.62	35.00%	7.40%	28.00%	5.92%	7.00%	1.48%	6.12	1.29	0.99	0.21							
	200			41.92	8.86																	
C2	4	0.10	SP	54.28	5.61	0.00%	0.00%	NP		NP		1.13	0.12	2.37	0.24							
	200			1.29	0.13																	
C3	4	0.49	GW	40.78	20.17	38.00%	18.79%	23.00%	11.37%	15.00%	7.42%	9.32	4.61	1.60	0.79							
	200			1.22	0.60																	
C-1'	4	0.19	SM	51.60	9.85	12%	2.22%	9%	1.72%	3%	0.50%	2.73	0.52	1.60	0.30							
	200			12.88	2.46																	
C-2'	4			51.24	51.24		28%		19%		9%		6.54		1.55							
	200			12.05	12.05																	

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	12.053	<	50.00	SUELO GRUESO		
% QUE PASA LA MALLA N° 4	51.242	>	50.00	ARENAS		
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	12.05	<	5.00	NO		
	5.00	<	12.05	<	12.00	NO
	12.05	>	12.00	SI=LIMITES DE ATTERBERG		

Tipo de suelo: Arena Arcillosa SC



8.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 3.20m

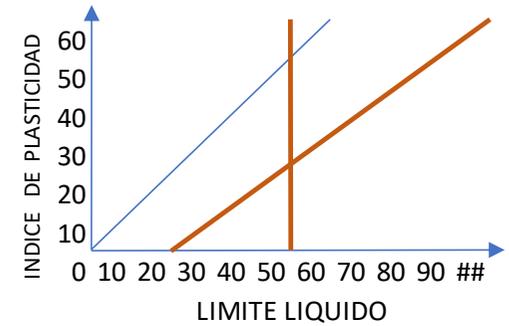
CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS																Ø		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE q ult q adm		
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc											
C1	4	0.21	SM	67.44	14.25	31.00%	6.55%	23.00%	4.86%	8.00%	1.69%	12.06	2.55	0.23	0.05	26.04	5.50	0.0731	0.0154	1.631	0.345			
	200			26.27	5.55																			
C2	4	0.10	GW	40.95	4.23	32.00%	3.31%	23.00%	2.38%	9.00%	0.93%	30.94	3.20	1.60	0.17	30.77	3.18		-	1.709	0.177			
	200			4.13	0.43																			
C3	4	0.49	GW-GM	45.82	22.66	38.00%	18.79%	26.00%	12.86%	12.00%	5.93%	30.59	15.13	3.31	1.64	29.80	14.74	0.0141	0.0070	1.760	0.870			
	200			7.62	3.77																			
C-1'	4	0.19	0.00	42.90	8.19	27%	5.21%	20%	3.78%	8%	1.44%	20.98	4.00	1.04	0.20	29.30	5.59	0.0325	0.0062	1.730	0.330			
	200			10.09	1.93																			
C-2'	4			49.33	49.33		34%		24%		10%	94.57	24.88	6.18	2.05	29.01		0.02862		1.72	8.33	2.78		
	200			11.67	11.67																			

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

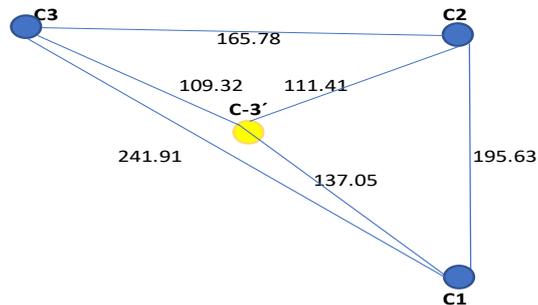
% QUE PASA LA MALLA N° 200	11.671	<	50.00	SUELO GRUESO
% QUE PASA LA MALLA N° 4	49.328	>	50.00	GRAVAS
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	11.67	<	5.00	NO
	5.00	<	11.67	12.00 SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG
	11.67	>	12.00	NO

GRAVAS GW GM

Tipo de suelo: Grava bien graduada con Limo GW-GM



ANEXO N°02: INTERPOLACIÓN KRIGING ORDINARIO – PUNTO 03



COORDENADAS PUNTO C-3'	
NORTE	8820250.98
ESTE	362592.99

DATOS:

ALCANCE: 300 m

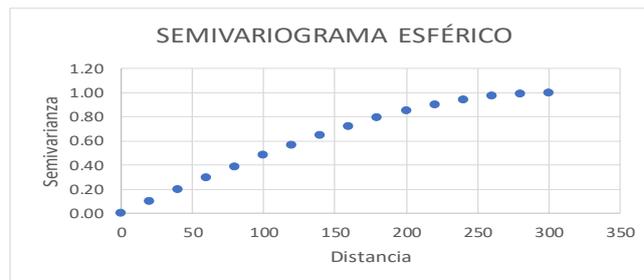
1. Determinación de distancias (h)

h	C1	C2	C3	C-3'
C1	0	195.63	241.91	137.05
C2	195.63	0	165.78	111.41
C3	241.91	165.78	0	109.32

2. Determinación de la Semivarianza - MODELO ESFÉRICO

h	Gamma(h)
0	0.00
20	0.10
40	0.20
60	0.30
80	0.39
100	0.48
120	0.57
140	0.65
160	0.72
180	0.79
200	0.85
220	0.90
240	0.94
260	0.97
280	0.99
300	1.00

$$\gamma(h) = \begin{cases} 1.5 \frac{h}{\alpha} - 0.5 \left(\frac{h}{\alpha} \right)^3 & \text{si } h \leq \alpha \\ 1 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$



Sill: 1.00

2. Determinación de Gamma(h)

Y	C1	C2	C3	C-3'
C1	0.00	0.84	0.95	0.64
C2	0.84	0.00	0.74	0.53
C3	0.95	0.74	0.00	0.52

3. Determinación de la Covarianza (Co)

Co	C1	C2	C3	C-3'
C1	1.00	0.16	0.05	0.36
C2	0.16	1.00	0.26	0.47
C3	0.05	0.26	1.00	0.48

4. sistema de ecuaciones - Calculo de los Ponderadores

a	0.2923
b	0.3266
c	0.3811
u	0.0023

0.00

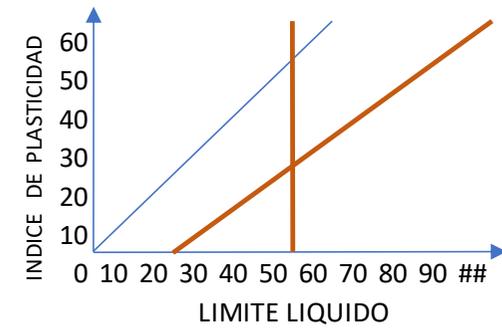
5.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 0.50m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															∅		C (kg/cm ²)		Y (tn/m ³)		CAPACIDAD PORTANTE q ult q adm	
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu	Cc													
C1	4	0.29	SM	67.06	19.60	33.00%	9.65%	28.00%	8.18%	5.00%	1.46%	0.17	0.05	54.46	15.92							
	200			31.23	9.13																	
C2	4	0.33	SP	57.11	18.65	0.00%	0.00%	NP		NP		1.18	0.39	3.45	1.13							
	200			3.22	1.05																	
C3	4	0.38	SP-SM	56.16	21.40	32.00%	12.20%	24.00%	9.15%	8.00%	3.05%	7.65	2.92	7.47	2.85							
	200			5.06	1.93																	
C-3'	4			59.66			21.84%		17.33%		4.51%		3.35		19.89							
	200			12.11																		

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-3'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	12.11	<	50.00	SUELO GRUESO
% QUE PASA LA MALLA N° 4	59.66	>	50.00	ARENAS
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	12.11	<	5.00	NO
	5.00	<	12.11	<
	12.11	>	12.00	NO
				SI=LIMITES DE ATTERBERG

Tipo de suelo: Arena Limosa SM



6.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 1.20m

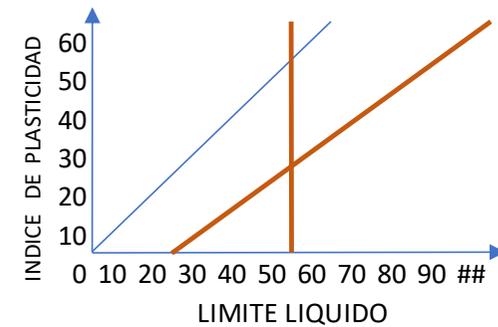
CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															∅		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE q ult q adm	
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu		Cc												
C1	4	0.29	GM	57.01	16.66	33.00%	9.65%	28.00%	8.18%	5.00%	1.46%	1.92	0.56	0.68	0.20							
	200			22.85	6.68																	
C2	4	0.33	SP	54.28	17.73	27.00%	8.82%	17.00%	5.55%	10.00%	3.27%	1.13	0.37	2.37	0.77							
	200			1.29	0.42																	
C3	4	0.38	GP	49.06	18.70	0.00%	0.00%	NP		NP		199.62	76.08	14.72	5.61							
	200			1.84	0.70																	
C-3'	4				53.09		18.46%		13.74%		4.73%		75.88		6.19							
	200				7.80																	

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-3'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	7.80	<	50.00	SUELO GRUESO
% QUE PASA LA MALLA N° 4	53.09	>	50.00	ARENAS
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	7.80	<	5.00	NO
	5.00	<	7.80	<
	7.80	>	12.00	SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG
			12.00	NO

ARENAS SW SC

Tipo de suelo: Arena bien graduada con Arcillosa SW-SC



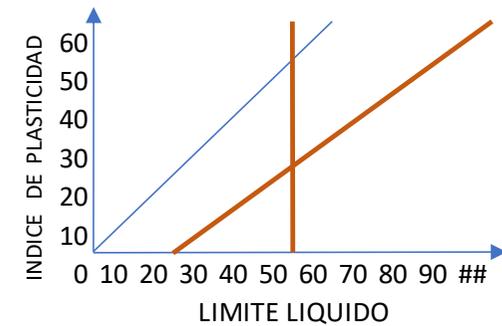
7.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 2.40m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															Ø		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE q ult q adm	
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu	Cc													
C1	4	0.29	SM	73.92	21.61	35.00%	10.23%	28.00%	8.18%	7.00%	2.05%	6.12	1.79	0.99	0.29							
	200			41.92	12.25																	
C2	4	0.33	SP	54.28	17.73	0.00%	0.00%	NP		NP		1.13	0.37	2.37	0.77							
	200			1.29	0.42																	
C3	4	0.38	GW	40.78	15.54	38.00%	14.48%	23.00%	8.77%	15.00%	5.72%	9.32	3.55	1.60	0.61							
	200			1.22	0.46																	
C-3'	4				54.88		24.71%		16.95%		7.76%		5.71		1.67							
	200				13.14																	

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-3'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	13.14	<	50.00	SUELO GRUESO		
% QUE PASA LA MALLA N° 4	54.88	>	50.00	ARENAS		
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	13.14	<	5.00	NO		
	5.00	<	13.14	<	12.00	NO
	13.14	>	12.00	SI=LIMITES DE ATTERBERG		

Tipo de suelo: Arena Arcillosa SC



8.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 3.20m

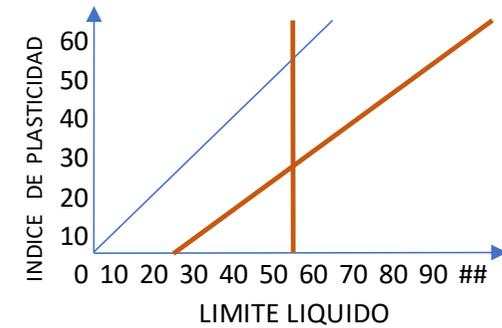
CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															ϕ		C (kg/cm ²)		γ (tn/m ³)		CAPACIDAD PORTANTE q ult q adm		
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu	Cc														
C1	4	0.29	SM	67.44	19.71	31.00%	9.06%	23.00%	6.72%	8.00%	2.34%	12.06	3.52	0.23	0.07	26.04	7.61	0.0731	0.0214	1.631	0.477		
	200			26.27	7.68																		
C2	4	0.33	GW	40.95	13.37	32.00%	10.45%	23.00%	7.51%	9.00%	2.94%	30.94	10.11	1.60	0.52	30.77	10.05		-	1.709	0.558		
	200			4.13	1.35																		
C3	4	0.38	GW-GM	45.82	17.46	38.00%	14.48%	26.00%	9.91%	12.00%	4.57%	30.59	11.66	3.31	1.26	29.80	11.36	0.0141	0.0054	1.760	0.671		
	200			7.62	2.90																		
C-3'	4				50.55		33.99%		24.14%		9.85%		25.29		1.85		29.02		0.0267		1.706	8.33	2.78
	200				11.93																		

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-3'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	11.93	<	50.00	SUELO GRUESO		
% QUE PASA LA MALLA N° 4	50.55	>	50.00	ARENAS		
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	11.93	<	5.00	NO		
	5.00	<	11.93	<	12.00	SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG
	11.93	>	12.00	NO		

ARENAS SW SM

Tipo de suelo: Arena bien graduada con Limo SW-SM



ANEXO N°02: INTERPOLACIÓN KRIGING ORDINARIO – PUNTO 04



COORDENADAS PUNTO C-4'	
NORTE	8820359
ESTE	362484

DATOS:

ALCANCE: 250 m

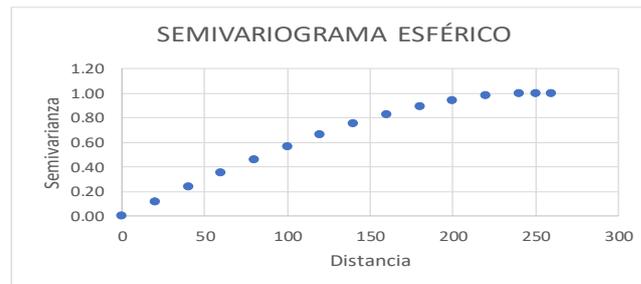
1. Determinación de distancias (h)

h	C2	C3	C-4'
C2	0	165.78	223.99
C3	165.78	0	58.21

2. Determinación de la Semivarianza - MODELO ESFÉRICO

$$\gamma(h) = \begin{cases} 1.5 \frac{h}{\alpha} - 0.5 \left(\frac{h}{\alpha} \right)^3 & \text{si } h \leq \alpha \\ 1 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

h	Gamma(h)
0	0.00
20	0.12
40	0.24
60	0.35
80	0.46
100	0.57
120	0.66
140	0.75
160	0.83
180	0.89
200	0.94
220	0.98
240	1.00
250	1.00
260	1.00



Sill: 1.00

2. Determinación de Gamma(h)

Y	C2	C3	C-4'
C2	0.00	0.85	0.98
C3	0.85	0.00	0.34

3. Determinación de la Covarianza (Co)

Co	C2	C3	C-4'
C2	1.00	0.15	0.02
C3	0.15	1.00	0.66

4. sistema de ecuaciones - Calculo de los Ponderadores

a	0.1222
b	0.8778
u	0.2392

5.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 0.50m

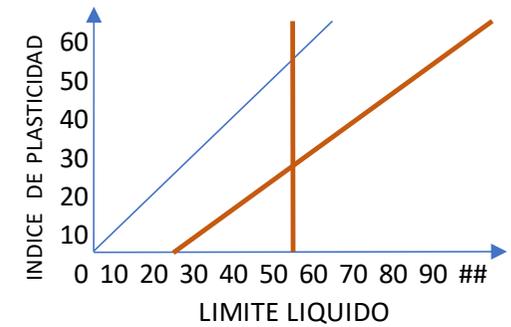
CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															∅		C (kg/cm ²)		γ (tn/m ³)		CAPACIDAD PORTANTE q _{ult} q _{adm}	
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc									
C2	4	0.12	SP	57.11	6.98	0.00%	0.00%	NP		NP		1.18	0.14	3.45	0.42							
	200			3.22	0.39																	
C3	4	0.88	SP-SM	56.16	49.30	32.00%	28.09%	24.00%	21.07%	8.00%	7.02%	7.65	6.71	7.47	6.56							
	200			5.06	4.44																	
C-4'	4				56.28		28.09%		21.07%		7.02%		6.86	6.98								
	200				4.84																	

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-4'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	4.84	<	50.00	SUELO GRUESO		
% QUE PASA LA MALLA N° 4	56.28	>	50.00	ARENAS		
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	4.84	<	5.00	SI=GRANULOMETRIA		
	5.00	<	4.84	<	12.00	NO
	4.84	>	12.00	NO		

ARENAS SW

Tipo de suelo: Arena bien graduada SW



6.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 1.20m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															∅		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE q ult q adm	
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu	Cc													
C2	4	0.12	SP	54.28	6.63	27.00%	3.30%	17.00%	2.08%	10.00%	1.22%	1.13	0.14	2.37	0.29							
	200			1.29	0.16																	
C3	4	0.88	GP	49.06	43.06	0.00%	0.00%	NP		NP		199.62	175.22	14.72	12.92							
	200			1.84	1.62																	
C-4'	4				49.70		3.30%		2.08%		1.22%		175.36	13.21								
	200				1.77																	

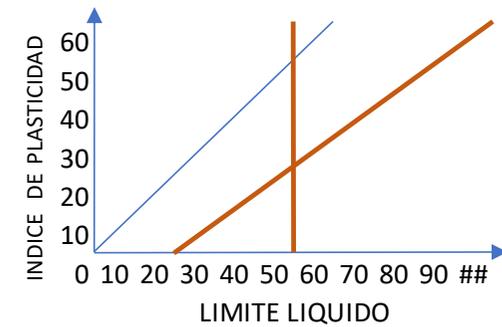
1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-4'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	1.77	<	50.00	SUELO GRUESO		
% QUE PASA LA MALLA N° 4	49.70	>	50.00	GRAVAS		
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	1.77	<	5.00	SI=GRANULOMETRIA		
	5.00	<	1.77	<	12.00	NO
	1.77	>	12.00			NO

GRAVAS GW

Tipo de suelo: Grava bien graduada

GW



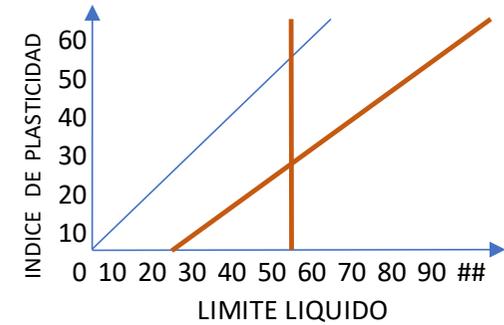
7.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 2.40m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															∅		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE q ult q adm	
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc									
C2	4	0.12	SP	54.28	6.63	0.00%	0.00%	NP		NP		1.13	0.14	2.37	0.29							
	200			1.29	0.16																	
C3	4	0.88	GW	40.78	35.80	38.00%	33.36%	23.00%	20.19%	15.00%	13.17%	9.32	8.18	1.60	1.40							
	200			1.22	1.07																	
C-4'	4				42.43		33.36%		20.19%		13.17%		8.32		1.69							
	200				1.23																	

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-4'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	1.23	<	50.00	SUELO GRUESO
% QUE PASA LA MALLA N° 4	42.43	>	50.00	GRAVAS
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	1.23	<	5.00	SI=GRANULOMETRIA
	5.00	<	1.23	<
				12.00
GRAVA GW	1.23	>	12.00	NO

Tipo de suelo: Grava bien graduada GW



8.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 3.20m

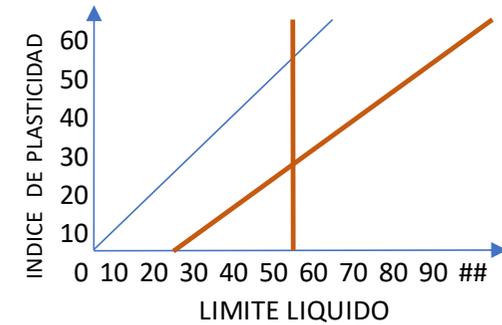
CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS																∅		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE q ult q adm	
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu	Cc														
C2	4	0.12	GW	40.95	5.01	32.00%	3.91%	23.00%	2.81%	9.00%	1.10%	30.94	3.78	1.60	0.20	30.77	3.76	-	-	1.709	0.209		
	200			4.13	0.50																		
C3	4	0.88	GW-GM	45.82	40.22	38.00%	33.36%	26.00%	22.82%	12.00%	10.53%	30.59	26.85	3.31	2.91	29.80	26.16	0.0141	0.0124	1.760	1.545		
	200			7.62	6.69																		
C-4'	4				45.22		37.27%		25.63%		11.63%		30.63		3.10		29.92		0.0186		1.754		
	200				7.19																		

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-4'

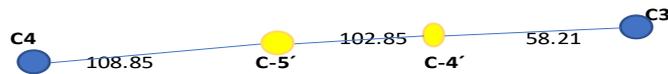
% QUE PASA LA MALLA N° 200	7.19	<	50.00	SUELO GRUESO
% QUE PASA LA MALLA N° 4	45.22	>	50.00	GRAVAS
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	7.19	<	5.00	NO
	5.00	<	7.19	<
	7.19	>	12.00	SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG
				NO

GRAVAS GW GM

Tipo de suelo: Grava bien graduada con Limo GW-GM



ANEXO N°02: INTERPOLACIÓN KRIGING ORDINARIO – PUNTO 05



COORDENADAS PUNTO C-5'	
NORTE	8820382
ESTE	362384

DATOS:

ALCANCE: 300 m

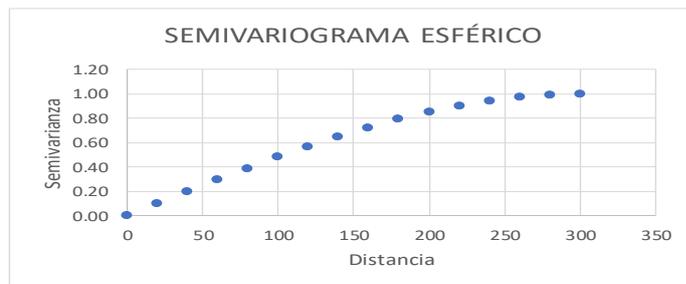
1. Determinación de distancias (h)

h	C3	C4	C-4'	C-5'
C3	0	269.91	58.21	161.06
C4	269.91	0	211.7	108.85
C-4'	58.21	211.7	0	102.85

2. Determinación de la Semivarianza - MODELO ESFÉRICO

$$\gamma(h) = \begin{cases} 1.5 \frac{h}{\alpha} - 0.5 \left(\frac{h}{\alpha} \right)^3 & \text{si } h \leq \alpha \\ 1 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

h	Gamma(h)
0	0.00
20	0.10
40	0.20
60	0.30
80	0.39
100	0.48
120	0.57
140	0.65
160	0.72
180	0.79
200	0.85
220	0.90
240	0.94
260	0.97
280	0.99
300	1.00



Sill: 1.00

2. Determinación de Gamma(h)

Y	C3	C4	C-4'	C-5'
C3	0.00	0.99	0.29	0.73
C4	0.99	0.00	0.88	0.52
C-4'	0.29	0.88	0.00	0.49

3. Determinación de la Covarianza (Co)

Co	C3	C4	C-4'	C-5'
C3	1.00	0.01	0.71	0.27
C4	0.01	1.00	0.12	0.48
C-4'	0.71	0.12	1.00	0.51

4. sistema de ecuaciones - Calculo de los Ponderadores

a	-0.0649
b	0.4919
c	0.5730
u	0.0785

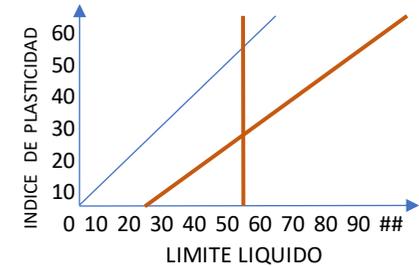
5.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 0.50m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc	
C3	4	-0.06	SP-SM	56.16	-3.65	32.00%	-2.08%	24.00%	-1.56%	8.00%	-0.52%	7.65	- 0.50	7.47	- 0.49
	200			5.06	-0.33										
C4	4	0.49	GM	63.87	31.42	33.00%	16.23%	29.00%	14.27%	4.00%	1.97%	0.66	- 0.32	8.01	- 3.94
	200			41.61	20.47										
C-4'	4	0.57	SW	56.28	32.25	28.09%	16.10%	21.07%	12.07%	7.02%	4.02%	6.86	3.93	6.98	4.00
	200			4.84	2.77										
C-5'	4				60.02		30.25%		10.51%		3.50%		3.11		- 0.43
	200				22.91										

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-5'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	22.91	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	60.02	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	22.91	<	5.00
	5.00	<	22.91
	22.91	>	12.00

SUELO GRUESO
ARENAS
NO
 12.00 **NO**
SI=LIMITES DE ATTERBERG



Tipo de suelo: Arena Limosa SM

6.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 1.20m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc	
C3	4	-0.06	GP	49.06	-3.19	0.00%	0.00%	NP		NP		199.62	- 12.96	14.72	- 0.96
	200			1.84	-0.12										
C4	4	0.49	GP	48.65	23.93	0.00%	0.00%	NP		NP		71.60	35.22	5.60	2.75
	200			1.04	0.51										
C-4'	4	0.57	GW	49.70	28.48	3.30%	1.89%	2.08%	1.19%	1.22%	0.70%	175.36	100.49	13.21	7.57
	200			1.77	1.02										
C-5'	4				49.22		1.89%		1.19%		0.70%		122.74		9.37
	200				1.41										

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-5'

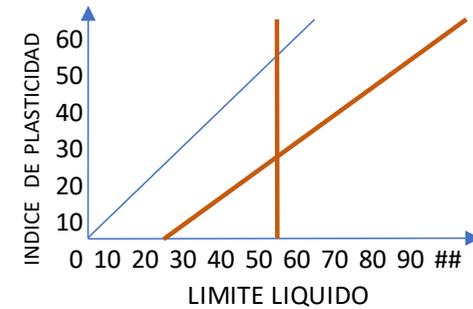
% QUE PASA LA MALLA N° 200	1.41	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	49.22	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	1.41	<	5.00
	5.00	<	1.41
	1.41	>	12.00

GRAVAS GW

Tipo de suelo: Grava bien graduada

SUELO GRUESO
GRAVAS
SI=GRANULOMETRIA
 12.00 **NO**
NO

GW



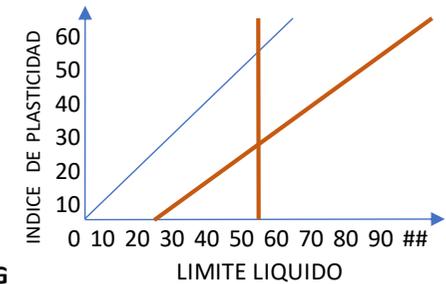
7.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 2.40m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc	
C3	4	-0.06	GW	40.78	-2.65	38.00%	-2.47%	23.00%	-1.49%	15.00%	-0.97%	9.32	- 0.61	1.60	- 0.10
	200			1.22	-0.08										
C4	4	0.49	GC	61.15	30.08	20.00%	9.84%	16.00%	7.87%	4.00%	1.97%	1.12	- 0.55	2.18	- 1.07
	200			37.08	18.24										
C-4'	4	0.57	GW	42.43	24.31	33.36%	19.11%	20.19%	11.57%	13.17%	7.54%	8.32	4.77	1.60	0.92
	200			1.23	0.70										
C-5'	4				51.75		26.48%		17.95%		8.54%		3.61		- 0.26
	200				18.87										

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-5'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	18.87	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	51.75	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	18.87	<	5.00
	5.00	<	18.87
	18.87	>	12.00

SUELO GRUESO
ARENAS
NO
NO
SI=LIMITES DE ATTERBERG



Tipo de suelo: Arena Arcillosa

SC

8.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 3.20m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS																Ø		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE q ult q adm	
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu	Cc														
C3	4	-0.06	GW-GM	45.82	-2.98	38.00%	-2.47%	26.00%	-1.69%	12.00%	-0.78%	30.59	- 1.99	3.31	- 0.21	29.80	- 1.94	0.0141	-0.0009	1.760	- 0.114		
	200			7.62	-0.49																		
C4	4	0.49	SM	76.53	37.65	23.00%	11.31%	22.00%	10.82%	1.00%	0.49%	12.25	6.03	0.71	0.35	26.17	12.87	0.1148	0.0565	1.450	0.713		
	200			35.21	17.32																		
C-4'	4	0.57	GW-GM	45.22	25.91	37.27%	21.35%	25.63%	14.69%	11.63%	6.67%	30.63	17.55	3.10	1.78	29.92	17.14	0.0186	0.0107	1.754	1.005		
	200			7.19	4.12																		
C-5'	4				60.59		30.20%		23.82%		6.38%		21.59		1.91		28.08		0.0662		1.604	8.33	2.78
	200				20.95																		

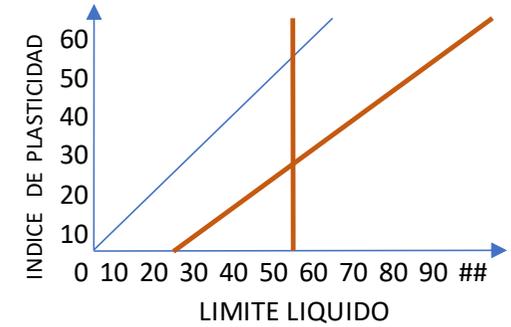
1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-3'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	20.95	<	50.00	SUELO GRUESO
% QUE PASA LA MALLA N° 4	60.59	>	50.00	ARENAS
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	20.95	<	5.00	NO
	5.00	<	20.95	<
	20.95	>	12.00	NO
			12.00	SI=LIMITES DE ATTERBERG

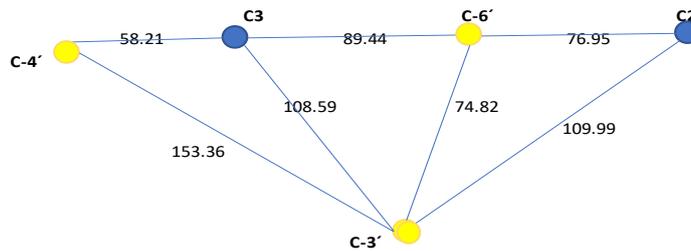
ARENAS SM

Tipo de suelo: Arena Limosa

SM



ANEXO N°02: INTERPOLACIÓN KRIGING ORDINARIO – PUNTO 06



COORDENADAS PUNTO C-6'	
NORTE	8820317
ESTE	362625

DATOS:
ALCANCE: 200 m

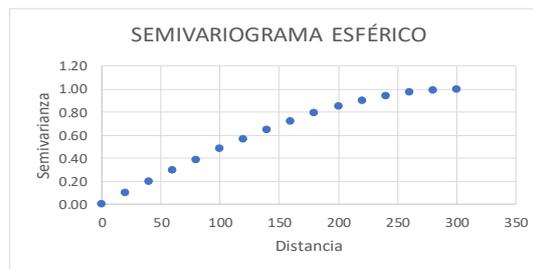
1. Determinación de distancias (h)

h	C-3'	C-4'	C3	C2	C-6'
C-3'	0	153.36	108.59	109.99	74.82
C-4'	153.36	0	58.21	224.6	147.65
C3	108.59	58.21	0	166.39	89.44
C2	109.99	224.6	166.39	0	76.95

2. Determinación de la Semivarianza - MODELO ESFÉRICO

$$\gamma(h) = \begin{cases} 1.5 \frac{h}{a} - 0.5 \left(\frac{h}{a}\right)^3 & \text{si } h \leq a \\ 1 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

h	Gamma(h)
0	0.00
20	0.15
40	0.30
60	0.44
80	0.57
100	0.69
120	0.79
140	0.88
160	0.94
180	0.99
200	1.00



Sill: 1.00

2. Determinación de Gamma(h)

Y	C-3'	C-4'	C3	C2	C-6'
C-3'	0.00	0.92	0.73	0.74	0.53
C-4'	0.92	0.00	0.42	0.98	0.91
C3	0.73	0.42	0.00	0.96	0.63
C2	0.74	0.98	0.96	0.00	0.55

3. Determinación de la Covarianza (Co)

Co	C-3'	C-4'	C3	C2	C-6'
C-3'	1.00	0.08	0.27	0.26	0.47
C-4'	0.08	1.00	0.58	0.02	0.09
C3	0.27	0.58	1.00	0.04	0.37
C2	0.26	0.02	0.04	1.00	0.45

4. sistema de ecuaciones - Calculo de los Ponderadores

a	0.32
b	-0.11
c	0.39
d	0.41

0.00
0.92
0.73
0.74

5.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 0.50m

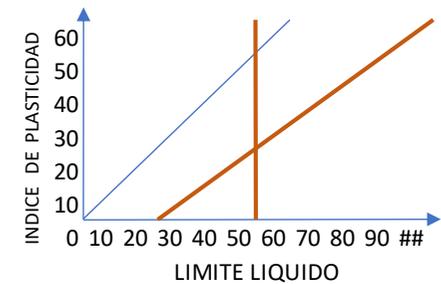
CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc	
C-3'	4	0.32	SM	59.66	18.82	21.84%	6.89%	17.33%	5.47%	4.51%	1.42%	3.35	1.06	19.89	6.28
	200			12.11	3.82										
C-4'	4	-0.11	SW	56.28	-6.37	28.09%	-3.18%	21.07%	-2.38%	7.02%	-0.79%	6.86	0.78	6.98	0.79
	200			4.84	-0.55										
C3	4	0.39	SP-SM	56.16	21.89	32.00%	12.47%	24.00%	9.36%	8.00%	3.12%	7.65	2.98	7.47	2.91
	200			5.06	1.97										
C2	4	0.41	SP	57.11	23.29	0%	0.00%	NP		NP		1.18	0.48	3.45	1.41
	200			3.22	1.31										
C-6'	4			57.64	57.64		16%		12%		4%		3.74		9.81
	200			6.56	6.56										

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	6.5591	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	57.637	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	6.56	<	5.00
	5.00	<	6.56
	6.56	>	12.00

SUELO GRUESO
ARENAS
NO
SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG
NO

Tipo de suelo: Arena Pobremente graduada con Arcilla SP-SC



6.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 1.20m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc	
C-3'	4	0.32	SW-SC	53.09	16.75	18.46%	5.83%	13.74%	4.33%	4.73%	1.49%	75.88	23.95	6.19	1.95
	200			7.80	2.46										
C-4'	4	-0.11	GW	49.70	-5.62	3.30%	-0.37%	2.08%	-0.24%	1.22%	-0.14%	175.36	- 19.84	13.21	- 1.49
	200			1.77	-0.20										
C3	4	0.39	GP	49.06	19.12	0.00%	0.00%	NP		NP		199.62	77.81	14.72	5.74
	200			1.84	0.72										
C2	4	0.41	SP	54.28	22.14	27%	11.01%	17%	6.93%	10%	4.08%	1.13	0.46	2.37	0.97
	200			1.29	0.53										
C-6'	4			52.39	52.39		16%		11%		5%		82.38		7.16
	200			3.50	3.50										

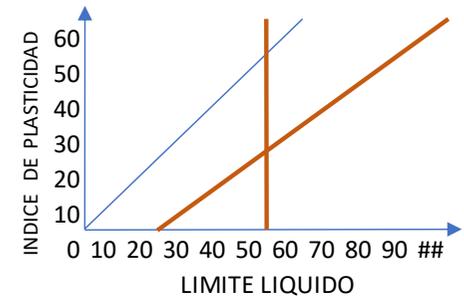
1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	3.50	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	52.39	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	3.50	<	5.00
	5.00	<	3.50
	3.50	>	12.00

ARENAS SW
 Tipo de suelo: Arena bien graduada

SW

SUELO GRUESO
ARENAS
SI=GRANULOMETRIA
 12.00 **NO**
NO



7.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 2.40m

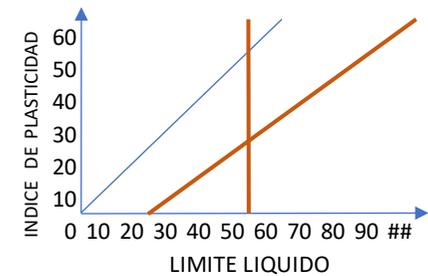
CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc	
C-3'	4	0.32	SC	54.88	17.32	24.71%	7.80%	16.95%	5.35%	7.76%	2.45%	5.71	1.80	1.67	0.53
	200			13.14	4.15										
C-4'	4	-0.11	GW	42.43	-4.80	33.36%	-3.77%	20.19%		13.17%		8.32	0.94	1.69	0.19
	200			1.23	-0.14										
C3	4	0.39	GW	40.78	15.90	38.00%	14.81%	23.00%	8.97%	15.00%	5.85%	9.32	3.63	1.60	0.62
	200			1.22	0.48										
C2	4	0.41	SP	54.28	22.14	0%	0.00%	NP		NP		1.13	0.46	2.37	0.97
	200			1.29	0.53										
C-6'	4			50.55	50.55		19%		14%		8%		4.95		1.93
	200			5.01	5.01										

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	5.0085	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	50.546	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	5.01	<	5.00
	5.00	<	5.01
	5.01	>	12.00

SUELO GRUESO
ARENAS
NO
 12.00 **SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG**
NO

ARENAS SP SC
 Tipo de suelo: **Arena pobremente graduada con arcilla** **SP-SC**



8.- Datos de Calicata
Analizando a H= 3.20m

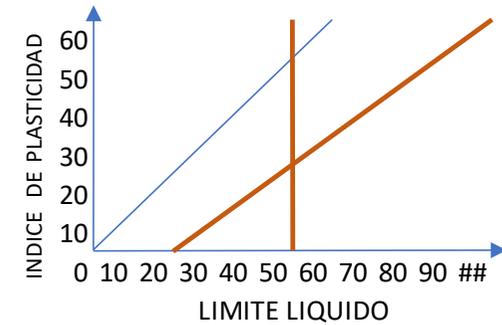
CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS																Ø		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE q ult q adm		
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP		IP		Cu		Cc												
C-3'	4	0.32	SW-SM	50.55	15.95	33.99%	10.73%	24.14%	7.62%	9.85%	3.11%	25.29	7.98	1.85	0.58	29.02	9.16	0.0267	0.0084	1.706	0.538			
	200			11.93	3.76																			
C-4'	4	-0.11	GW-GM	45.22	-5.12	37.27%	-4.22%	25.63%	-2.90%	11.63%	-1.32%	30.63	- 3.47	3.10	- 0.35	29.92	- 3.39	0.0186	- 0.0021	1.754	- 0.198			
	200			7.19	-0.81																			
C3	4	0.39	GW-GM	45.82	17.86	38.00%	14.81%	26.00%	10.13%	12.00%	4.68%	30.59	11.92	3.31	1.29	29.80	11.62	0.0141	0.0055	1.76	0.686			
	200			7.62	2.97																			
C2	4	0.41	GW	40.95	16.70	32%	13.05%	23%	9.38%	9%	3.67%	30.94	12.62	1.60	0.65	30.77	12.55	-	-	1.71	0.697			
	200			4.13	1.68																			
C-6'	4			45.39	45.39		34%		24%		10%	86.51	29.05	8.26	2.18		29.94		0.0216		1.72	2.04		
	200			7.61	7.61																			

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

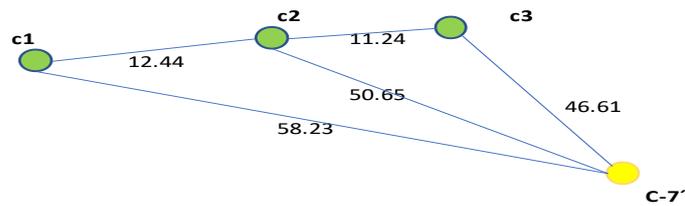
% QUE PASA LA MALLA N° 200	7.6054	<	50.00	SUELO GRUESO
% QUE PASA LA MALLA N° 4	45.393	>	50.00	GRAVAS
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	7.61	<	5.00	NO
	5.00	<	7.61	<
	7.61	>	12.00	SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG
				NO

GRAVAS GW GM

Tipo de suelo: Grava bien graduada con Limo GW-GM



ANEXO N°02: INTERPOLACIÓN KRIGING ORDINARIO – PUNTO 07



COORDENADAS PUNTO C-7'	
NORTE	8820384
ESTE	362843

DATOS:
ALCANCE: 100 m

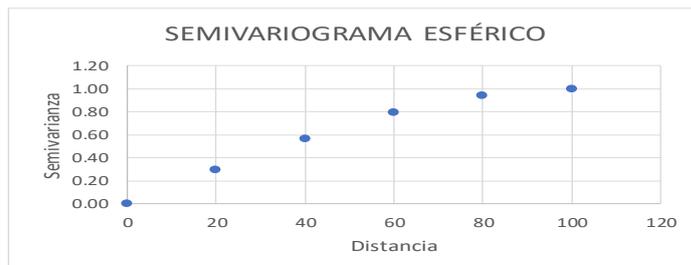
1. Determinación de distancias (h)

	h	c1	c2	c3	C-7'
c1	0	0	12.44	23.68	58.23
c2	12.44	0	0	11.24	50.65
c3	23.68	11.24	0	0	46.61

2. Determinación de la Semivarianza - MODELO ESFÉRICO

h	Gamma(h)
0	0.00
20	0.30
40	0.57
60	0.79
80	0.94
100	1.00

$$\gamma(h) = \begin{cases} 1.5 \frac{h}{\alpha} - 0.5 \left(\frac{h}{\alpha}\right)^3 & \text{si } h \leq \alpha \\ 1 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$



Sill: 1.00

2. Determinación de Gamma(h)

γ	c1	c2	c3	C-7'
c1	0.00	0.19	0.35	0.77
c2	0.19	0.00	0.17	0.69
c3	0.35	0.17	0.00	0.65

3. Determinación de la Covarianza (Co)

Co	c1	c2	c3	C-7'
c1	1.00	0.81	0.65	0.23
c2	0.81	1.00	0.83	0.31
c3	0.65	0.83	1.00	0.35

4. sistema de ecuaciones - Calculo de los Ponderadores

a	0.2762
b	0.0901
c	0.6337
u	0.5371

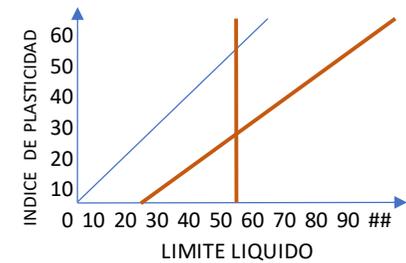
5.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 0.50m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS														
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc
c1	4	0.28	GP-GC	38.6	10.66	23.00%	6.35%	15.00%	4.14%	8.00%	2.21%			
	200			10.6	2.93									
c2	4	0.09	GW-GC	45	4.06	24.00%	2.16%	16.00%	1.44%	8.00%	0.72%			
	200			11.9	1.07									
c3	4	0.63	GC-GM	48.70	30.86	23.00%	14.57%	17.00%	10.77%	6.00%	3.80%			
	200			20.20	12.80									
C-7'	4				45.58		23.09%		16.36%		6.73%			
	200				16.80									

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-5'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	16.80	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	45.58	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	16.80	<	5.00
	5.00	<	16.80
	16.80	>	12.00

SUELO GRUESO
GRAVAS
NO
NO
SI=LIMITES DE ATTERBERG



Tipo de suelo: Grava Arcillosa Y Limosa GC-GM

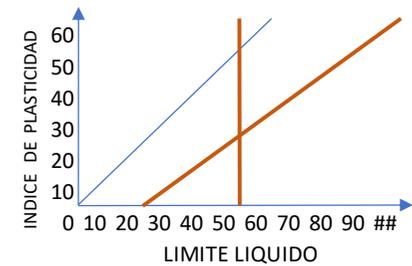
6.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 1.20m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS														
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc
c1	4	0.28	GP-GC	38.6	10.66	23.00%	6.35%	15.00%	4.14%	8.00%	2.21%			
	200			10.6	2.93									
c2	4	0.09	GW-GC	45	4.06	24.00%	2.16%	16.00%	1.44%	8.00%	0.72%			
	200			11.9	1.07									
c3	4	0.63	GC-GM	48.70	30.86	23.00%	14.57%	17.00%	10.77%	6.00%	3.80%			
	200			20.20	12.80									
C-7'	4				45.58		23.09%		16.36%		6.73%			
	200				16.80									

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-5'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	16.80	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	45.58	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	16.80	<	5.00
	5.00	<	16.80
	16.80	>	12.00

SUELO GRUESO
GRAVAS
NO
 12.00 **NO**
SI=LIMITES DE ATTERBERG



Tipo de suelo: Grava Arcillosa Y Limosa GC-GM

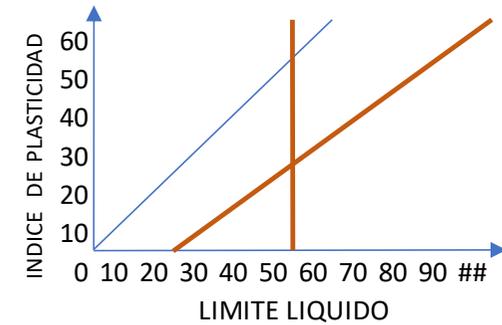
7.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 2.40m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS														Ø		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE q adm | q ulti	
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu	Cc												
c1	4	0.28	GP-GC	38.6	10.66	23.00%	6.35%	15.00%	4.14%	8.00%	2.21%			26.00	7.18	0.1320	0.0365	1.980	0.547	1.56	
	200			10.6	2.93																
c2	4	0.09	GW-GC	45	4.06	24.00%	2.16%	16.00%	1.44%	8.00%	0.72%			26.00	2.34	0.1320	0.0119	2.000	0.180	1.58	
	200			11.9	1.07																
c3	4	0.63	GC-GM	48.70	30.86	23.00%	14.57%	17.00%	10.77%	6.00%	3.80%			26.00	16.48	0.1320	0.0836	1.960	1.242	1.55	
	200			20.20	12.80																
C-7'	4			45.58		23.09%		16.36%		6.73%		-		26.00		0.1320		1.969	-	-	
	200			16.80																	

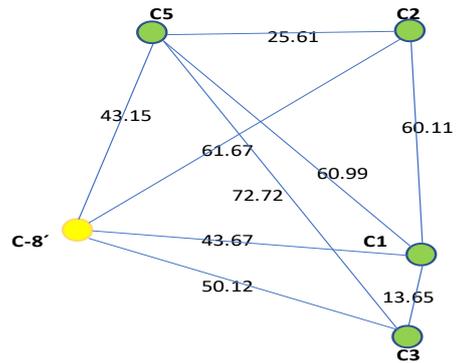
1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-5'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	16.80	<	50.00	SUELO GRUESO		
% QUE PASA LA MALLA N° 4	45.58	>	50.00	GRAVAS		
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	16.80	<	5.00	NO		
	5.00	<	16.80	<	12.00	NO
	16.80	>	12.00	SI=LIMITES DE ATTERBERG		

Tipo de suelo: Grava Arcillosa Y Limosa GC-GM



ANEXO N°02: INTERPOLACIÓN KRIGING ORDINARIO – PUNTO 08



COORDENADAS PUNTO C-8'	
NORTE	8820306
ESTE	363009

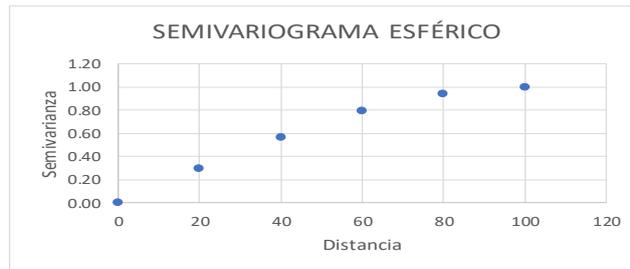
DATOS:
ALCANCE: 100 m

1. Determinación de distancias (h)

h	C3	C1	C2	C5	C-8'
C3	0	13.65	73.76	72.72	50.12
C1	13.65	0	60.11	60.99	43.67
C2	73.76	60.11	0	25.61	61.67
C5	72.72	60.99	25.61	0	43.15

2. Determinación de la Semivarianza - MODELO ESFÉRICO

h	Gamma(h)
0	0.00
20	0.30
40	0.57
60	0.79
80	0.94
100	1.00

$$\gamma(h) = \begin{cases} 1.5 \frac{h^2}{a} - 0.5 \left(\frac{h}{a}\right)^3 & \text{si } h \leq a \\ 1 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$


Sill: 1.00

2. Determinación de Gamma(h)

Y	C3	C1	C2	C5	C-8'
C3	0.00	0.20	0.91	0.90	0.69
C1	0.20	0.00	0.79	0.80	0.61
C2	0.91	0.79	0.00	0.38	0.81
C5	0.90	0.80	0.38	0.00	0.61

3. Determinación de la Covarianza (Co)

Co	C3	C1	C2	C5	C-8'
C3	1.00	0.80	0.09	0.10	0.31
C1	0.80	1.00	0.21	0.20	0.39
C2	0.09	0.21	1.00	0.62	0.19
C5	0.10	0.20	0.62	1.00	0.39

4. sistema de ecuaciones - Calculo de los Ponderadores

a	0.19
b	0.33
c	-0.03
d	0.51

0.00
0.20
0.91
0.90

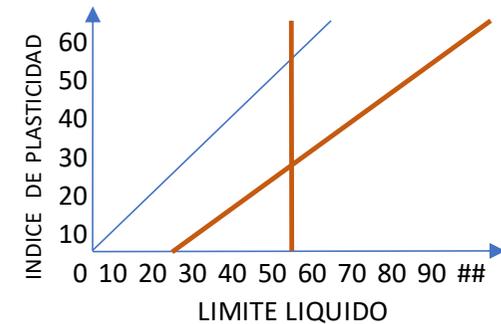
7.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 2.40m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS														Ø		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE	
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu	Cc												
C3	4	0.19	SP-SC	60.49	11.30	19.00%	3.55%	11.24%	5.00%	7.76%	1.45%			26.84	5.01	0.0030	0.0006	2.437	0.455		
	200			9.65	1.80																
C1	4	0.33	SP-SM	100.00	32.80	NP		NP		NP				27.32	8.96	0.0033	0.0011	2.424	0.795		
	200			10.40	3.41																
C2	4	-0.03	SM	100	-2.63	NP		NP		NP				32.00	- 0.84	-	-	2.53	-0.066		
	200			14.14	-0.37																
C5	4	0.51	CL - ML	86.96	44.48	33%	16.88%	28%	14.32%	5%	2.56%			32.75	16.75	0.001	0.0005	2.60	1.327		
	200			57.43	29.38																
C-8'	4			85.95	85.95		20%		19%	4%				29.88		0.0022		2.51		2.04	
	200			34.22	34.22																

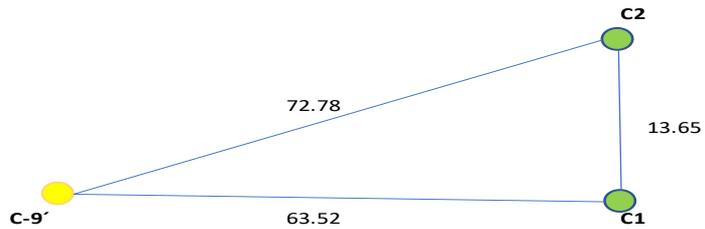
1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	34.219	<	50.00	SUELO GRUESO		
% QUE PASA LA MALLA N° 4	85.95	>	50.00	ARENAS		
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	34.22	<	5.00	NO		
	5.00	<	34.22	<	12.00	NO
	34.22	>	12.00	SI=LIMITES DE ATTERBERG		

Tipo de suelo: Arena Arcillosa con presencia de Limo SC



ANEXO N°02: INTERPOLACIÓN KRIGING ORDINARIO – PUNTO 09



COORDENADAS PUNTO C-9'	
NORTE	8820344
ESTE	362949

DATOS:

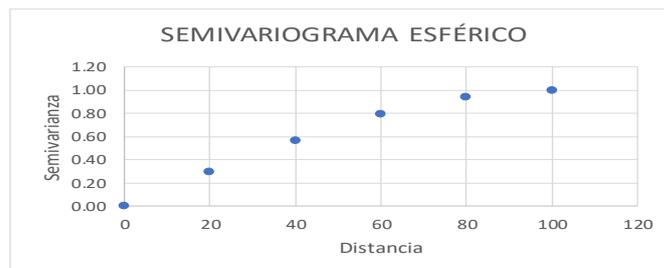
ALCANCE: 100 m

1. Determinación de distancias (h)

h	C1	C2	C-9'
C1	0	13.65	63.52
C2	13.65	0	72.78

2. Determinación de la Semivarianza - MODELO ESFÉRICO

h	Gamma(h)
0	0.00
20	0.30
40	0.57
60	0.79
80	0.94
100	1.00

$$\gamma(h) = \begin{cases} 1.5 \frac{h}{a} - 0.5 \left(\frac{h}{a}\right)^3 & \text{si } h \leq a \\ 1 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$


Sill: 1.00

2. Determinación de Gamma(h)

γ	C1	C2	C-9'
C1	0.00	0.20	0.82
C2	0.20	0.00	0.90

3. Determinación de la Covarianza (Co)

Co	C1	C2	C-9'
C1	1.00	0.80	0.18
C2	0.80	1.00	0.10

4. sistema de ecuaciones - Calculo de los Ponderadores

a	0.6825
b	0.3175
u	0.7601

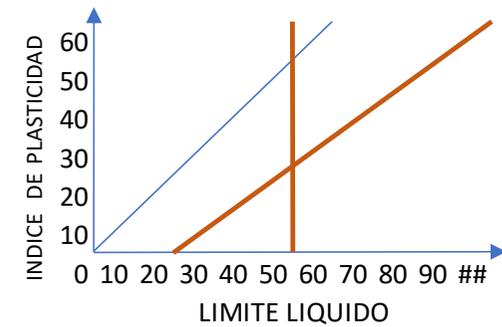
7.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 2.40m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS														Ø		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE		
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu	Cc													
C1	4	0.68	SP-SM	100	68.25	0.00%	0.00%	NP		NP				27.32	18.65	0.0033	0.0023	2.424	1.654			
	200			10.4	7.10																	
C2	4	0.32	SM	100	31.75	0.00%	0.00%	NP		NP				32.00	10.16	-	-	2.528	0.803			
	200			14.14	4.49																	
C-9'	4				100.00		0.00%		0.00%													
	200				11.59																	

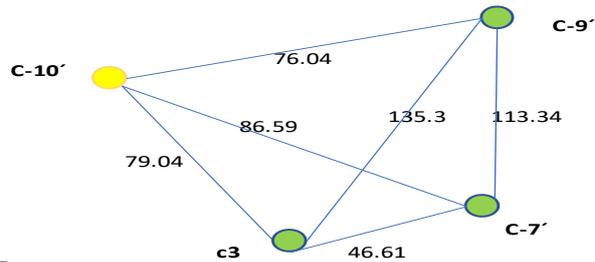
1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-4'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	11.59	<	50.00	SUELO GRUESO		
% QUE PASA LA MALLA N° 4	100.00	>	50.00	ARENAS		
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	11.59	<	5.00	NO		
	5.00	<	11.59	<	12.00	SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG
ARENA: GP	11.59	>	12.00	NO		

Tipo de suelo: Arena mal graduada con presencia de Limo SP-SM



ANEXO N°02: INTERPOLACIÓN KRIGING ORDINARIO – PUNTO 10



COORDENADAS PUNTO C-10	
NORTE	8820414
ESTE	362924

DATOS:

ALCANCE: 150 m

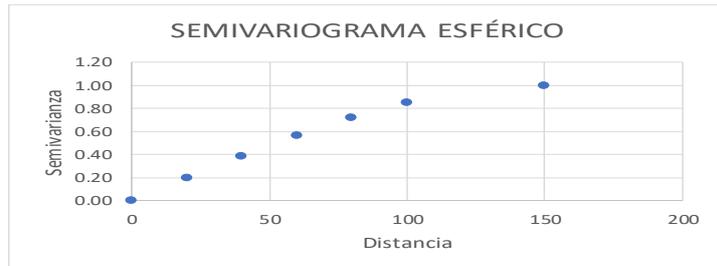
1. Determinación de distancias (h)

h	c3	C-7'	C-9'	C-10'
c3	0	46.61	135.3	79.04
C-7'	46.61	0	113.34	86.59
C-9'	135.3	113.34	0	76.04

2. Determinación de la Semivarianza - MODELO ESFÉRICO

h	Gamma(h)
0	0.00
20	0.20
40	0.39
60	0.57
80	0.72
100	0.85
150	1.00

$$\gamma(h) = \begin{cases} 1.5 \frac{h}{a} - 0.5 \left(\frac{h}{a}\right)^3 & \text{si } h \leq a \\ 1 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$



Sill: 0.85

2. Determinación de Gamma(h)

Y	c3	C-7'	C-9'	C-10'
c3	0.00	0.45	0.99	0.72
C-7'	0.45	0.00	0.92	0.77
C-9'	0.99	0.92	0.00	0.70

3. Determinación de la Covarianza (Co)

Co	c3	C-7'	C-9'	C-10'
c3	0.85	0.40	-0.13	0.13
C-7'	0.40	0.85	-0.07	0.08
C-9'	-0.13	-0.07	0.85	0.16

4. sistema de ecuaciones - Calculo de los Ponderadores

a	0.3607
b	0.1739
c	0.4653
u	0.1799

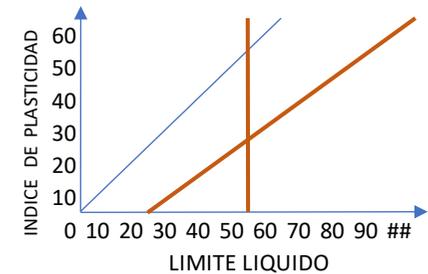
5.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 0.50m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS														
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc
c3	4	0.36	GC-GM	48.70	17.57	23.00%	8.30%	17.00%	6.13%	8.00%	2.89%			
	200			20.20	7.29									
C-7'	4	0.17	GC-GM	45.58	7.93	23.09%	4.02%	16.36%	2.84%	6.73%	1.17%			
	200			16.80	2.92									
C-9'	4	0.47	CL-ML	88.98	41.41	26.68%	12.42%	16.00%	7.45%	10.68%	4.97%			
	200			66.69	31.03									
C-10'	4				66.90		24.73%		16.42%		9.03%			
	200				41.24									

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-5'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	41.24	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	66.90	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	41.24	<	5.00
	5.00	<	41.24
	41.24	>	12.00

SUELO GRUESO
ARENAS
NO
 12.00 **NO**
SI=LIMITES DE ATTERBERG



Tipo de suelo: Arena Arcillosa con presencia de Limo SC-SM

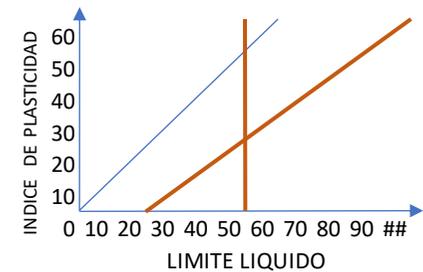
6.- Datos de Calicata
Analizando a H= 1.20m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc	
c3	4	0.36	GC-GM	48.70	17.57	23.00%	8.30%	17.00%	6.13%	8.00%	2.89%				
	200			20.20	7.29										
C-7'	4	0.17	GC-GM	45.58	7.93	23.09%	4.02%	16.36%	2.84%	6.73%	1.17%				
	200			16.80	2.92										
C-9'	4	0.47	CL-ML	88.98	41.41	26.68%	12.42%	16.00%	7.45%	10.68%	4.97%				
	200			66.69	31.03										
C-10'	4				66.90		24.73%		16.42%		9.03%				
	200				41.24										

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-5'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	41.24	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	66.90	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	41.24	<	5.00
	5.00	<	41.24
	41.24	>	12.00

SUELO GRUESO
ARENAS
NO
12.00 **NO**
SI=LIMITES DE ATTERBERG



Tipo de suelo: Arena Arcillosa con presencia de Limo SC-SM

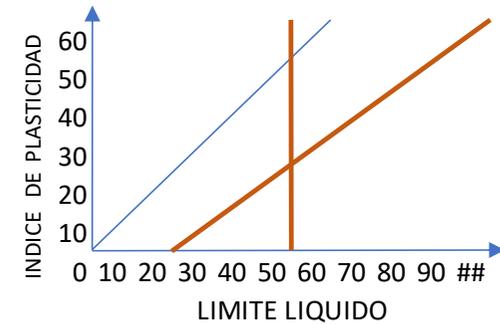
7.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 2.40m

		CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS										Ø		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE			
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu	Cc	q adm	q ulti										
c3	4	0.36	GC-GM	48.70	17.57	23.00%	8.30%	17.00%	6.13%	8.00%	2.89%			26.00	9.38	0.1320	0.0476	1.960	0.707		
	200			20.20	7.29																
C-7'	4	0.17	GC-GM	45.58	7.93	23.09%	4.02%	16.36%	2.84%	6.73%	1.17%			26.00	4.52	0.1320	0.0230	1.969	0.342		
	200			16.80	2.92																
C-9'	4	0.47	GC-GM	100.00	46.53	0.00%	0.00%	NP		NP				28.81	13.40	0.0023	0.0010	2.457	1.143		
	200			11.59	5.39																
C-10'	4				72.03		12.31%		8.98%		4.06%		-		-				2.193	-	-
	200				15.60																

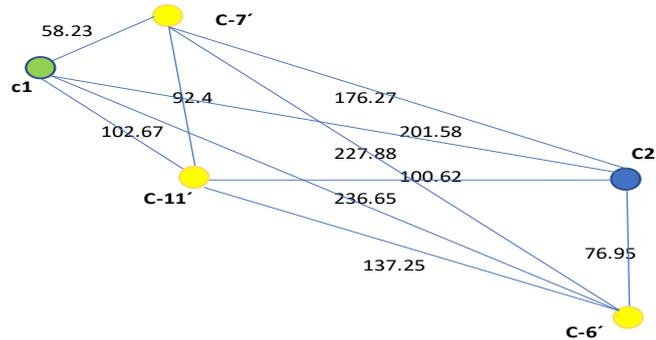
1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-5'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	15.60	<	50.00	SUELO GRUESO
% QUE PASA LA MALLA N° 4	72.03	>	50.00	ARENAS
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	15.60	<	5.00	NO
	5.00	<	15.60	<
	15.60	>	12.00	NO
				SI=LIMITES DE ATTERBERG

Tipo de suelo: Arena Arcillosa con presencia de Limo SC-SM



ANEXO N°02: INTERPOLACIÓN KRIGING ORDINARIO – PUNTO 11



COORDENADAS PUNTO C-11	
NORTE	8820371
ESTE	362751

DATOS:
 ALCANCE: 300 m

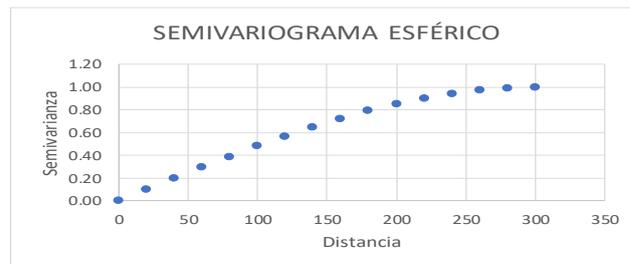
1. Determinación de distancias (h)

h	C-6'	C2	C-7'	c1	C-11'
C-6'	0	76.95	227.88	236.65	137.25
C2	76.95	0	176.27	201.58	100.62
C-7'	227.88	176.27	0	58.23	92.4
c1	236.65	201.58	58.23	0	102.67

2. Determinación de la Semivarianza - MODELO ESFÉRICO

$$\gamma(h) = \begin{cases} 1.5 \frac{h^2}{a} - 0.5 \left(\frac{h}{a}\right)^3 & \text{si } h \leq a \\ 1 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

h	Gamma(h)
0	0.00
20	0.10
40	0.20
60	0.30
80	0.39
100	0.48
120	0.57
140	0.65
160	0.72
180	0.79
200	0.85
220	0.90
240	0.94
260	0.97
280	0.99
300	1.00



Sill: 1.00

2. Determinación de Gamma(h)

γ	C-6'	C2	C-7'	c1	C-11'
C-6'	0.00	0.38	0.92	0.94	0.64
C2	0.38	0.00	0.78	0.86	0.48
C-7'	0.92	0.78	0.00	0.29	0.45
c1	0.94	0.86	0.29	0.00	0.49

3. Determinación de la Covarianza (Co)

Co	C-6'	C2	C-7'	c1	C-11'
C-6'	1.00	0.62	0.08	0.06	0.36
C2	0.62	1.00	0.22	0.14	0.52
C-7'	0.08	0.22	1.00	0.71	0.55
c1	0.06	0.14	0.71	1.00	0.51

4. sistema de ecuaciones - Calculo de los Ponderadores

a	0.11
b	0.35
c	0.30
d	0.24

0.00
 0.38
 0.92
 0.94

5.- Datos de Calicata
Analizando a H= 0.50m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc	
C-6'	4	0.11	SP-SC	57.64	6.18	16.19%	1.73%	12.44%	1.33%	3.75%	0.40%	3.74	0.40	9.81	1.05
	200			6.56	0.70										
C2	4	0.35	SP	57.11	20.15	0.00%	0.00%	NP		NP		1.18	0.42	3.45	1.22
	200			3.22	1.14										
C-7'	4	0.30	GC-GM	45.58	13.66	23.09%	6.92%	16.36%	4.90%	6.73%	2.02%				
	200			16.80	5.04										
c1	4	0.24	GP-GC	38.60	9.27	23%	5.52%	15%	3.60%	8%	1.92%				
	200			10.60	2.55										
C-11'	4			49.26	49.26		14.18%		9.84%		4.34%		0.82		2.27
	200			9.42	9.42										

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	9.421	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	49.264	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	9.42	<	5.00
	5.00	<	9.42
	9.42	>	12.00

SUELO GRUESO

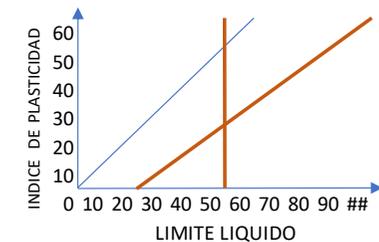
GRAVA

NO

12.00 **SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG**

NO

GRAVA GP GM
Tipo de suelo: Grava mal graduada con Limo **GP-GM**



6.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 1.20m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc	
C-6'	4	0.11	SW	52.39	5.61	16.46%	1.76%	11.03%	1.18%	5.43%	0.58%	82.38	8.83	7.16	0.77
	200			3.50	0.38										
C2	4	0.35	SP	54.28	19.16	27.00%	9.53%	17.00%	6.00%	10.00%	3.53%	1.13	0.40	2.37	0.84
	200			1.29	0.46										
C-7'	4	0.30	GC-GM	45.58	13.66	23.09%	6.92%	16.36%	4.90%	6.73%	2.02%				
	200			16.80	5.04										
c1	4	0.24	GP-GC	38.60	9.27	23%	5.52%	15%	3.60%	8%	1.92%				
	200			10.60	2.55										
C-11'	4			47.70	47.70		24%		16%		8%		9.23		1.60
	200			8.41	8.41										

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	8.4125	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	47.702	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	8.41	<	5.00
	5.00	<	8.41
	8.41	>	12.00

SUELO GRUESO

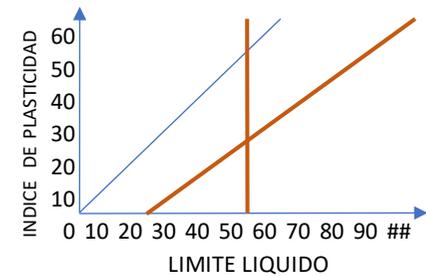
GRAVA

NO

12.00 **SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG**

NO

GRAVA GW GL
Tipo de suelo: Grava Bien graduada con Arcilla GW-GL



7.- Datos de Calicata
Analizando a H= 2.40m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc	
C-6'	4	0.11	SP-SC	50.55	5.42	18.84%	2.02%	14.31%	1.53%	8.30%	0.89%	4.95	0.53	1.93	0.21
	200			5.01	0.54										
C2	4	0.35	SP	54.28	19.16	0.00%	0.00%	NP		NP		1.13	0.40	2.37	0.84
	200			1.29	0.46										
C-7'	4	0.30	GC-GM	45.58	13.66	23.09%	6.92%	16.36%	4.90%	6.73%	2.02%				
	200			16.80	5.04										
c1	4	0.24	GP-GC	38.60	9.27	23%	5.52%	15%	3.60%	8%	1.92%				
	200			10.60	2.55										
C-11'	4			47.50	47.50		14%		10%		5%		0.93		1.04
	200			8.57	8.57										

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	8.5737	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	47.505	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	8.57	<	5.00
	5.00	<	8.57
	8.57	>	12.00

SUELO GRUESO

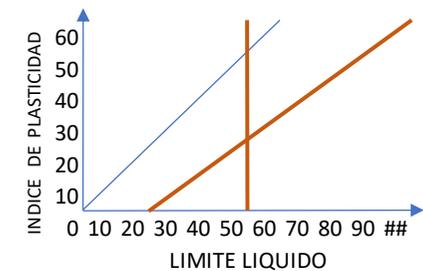
GRAVAS

NO

12.00 **SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG**

NO

Tipo de suelo: Grava mal graduada con Arcilla
GRAVAS GP GC
GP-GC



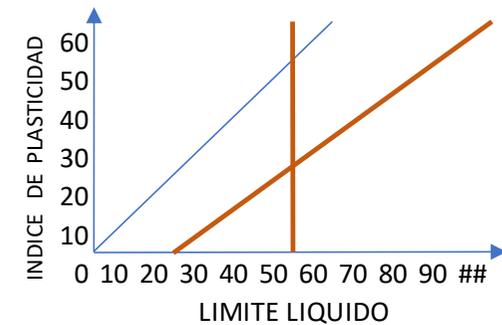
8.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 3.20m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															Ø		C (kg/cm2)		Y (tn/m3)		CAPACIDAD PORTANTE		
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu		Cc													
C-6'	4	0.11	GW-GM	45.39	4.86	34.37%	3.68%	24.23%	2.60%	10.14%	1.09%	29.05	3.11	2.18	0.23	29.94	3.21	0.0216	0.0023	1.723	0.185		
	200			7.61	0.82																		
C2	4	0.35	GW	40.95	14.45	32.00%	11.29%	23.00%	8.12%	9.00%	3.18%	30.94	10.92	1.60	0.56	30.77	10.86	-	-	1.709	0.603		
	200			4.13	1.46																		
C-7'																26.00	-	0.1320	-	1.97	-		
c1																26.00	-	0.132	-	1.98	-		
C-11'	4			19.32	19.32	15%		11%		4%	59.99	14.03	3.78	0.80		28.18		0.0714		1.85	2.04		
	200			2.27	2.27																		

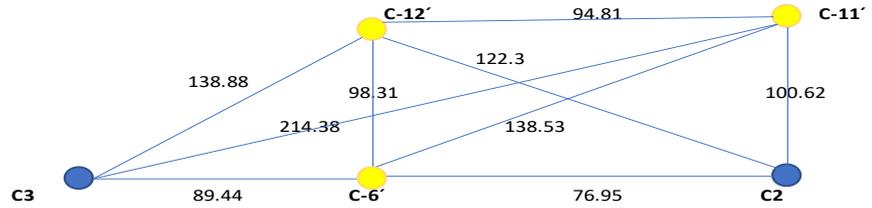
1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	2.2725	<	50.00	SUELO GRUESO
% QUE PASA LA MALLA N° 4	19.316	>	50.00	GRAVA
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	2.27	<	5.00	SI=GRANULOMETRIA
	5.00	<	2.27	12.00 NO
	2.27	>	12.00	NO

Tipo de suelo: Grava Arcillosa con presencia de Limo GC-GM



ANEXO N°02: INTERPOLACIÓN KRIGING ORDINARIO – PUNTO 12



COORDENADAS PUNTO C-12	
NORTE	8820406
ESTE	362664

137.25

C-6'

DATOS:

ALCANCE: 260 m

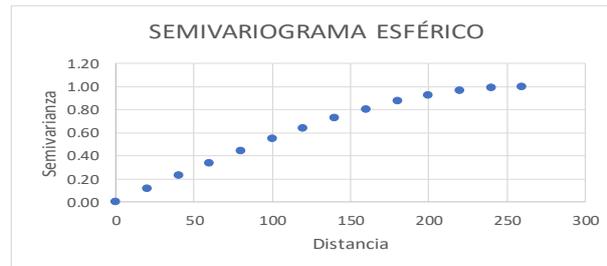
1. Determinación de distancias (h)

h	C3	C-6'	C2	C-11'	C-12'
C3	0	89.44	166.39	214.38	138.88
C-6'	89.44	0	76.95	138.53	98.31
C2	166.39	76.95	0	100.62	122.3
C-11'	214.38	138.53	100.62	0	94.81

2. Determinación de la Semivarianza - MODELO ESFÉRICO

$$y(h) = \begin{cases} 1.5 \frac{h^2}{a} - 0.5 \left(\frac{h}{a}\right)^3 & \text{si } h \leq a \\ 1 & \text{en cualquier otro caso} \end{cases}$$

h	Gamma(h)
0	0.00
20	0.12
40	0.23
60	0.34
80	0.45
100	0.55
120	0.64
140	0.73
160	0.81
180	0.87
200	0.93
220	0.97
240	0.99
260	1.00



Sill: 1.00

2. Determinación de Gamma(h)

Y	C3	C-6'	C2	C-11'	C-12'
C3	0.00	0.50	0.83	0.96	0.73
C-6'	0.50	0.00	0.43	0.72	0.54
C2	0.83	0.43	0.00	0.55	0.65
C-11'	0.96	0.72	0.55	0.00	0.52

3. Determinación de la Covarianza (Co)

Co	C3	C-6'	C2	C-11'	C-12'
C3	1.00	0.50	0.17	0.04	0.27
C-6'	0.50	1.00	0.57	0.28	0.46
C2	0.17	0.57	1.00	0.45	0.35
C-11'	0.04	0.28	0.45	1.00	0.48

4. sistema de ecuaciones - Calculo de los Ponderadores

a	0.19
b	0.32
c	0.02
d	0.47

0.00	a +
0.50	a +
0.83	a +
0.96	a +
a	+

5.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 0.50m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc	
C3	4	0.19	SP-SM	56.16	10.50	32.00%	5.98%	24.00%	4.49%	8.00%	1.50%	7.65	1.43	7.47	1.40
	200			5.06	0.95										
C-6'	4	0.32	SP-SC	57.64	18.70	16.19%	5.25%	12.44%	4.04%	3.75%	1.22%	3.74	1.21	9.81	3.18
	200			6.56	2.13										
C2	4	0.02	SP	57.11	1.03	0.00%	0.00%	NP		NP		1.18	0.02	3.45	0.06
	200			3.22	0.06										
C-11'	4	0.47	GP-GM	49.26	23.18	14%	6.67%	10%	4.63%	4%	2.04%	0.82	0.38	2.27	1.07
	200			9.42	4.43										
C-12'	4			53.41	53.41		17.91%		13.15%		4.75%		3.05		5.71
	200			7.57	7.57										

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	7.5653	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	53.411	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	7.57	<	5.00
	5.00	<	7.57
	7.57	>	12.00

SUELO GRUESO

ARENA

NO

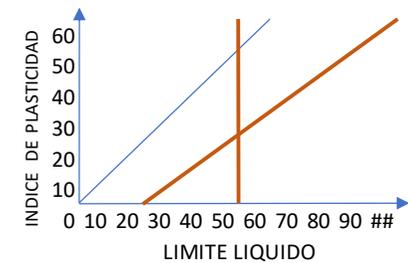
12.00 **SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG**

NO

ARENA SP SC

Tipo de suelo: Arena mal graduada con presencia de arcilla

SP-SC



6.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 1.20m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc	
C3	4	0.19	GP	49.06	9.17	0.00%	0.00%	NP		NP		199.62	37.33	14.72	2.75
	200			1.84	0.34										
C-6'	4	0.32	SW	52.39	16.99	16.46%	5.34%	11.03%	3.58%	5.43%	1.76%	82.38	26.72	7.16	2.32
	200			3.50	1.14										
C2	4	0.02	SP	54.28	0.98	27.00%	0.49%	17.00%	0.31%	10.00%	0.18%	1.13	0.02	2.37	0.04
	200			1.29	0.02										
C-11'	4	0.47	GW-GL	47.70	22.45	24%	11.17%	16%	7.38%	8%	3.79%	9.23	4.34	1.60	0.75
	200			8.41	3.96										
C-12'	4			49.59	49.59		17%		11%		6%		68.41		5.87
	200			5.46	5.46										

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	5.4629	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	49.595	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	5.46	<	5.00
	5.00	<	5.46
	5.46	>	12.00

SUELO GRUESO

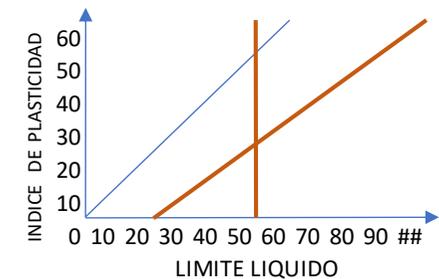
GRAVA

NO

12.00 **SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG**

NO

GRAVA GW GC
 Tipo de suelo: Grava Bien graduada con Arcilla **GW-GC**



7.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 2.40m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															
	NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL		LP		IP		Cu		Cc	
C3	4	0.19	GW	40.78	7.63	38.00%	7.11%	23.00%	4.30%	15.00%	2.81%	9.32	1.74	1.60	0.30
	200			1.22	0.23										
C-6'	4	0.32	SP-SC	50.55	16.40	18.84%	6.11%	14.31%	4.64%	8.30%	2.69%	4.95	1.61	1.93	0.62
	200			5.01	1.62										
C2	4	0.02	SP	54.28	0.98	0.00%	0.00%	NP		NP		1.13	0.02	2.37	0.04
	200			1.29	0.02										
C-11'	4	0.47	GP-GC	47.50	22.35	14%	6.81%	10%	4.72%	5%	2.27%	0.93	0.44	1.04	0.49
	200			8.57	4.03										
C-12'	4			47.36	47.36		20%		14%		8%		3.81		1.46
	200			5.91	5.91										

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	5.9107	<	50.00
% QUE PASA LA MALLA N° 4	47.356	>	50.00
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	5.91	<	5.00
	5.00	<	5.91
	5.91	>	12.00

SUELO GRUESO

GRAVAS

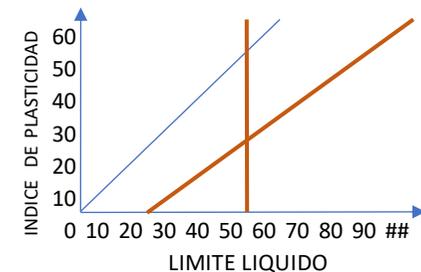
NO

12.00 **SI=GRANULOMETRIA Y LIMITES DE ATTERBERG**

NO

GRAVAS GP GC

Tipo de suelo: Grava mal graduada con Arcilla GP-GC



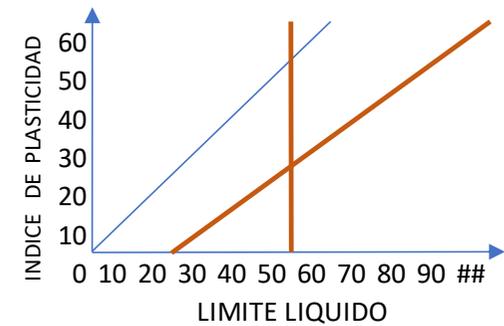
8.- Datos de Calicata
 Analizando a H= 3.20m

CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS															ϕ		C (kg/cm ²)		γ (tn/m ³)		CAPACIDAD PORTANTE		
NUMERO DE MALLA	F	SUCS	% QUE PASA	F'	LL	LP	IP	Cu		Cc													
C3	4	0.19	GW-GM	45.82	8.57	38.00%	7.11%	26.00%	4.86%	12.00%	2.24%	30.59	5.72	3.31	0.62	29.80	5.57	0.0141	0.0026	1.760	0.329		
	200			7.62	1.42																		
C-6'	4	0.32	GW-GM	45.39	14.73	34.37%	11.15%	24.23%	7.86%	10.14%	3.29%	29.05	9.43	2.18	0.71	29.94	9.71	0.0216	0.0070	1.723	0.559		
	200			7.61	2.47																		
C2	4	0.02	GW	40.95	0.74	32.00%	0.58%	23.00%	0.41%	9.00%	0.16%	30.94	0.56	1.60	0.03	30.77	0.55	-	-	1.71	0.031		
	200			4.13	0.07																		
C-11'	4	0.47	GC-GM	19.32	9.09	15%	7.05%	11%	5.04%	4%	2.01%	14.03	6.60	0.80	0.38	28.18	13.26	0.071	0.0336	1.85	0.868		
	200			2.27	1.07																		
C-12'	4			33.12	33.12	26%		18%		8%		90.58	22.31	7.09	1.73	29.67		0.0268		1.76	2.04		
	200			5.04	5.04																		

1. DETERMINANDO EL TIPO DE SUELO DE C-2'

% QUE PASA LA MALLA N° 200	5.036	<	50.00	SUELO GRUESO
% QUE PASA LA MALLA N° 4	33.122	>	50.00	GRAVA
% DE FINOS QUE PASA LA MALLA N° 200	5.04	<	5.00	NO
	5.00	<	5.04	12.00
	5.04	>	12.00	NO

Tipo de suelo: Grava Arcillosa con presencia de Limo GC-GM



ANEXO N°03: CLASIFICACIÓN DE SUELOS – ESTRATO 0.30 M

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA, PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	SUCS
1	8820722.68	363269.026	SP-SM
2	8820652.68	363196.026	CL
3	8820623.68	363249.026	SC
4	8820667.68	363165.026	SP-SC
5	8820621.68	363271.026	GM
6	8820648.68	363255.026	CL-ML
7	8820664.68	363292.026	SC
8	8821376.68	363098.026	CL-ML
9	8821355.68	363098.026	CL
10	8821340.68	363088.026	CL-ML
11	8821304.68	362967.026	CL
12	8821288.68	362959.026	CL
13	8821372.68	363041.026	SC-SM
14	8821359.82	362837.496	SP
15	8821285.57	362794.356	SP
16	8821217.02	362759.336	SP
17	8821132.33	362714.836	SP
18	8821058.44	362656.416	GP
19	8820947.36	362533.526	GP
20	8820887.52	362510.666	GP
21	8820842.68	363307.026	ROCA
22	8820819.68	363043.026	GC
23	8820811.68	363053.026	GC
24	8820803.68	363065.026	GC-GM
25	8821303.68	363289.026	ML
26	8821290.68	363296.026	SM
27	8821281.68	363297.026	SM
28	8820487.68	362825.026	SM
29	8820658.68	362917.026	SP
30	8820717.68	362760.026	SP-SM
31	8820770.68	362499.026	GM
32	8821320.68	363032.026	GC
33	8821407.68	362868.026	GW-GM
34	8820595.68	362877.026	SM
35	8820618.68	362731.026	SC
36	8820624.66	362813.016	SM
37	8820732.68	362704.026	SW
38	8820755.68	362604.026	SM
39	8820690.68	362845.026	SP-SC

40	8820757.68	363063.026	GC-GM
41	8820679.68	363229.026	CL-ML
42	8820717.68	363169.026	CL-ML
43	8820787.68	363144.026	SC-SM
44	8820744.68	362971.026	GP-GM
45	8820779.68	362884.026	SP-SC
46	8820803.68	362795.026	SP-SC
47	8820845.68	362682.026	SM
48	8820861.68	362580.026	SM
49	8820935.68	362513.026	SM
50	8821024.68	362611.026	SC-SM
51	8820946.68	362647.026	SC-SM
52	8820860.68	362924.026	GP-GC
53	8821374.68	362940.026	SM
54	8821329.37	362882.776	SC-SM
55	8821225.68	362991.026	GP-GM
56	8821269.68	362777.026	SM
57	8821074.68	362680.026	SM
58	8820613.68	363265.026	GC-GM
59	8820644.68	363323.026	GW
60	8820605.68	363306.026	SP
61	8820583.68	363327.026	GW
62	8820594.81	363469.056	GP
63	8820526.46	363429.266	GW
64	8820747.86	363348.186	GP
65	8820809.76	363219.246	GP
66	8820886.68	363082.026	GM
67	8820949.73	362976.656	GM
68	8820998.52	362887.376	GM
69	8821046.54	362794.636	GM
70	8821096.68	362699.026	SC-SM
71	8821096.68	362683.026	GC
72	8821276.68	362799.026	SC-SM
73	8821354.68	362698.026	SC-SM
74	8820528.68	362992.026	SM
75	8820906.21	363267.576	GM
76	8820988.87	363309.126	GP
77	8821093.33	363307.006	GP
78	8821062.89	363391.056	ROCA
79	8821230.68	363287.026	GP
80	8821380.05	363260.006	GP
81	8821317.41	363171.136	GP

ANEXO N°03: CLASIFICACIÓN DE SUELOS – ESTRATO 0.50 M

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA, PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	SUCS
1	8820722.68	363269.026	SP-SM
2	8820652.68	363196.026	CL
3	8820623.68	363249.026	SC
4	8820667.68	363165.026	SP-SC
5	8820621.68	363271.026	GM
6	8820648.68	363255.026	CL-ML
7	8820664.68	363292.026	SC
8	8821376.68	363098.026	CL-ML
9	8821355.68	363098.026	CL-ML
10	8821340.68	363088.026	CL-ML
11	8821304.68	362967.026	CL
12	8821288.68	362959.026	CL
13	8821372.68	363041.026	SC-SM
14	8821359.82	362837.496	SP
15	8821285.57	362794.356	SP
16	8821217.02	362759.336	SP
17	8821132.33	362714.836	SP
18	8821058.44	362656.416	GP
19	8820947.36	362533.526	GP
20	8820887.52	362510.666	GP
21	8820842.68	363307.026	ROCA
22	8820819.68	363043.026	PT
23	8820811.68	363053.026	GC
24	8820803.68	363065.026	GC-GM
25	8821303.68	363289.026	ROCA
26	8821290.68	363296.026	ROCA
27	8821281.68	363297.026	GM
28	8820487.68	362825.026	SM
29	8820658.68	362917.026	SP
30	8820717.68	362760.026	SP-SM
31	8820770.68	362499.026	GM
32	8821320.68	363032.026	GC
33	8821407.68	362868.026	GW-GM
34	8820595.68	362877.026	SM
35	8820618.68	362731.026	SC
36	8820624.66	362813.016	SM
37	8820732.68	362704.026	SW
38	8820755.68	362604.026	SM
39	8820690.68	362845.026	SP-SC

40	8820757.68	363063.026	GC-GM
41	8820679.68	363229.026	CL-ML
42	8820717.68	363169.026	CL-ML
43	8820787.68	363144.026	SC-SM
44	8820744.68	362971.026	GP-GM
45	8820779.68	362884.026	SP-SC
46	8820803.68	362795.026	SP-SC
47	8820845.68	362682.026	SM
48	8820861.68	362580.026	SM
49	8820935.68	362513.026	SM
50	8821024.68	362611.026	SC-SM
51	8820946.68	362647.026	SC-SM
52	8820860.68	362924.026	GP-GC
53	8821374.68	362940.026	SM
54	8821329.37	362882.776	SC-SM
55	8821225.68	362991.026	SW-SM
56	8821269.68	362777.026	SM
57	8821074.68	362680.026	SM
58	8820613.68	363265.026	GC-GM
59	8820644.68	363323.026	GW
60	8820605.68	363306.026	SP
61	8820583.68	363327.026	GW
62	8820594.81	363469.056	ROCA
63	8820526.46	363429.266	GW
64	8820747.86	363348.186	GP
65	8820809.76	363219.246	PT
66	8820886.68	363082.026	PT
67	8820949.73	362976.656	PT
68	8820998.52	362887.376	PT
69	8821046.54	362794.636	PT
70	8821096.68	362699.026	SC-SM
71	8821096.68	362683.026	GC
72	8821276.68	362799.026	SC-SM
73	8821354.68	362698.026	SC-SM
74	8821191.68	363213.026	SM
75	8820528.68	362992.026	SM
76	8820906.21	363267.576	PT
77	8820988.87	363309.126	PT
78	8821093.33	363307.006	PT
79	8821062.89	363391.056	ROCA
80	8821230.68	363287.026	PT
81	8821380.05	363260.006	PT
82	8821317.41	363171.136	PT

ANEXO N°03: CLASIFICACIÓN DE SUELOS – ESTRATO 1.00 M

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA, PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	SUCS
1	8820722.68	363269.026	SP-SM
2	8820652.68	363196.026	CL
3	8820623.68	363249.026	SC
4	8820667.68	363165.026	SP-SC
5	8820621.68	363271.026	GM
6	8820648.68	363255.026	CL-ML
7	8820664.68	363292.026	SM
8	8821376.68	363098.026	ROCA
9	8821355.68	363098.026	CL-ML
10	8821340.68	363088.026	CL-ML
11	8821304.68	362967.026	CL
12	8821288.68	362959.026	CL
13	8821372.68	363041.026	SC-SM
14	8821359.82	362837.496	SP
15	8821285.57	362794.356	SP
16	8821217.02	362759.336	SP
17	8821132.33	362714.836	SP
18	8821058.44	362656.416	GP
19	8820947.36	362533.526	GP
20	8820887.52	362510.666	GP
21	8820842.68	363307.026	ROCA
22	8820819.68	363043.026	GC
23	8820811.68	363053.026	GW-GC
24	8820803.68	363065.026	GC-GM
25	8821303.68	363289.026	ROCA
26	8821290.68	363296.026	ROCA
27	8821281.68	363297.026	GM
28	8820487.68	362825.026	SM
29	8820658.68	362917.026	SP
30	8820717.68	362760.026	GP
31	8820770.68	362499.026	GP
32	8821320.68	363032.026	GC
33	8821407.68	362868.026	GW-GM
34	8820595.68	362877.026	SC
35	8820618.68	362731.026	SW-SC
36	8820624.66	362813.016	SW-SC
37	8820732.68	362704.026	GW
38	8820755.68	362604.026	GW
39	8820690.68	362845.026	SW

40	8820757.68	363063.026	GC-GM
41	8820679.68	363229.026	CL-ML
42	8820717.68	363169.026	CL-ML
43	8820787.68	363144.026	SC-SM
44	8820744.68	362971.026	GW-GC
45	8820779.68	362884.026	GW-GC
46	8820803.68	362795.026	GW
47	8820845.68	362682.026	GW
48	8820861.68	362580.026	GW
49	8820935.68	362513.026	GW
50	8821024.68	362611.026	GW
51	8820946.68	362647.026	GW
52	8820860.68	362924.026	GW-GC
53	8821374.68	362940.026	SM
54	8821329.37	362882.776	SW
55	8821225.68	362991.026	SW-SM
56	8821269.68	362777.026	GM
57	8821074.68	362680.026	SM
58	8820613.68	363265.026	GC-GM
59	8820644.68	363323.026	GW
60	8820605.68	363306.026	SP
61	8820583.68	363327.026	GW
62	8820594.81	363469.056	ROCA
63	8820526.46	363429.266	ROCA
64	8820747.86	363348.186	GP
65	8820809.76	363219.246	GP
66	8820886.68	363082.026	GP
67	8820949.73	362976.656	GP
68	8820998.52	362887.376	GP
69	8821046.54	362794.636	GP
70	8821096.68	362699.026	SC-SM
71	8821096.68	362683.026	GC
72	8821276.68	362799.026	SC-SM
73	8821354.68	362698.026	SC-SM
74	8821191.68	363213.026	SM
75	8820528.68	362992.026	SM
76	8820906.21	363267.576	PT
77	8820988.87	363309.126	GM
78	8821093.33	363307.006	GC-GM
79	8821062.89	363391.056	ROCA
80	8821230.68	363287.026	GM
81	8821380.05	363260.006	PT
82	8821317.41	363171.136	GC-GM

ANEXO N°03: CLASIFICACIÓN DE SUELOS – ESTRATO 1.50 M

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA, PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	SUCS
1	8820722.68	363269.026	SP-SM
2	8820652.68	363196.026	SP-SM
3	8820623.68	363249.026	CM
4	8820667.68	363165.026	CL
5	8820621.68	363271.026	GM
6	8820648.68	363255.026	CL
7	8820664.68	363292.026	SM
8	8821376.68	363098.026	ROCA
9	8821355.68	363098.026	ROCA
10	8821340.68	363088.026	ROCA
11	8821304.68	362967.026	CL
12	8821288.68	362959.026	CL
13	8821372.68	363041.026	SC-SM
14	8821359.82	362837.496	SP
15	8821285.57	362794.356	SP
16	8821217.02	362759.336	SP
17	8821132.33	362714.836	SP
18	8821058.44	362656.416	GP
19	8820947.36	362533.526	GP
20	8820887.52	362510.666	GP
21	8820842.68	363307.026	ROCA
22	8820819.68	363043.026	GP-GC
23	8820811.68	363053.026	GW-GC
24	8820803.68	363065.026	GC-GM
25	8821303.68	363289.026	ROCA
26	8821290.68	363296.026	ROCA
27	8821281.68	363297.026	ROCA
28	8820487.68	362825.026	SM
29	8820658.68	362917.026	SP
30	8820717.68	362760.026	GW
31	8820770.68	362499.026	GC
32	8821320.68	363032.026	SW-SM
33	8821407.68	362868.026	GW-GC
34	8820595.68	362877.026	SM
35	8820618.68	362731.026	SC
36	8820624.66	362813.016	SC
37	8820732.68	362704.026	GW
38	8820755.68	362604.026	SC
39	8820690.68	362845.026	SP-SC

40	8820757.68	363063.026	GC-GM
41	8820679.68	363229.026	SC
42	8820717.68	363169.026	SP-SM
43	8820787.68	363144.026	SC-SM
44	8820744.68	362971.026	GP-GC
45	8820779.68	362884.026	GP-GC
46	8820803.68	362795.026	GW
47	8820845.68	362682.026	GC
48	8820861.68	362580.026	SC-SM
49	8820935.68	362513.026	SC-SM
50	8821024.68	362611.026	SC-SM
51	8820946.68	362647.026	SC-SM
52	8820860.68	362924.026	GP-GC
53	8821374.68	362940.026	SC-SM
54	8821329.37	362882.776	SC-SM
55	8821225.68	362991.026	SP-SM
56	8821269.68	362777.026	GM
57	8821074.68	362680.026	ROCA
58	8820613.68	363265.026	GC-GM
59	8820644.68	363323.026	ROCA
60	8820605.68	363306.026	ROCA
61	8820583.68	363327.026	ROCA
62	8820594.81	363469.056	ROCA
63	8820526.46	363429.266	ROCA
64	8820747.86	363348.186	ROCA
65	8820809.76	363219.246	SC-SM
66	8820886.68	363082.026	GC-GM
67	8820949.73	362976.656	GW-GC
68	8820998.52	362887.376	GW-GC
69	8821046.54	362794.636	SW-SM
70	8821096.68	362699.026	SC-SM
71	8821096.68	362683.026	SC-SM
72	8821276.68	362799.026	GM
73	8821354.68	362698.026	SC-SM
74	8821191.68	363213.026	SM
75	8820528.68	362992.026	ROCA
76	8820906.21	363267.576	GP-GM
77	8820988.87	363309.126	GM
78	8821093.33	363307.006	GC-GM
79	8821062.89	363391.056	ROCA
80	8821230.68	363287.026	GM
81	8821380.05	363260.006	ROCA
82	8821317.41	363171.136	GC-GM

ANEXO N°03: CLASIFICACIÓN DE SUELOS – ESTRATO 2.00 M

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN
GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA,
PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	SUCS
1	8820722.68	363269.026	SP-SM
2	8820652.68	363196.026	SP-SM
3	8820623.68	363249.026	CM
4	8820667.68	363165.026	CL
5	8820621.68	363271.026	GM
6	8820648.68	363255.026	CL
7	8820664.68	363292.026	SM
8	8821376.68	363098.026	ROCA
9	8821355.68	363098.026	ROCA
10	8821340.68	363088.026	ROCA
11	8821304.68	362967.026	CL
12	8821288.68	362959.026	CL
13	8821372.68	363041.026	SC-SM
14	8820819.68	363043.026	GP-GC
15	8821303.68	363289.026	ROCA
16	8821290.68	363296.026	ROCA
17	8821281.68	363297.026	ROCA
18	8820487.68	362825.026	SM
19	8820658.68	362917.026	SP
20	8820717.68	362760.026	GW-GM
21	8820770.68	362499.026	SP-SM
22	8821320.68	363032.026	GP-GM
23	8821407.68	362868.026	GW-GC
24	8820595.68	362877.026	SM
25	8820618.68	362731.026	SC
26	8820624.66	362813.016	SC
27	8820732.68	362704.026	GW
28	8820755.68	362604.026	SC
29	8820690.68	362845.026	SP-SC
30	8820757.68	363063.026	GC-GM
31	8820679.68	363229.026	SC
32	8820717.68	363169.026	SP-SM
33	8820787.68	363144.026	SC-SM
34	8820744.68	362971.026	GP-GC
35	8820779.68	362884.026	GP-GC
36	8820803.68	362795.026	GW
37	8820845.68	362682.026	GC

38	8820861.68	362580.026	SC-SM
39	8820935.68	362513.026	SC-SM
40	8821024.68	362611.026	SC-SM
41	8820946.68	362647.026	SC-SM
42	8820860.68	362924.026	GP-GC
43	8821374.68	362940.026	SC-SM
44	8821329.37	362882.776	SC-SM
45	8821225.68	362991.026	SP-SM
46	8821269.68	362777.026	GM
47	8821074.68	362680.026	ROCA
48	8820613.68	363265.026	GC-GM
49	8820644.68	363323.026	ROCA
50	8820605.68	363306.026	ROCA
51	8820583.68	363327.026	ROCA
52	8820594.81	363469.056	ROCA
53	8820526.46	363429.266	ROCA
54	8820747.86	363348.186	ROCA
55	8820809.76	363219.246	SC-SM
56	8820886.68	363082.026	GC-GM
57	8820949.73	362976.656	GW-GC
58	8820998.52	362887.376	GW-GC
59	8821046.54	362794.636	SW-SM
60	8821096.68	362699.026	SC-SM
61	8821096.68	362683.026	SC-SM
62	8821276.68	362799.026	GM
63	8821354.68	362698.026	SC-SM
64	8821191.68	363213.026	SM
65	8820528.68	362992.026	ROCA
66	8820906.21	363267.576	GP-GM
67	8820988.87	363309.126	ROCA
68	8821093.33	363307.006	ROCA
69	8821062.89	363391.056	ROCA
70	8821230.68	363287.026	SM
71	8821380.05	363260.006	ROCA
72	8821317.41	363171.136	SM

ANEXO N°03: CLASIFICACIÓN DE SUELOS – ESTRATO 2.50 M

TÍTULO: “CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN
GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA,
PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019”

CAL	NORTE	ESTE	SUCS
1	8820652.68	363196.026	SP-SM
2	8820623.68	363249.026	GP-GM
3	8820667.68	363165.026	CM
4	8820621.68	363271.026	GP-GM
5	8820648.68	363255.026	SP-SM
6	8820664.68	363292.026	GP-GC
7	8821372.68	363041.026	SC-SM
8	8821376.68	363098.026	ROCA
9	8821355.68	363098.026	ROCA
10	8821340.68	363088.026	ROCA
11	8821303.68	363289.026	ROCA
12	8821290.68	363296.026	ROCA
13	8821281.68	363297.026	ROCA
14	8820487.68	362825.026	SM
15	8820658.68	362917.026	GW
16	8820717.68	362760.026	GW-GM
17	8820770.68	362499.026	SP-SM
18	8821320.68	363032.026	GP-GM
19	8821407.68	362868.026	GW-GC
20	8820595.68	362877.026	GW-GC
21	8820618.68	362731.026	GW-GM
22	8820624.66	362813.016	SW-SM
23	8820732.68	362704.026	GW-GM
24	8820755.68	362604.026	SM
25	8820690.68	362845.026	GW-GM
26	8820757.68	363063.026	GC-GM
27	8820679.68	363229.026	SC
28	8820717.68	363169.026	SP-SM
29	8820787.68	363144.026	SC-SM
30	8820744.68	362971.026	GC-GM
31	8820779.68	362884.026	GC-GM
32	8820803.68	362795.026	GW-GC
33	8820845.68	362682.026	SM
34	8820861.68	362580.026	SC-SM
35	8820935.68	362513.026	SC-SM
36	8821024.68	362611.026	GC-GM
37	8820946.68	362647.026	SC-SM
38	8820860.68	362924.026	GW-GC
39	8821374.68	362940.026	SC-SM
40	8821329.37	362882.776	SC-SM
41	8821225.68	362991.026	SW-SM
42	8821269.68	362777.026	ROCA

43	8820613.68	363265.026	ROCA
44	8820644.68	363323.026	ROCA
45	8820605.68	363306.026	ROCA
46	8820583.68	363327.026	ROCA
47	8820594.81	363469.056	ROCA
48	8820526.46	363429.266	ROCA
49	8820747.86	363348.186	ROCA
50	8820809.76	363219.246	SC-SM
51	8820886.68	363082.026	GC-GM
52	8820949.73	362976.656	GW-GC
53	8820998.52	362887.376	GW-GC
54	8821046.54	362794.636	SW-SM
55	8821096.68	362683.026	SC-SM
56	8821276.68	362799.026	GM
57	8820528.68	362992.026	ROCA
58	8820906.21	363267.576	ROCA
59	8820988.87	363309.126	ROCA
60	8821093.33	363307.006	ROCA
61	8821062.89	363391.056	ROCA
62	8821230.68	363287.026	SM
63	8821380.05	363260.006	ROCA
64	8821317.41	363171.136	SM

ANEXO N°03: CLASIFICACIÓN DE SUELOS – **ESTRATO 3.00 M**

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA, PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	SUCS
1	8820621.68	363271.026	ROCA
2	8820648.68	363255.026	GP
3	8820664.68	363292.026	ROCA
4	8821376.68	363098.026	ROCA
5	8821355.68	363098.026	ROCA
6	8821340.68	363088.026	ROCA
7	8821303.68	363289.026	SM
8	8821290.68	363296.026	SC
9	8821281.68	363297.026	SM
10	8820717.68	362760.026	GW-GM
11	8820770.68	362499.026	SM

12	8821320.68	363032.026	GM
13	8821407.68	362868.026	GW-GC
14	8820595.68	362877.026	GW-GC
15	8820618.68	362731.026	GW-GM
16	8820624.66	362813.016	SW-SM
17	8820732.68	362704.026	GW-GM
18	8820755.68	362604.026	SM
19	8820690.68	362845.026	GW-GM
20	8820744.68	362971.026	GC-GM
21	8820779.68	362884.026	GC-GM
22	8820803.68	362795.026	GW-GC
23	8820845.68	362682.026	SM
24	8820861.68	362580.026	SC-SM
25	8820935.68	362513.026	SC-SM
26	8821024.68	362611.026	GC-GM
27	8820946.68	362647.026	SC-SM
28	8820860.68	362924.026	GW-GC
29	8821374.68	362940.026	SC-SM
30	8821329.37	362882.776	SC-SM
31	8821225.68	362991.026	SW-SM
32	8821269.68	362777.026	ROCA
33	8821074.68	362680.026	ROCA
34	8820613.68	363265.026	ROCA
35	8820644.68	363323.026	ROCA
36	8820605.68	363306.026	ROCA
37	8820583.68	363327.026	ROCA
38	8820594.81	363469.056	ROCA
39	8820526.46	363429.266	ROCA
40	8820747.86	363348.186	ROCA
41	8821096.68	362683.026	SC-SM
42	8820528.68	362992.026	ROCA
43	8820906.21	363267.576	ROCA
44	8820988.87	363309.126	ROCA
45	8821093.33	363307.006	ROCA
46	8821062.89	363391.056	ROCA
47	8821380.05	363260.006	ROCA

ANEXO N°03: CLASIFICACIÓN DE SUELOS – ESTRATO 3.50 M

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN
GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA,
PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	SUCS
1	8820621.68	363271.026	ROCA
2	8820648.68	363255.026	GP
3	8820664.68	363292.026	ROCA
4	8821376.68	363098.026	ROCA
5	8821355.68	363098.026	ROCA
6	8821340.68	363088.026	ROCA
7	8821303.68	363289.026	SM
8	8821290.68	363296.026	SC
9	8821281.68	363297.026	SM
10	8820717.68	362760.026	GW-GM
11	8820770.68	362499.026	SM
12	8821320.68	363032.026	GM
13	8821407.68	362868.026	GW-GC
14	8820595.68	362877.026	GW-GC
15	8820618.68	362731.026	GW-GM
16	8820624.66	362813.016	SW-SM
17	8820732.68	362704.026	GW-GM
18	8820755.68	362604.026	SM
19	8820690.68	362845.026	GW-GM
20	8820744.68	362971.026	GC-GM
21	8820779.68	362884.026	GC-GM
22	8820803.68	362795.026	GW-GC
23	8820845.68	362682.026	SM
24	8820861.68	362580.026	SC-SM
25	8820935.68	362513.026	SC-SM
26	8821024.68	362611.026	GC-GM
27	8820946.68	362647.026	SC-SM
28	8820860.68	362924.026	GW-GC
29	8821374.68	362940.026	SC-SM
30	8821329.37	362882.776	SC-SM
31	8821225.68	362991.026	SW-SM
32	8821269.68	362777.026	ROCA
33	8821074.68	362680.026	ROCA
34	8820613.68	363265.026	ROCA
35	8820644.68	363323.026	ROCA
36	8820605.68	363306.026	ROCA
37	8820583.68	363327.026	ROCA

38	8820594.81	363469.056	ROCA
39	8820526.46	363429.266	ROCA
40	8820747.86	363348.186	ROCA
41	8821096.68	362683.026	SC-SM
42	8820528.68	362992.026	ROCA
43	8820906.21	363267.576	ROCA
44	8820988.87	363309.126	ROCA
45	8821093.33	363307.006	ROCA
46	8821062.89	363391.056	ROCA
47	8821380.05	363260.006	ROCA

ANEXO N°03: CLASIFICACIÓN DE SUELOS – ESTRATO 4.00 M

TÍTULO: “CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA, PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019”

CAL	NORTE	ESTE	SUCS
1	8820621.68	363271.026	ROCA
2	8820648.68	363255.026	GP
3	8820664.68	363292.026	ROCA
4	8821376.68	363098.026	ROCA
5	8821355.68	363098.026	ROCA
6	8821340.68	363088.026	ROCA
4	8821372.68	363041.026	SC-SM
5	8821303.68	363289.026	SM
6	8821290.68	363296.026	SC
7	8821281.68	363297.026	SM
8	8820717.68	362760.026	GW-GM
9	8820770.68	362499.026	SM
10	8821320.68	363032.026	GM
11	8820595.68	362877.026	GW-GC
12	8820618.68	362731.026	GW-GM
13	8820624.66	362813.016	SW-SM
14	8820732.68	362704.026	GW-GM
15	8820755.68	362604.026	SM
16	8820690.68	362845.026	GW-GM
17	8820744.68	362971.026	GC-GM
18	8820779.68	362884.026	GC-GM
19	8820803.68	362795.026	GW-GC
20	8820845.68	362682.026	SM

21	8820861.68	362580.026	SC-SM
22	8820935.68	362513.026	SC-SM
23	8821024.68	362611.026	GC-GM
24	8820946.68	362647.026	SC-SM
25	8820860.68	362924.026	GW-GC
26	8821374.68	362940.026	SC-SM
27	8821329.37	362882.776	SC-SM
28	8821225.68	362991.026	SW-SM
29	8820613.68	363265.026	ROCA
30	8820644.68	363323.026	ROCA
31	8820605.68	363306.026	ROCA
32	8820583.68	363327.026	ROCA
33	8820594.81	363469.056	ROCA
34	8820526.46	363429.266	ROCA
35	8820747.86	363348.186	ROCA
36	8820528.68	362992.026	ROCA
37	8820906.21	363267.576	ROCA
38	8820988.87	363309.126	ROCA
39	8821093.33	363307.006	ROCA
40	8821062.89	363391.056	ROCA
41	8821380.05	363260.006	ROCA

ANEXO N°04: CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS–ESTRATO 0.50 M

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN
GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA,
PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	Qult(kg/cm2)	Qadm(kg/cm2)
1	8820722.68	363269.026	2.58	0.86
2	8820652.68	363196.026	3.25	1.08
3	8820623.68	363249.026	2.61	0.87
4	8820667.68	363165.026	2.67	0.89
5	8820621.68	363271.026	2.19	0.73
6	8820664.68	363292.026	2.01	0.67
7	8821376.68	363098.026	1.77	0.59
8	8821355.68	363098.026	1.29	0.43
9	8821340.68	363088.026	1.26	0.42
10	8821304.68	362967.026	1.38	0.46
11	8821288.68	362959.026	1.53	0.51
12	8821372.68	363041.026	3.32	1.11
13	8820842.68	363307.026	7.68	2.56
14	8820819.68	363043.026	3.72	1.24
15	8820811.68	363053.026	3.82	1.27
16	8820803.68	363065.026	3.62	1.21
17	8821303.68	363289.026	1.47	0.49
18	8821290.68	363296.026	1.39	0.46
19	8821281.68	363297.026	2.73	0.91
20	8820487.68	362825.026	3.03	1.01
21	8820658.68	362917.026	1.39	0.46
22	8820717.68	362760.026	1.28	0.43
23	8820770.68	362499.026	4.31	1.44
24	8821320.68	363032.026	1.61	0.54
25	8821407.68	362868.026	1.39	0.46
26	8820595.68	362877.026	2.07	0.69
27	8820618.68	362731.026	1.83	0.61
28	8820624.68	362813.026	1.71	0.57
29	8820732.68	362704.026	2.52	0.84
30	8820755.68	362604.026	3.3	1.1
31	8820690.68	362845.026	1.65	0.55
32	8820757.68	363063.026	5.31	1.77
33	8820679.68	363229.026	0.81	0.27
34	8820717.68	363169.026	0.69	0.23
35	8820787.68	363144.026	3.45	1.15
36	8820744.68	362971.026	3.63	1.21
37	8820779.68	362884.026	1.83	0.61

38	8820803.68	362795.026	1.53	0.51
39	8820845.68	362682.026	2.67	0.89
40	8820861.68	362580.026	3.45	1.15
41	8820935.68	362513.026	3.9	1.3
42	8821024.68	362611.026	2.67	0.89
43	8820946.68	362647.026	2.94	0.98
44	8820860.68	362924.026	3.51	1.17
45	8821374.68	362940.026	2.58	0.86
46	8821329.38	362882.826	2.76	0.92
47	8821225.68	362991.026	3	1
48	8821269.68	362777.026	1.57	0.52
49	8821074.68	362680.026	1.25	0.42
50	8820613.68	363265.026	2.26	0.75
51	8821279.68	363114.026	2.94	0.98
52	8820644.68	363323.026	1.91	0.64
53	8820605.68	363306.026	2.96	0.99
54	8820583.68	363327.026	2.62	0.87
55	8820594.78	363469.026	4.28	1.43
56	8820526.48	363429.226	2.68	0.89
57	8820747.88	363348.226	4.06	1.35
58	8820809.78	363219.226	2.84	0.95
59	8820886.68	363082.026	2.85	0.95
60	8820949.78	362976.626	2.69	0.9
61	8820998.48	362887.426	2.71	0.9
62	8821046.58	362794.626	2.62	0.87
63	8821096.68	362699.026	1.47	0.49
64	8821096.68	362683.026	2.23	0.74
65	8821276.68	362799.026	1.91	0.64
66	8821354.68	362698.026	1.36	0.45
67	8821191.68	363213.026	1.26	0.42
68	8820528.68	362992.026	2.38	0.79
69	8820906.18	363267.626	3.23	1.08
70	8820988.88	363309.126	3.26	1.09
71	8821093.38	363307.026	3.34	1.11
72	8821062.88	363391.026	30	10
73	8821230.68	363287.026	2.53	0.84
74	8821380.08	363260.026	2.81	0.94
75	8821317.38	363171.126	2.89	0.96

ANEXO N°04: CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS–ESTRATO 1.00 M

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN
GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA,
PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	Qult(kg/cm2)	Qadm(kg/cm2)
1	8820722.68	363269.026	3.24	1.08
2	8820652.68	363196.026	3.315	1.105
3	8820623.68	363249.026	3.768	1.256
4	8820667.68	363165.026	3.315	1.105
5	8820621.68	363271.026	5.508	1.836
6	8820648.68	363255.026	1.254	0.418
7	8820664.68	363292.026	3.6	1.2
8	8821376.68	363098.026	2.874	0.958
9	8821355.68	363098.026	2.22	0.74
10	8821340.68	363088.026	2.247	0.749
11	8821304.68	362967.026	2.946	0.982
12	8821288.68	362959.026	2.523	0.841
13	8821372.68	363041.026	4.572	1.524
14	8820842.68	363307.026	19.62	6.54
15	8820819.68	363043.026	3.813	1.271
16	8820811.68	363053.026	4.572	1.524
17	8820803.68	363065.026	4.65	1.55
18	8821303.68	363289.026	3.108	1.036
19	8821290.68	363296.026	2.739	0.913
20	8821281.68	363297.026	2.826	0.942
21	8820487.68	362825.026	3.444	1.148
22	8820658.68	362917.026	2.022	0.674
23	8820717.68	362760.026	1.638	0.546
24	8820770.68	362499.026	5.226	1.742
25	8821320.68	363032.026	3.162	1.054
26	8821407.68	362868.026	2.577	0.859
27	8820595.68	362877.026	2.676	0.892
28	8820618.68	362731.026	2.286	0.762
29	8820624.66	362813.016	2.229	0.743
30	8820732.68	362704.026	3.096	1.032
31	8820755.68	362604.026	3.555	1.185
32	8820690.68	362845.026	2.172	0.724
33	8820757.68	363063.026	5.946	1.982
34	8820679.68	363229.026	1.329	0.443
35	8820717.68	363169.026	1.245	0.415
36	8820787.68	363144.026	3.45	1.15
37	8820744.68	362971.026	3.759	1.253

38	8820779.68	362884.026	2.262	0.754
39	8820803.68	362795.026	2.055	0.685
40	8820845.68	362682.026	2.958	0.986
41	8820861.68	362580.026	3.867	1.289
42	8820935.68	362513.026	4.185	1.395
43	8821024.68	362611.026	2.958	0.986
44	8820946.68	362647.026	3.327	1.109
45	8820860.68	362924.026	3.861	1.287
46	8821374.68	362940.026	2.904	0.968
47	8821329.37	362882.776	2.958	0.986
48	8821225.68	362991.026	3.252	1.084
49	8821269.68	362777.026	1.281	0.427
50	8821074.68	362680.026	3.351	1.117
51	8820613.68	363265.026	4.062	1.354
52	8821279.68	363114.026	3.324	1.108
53	8820644.68	363323.026	4.152	1.384
54	8820605.68	363306.026	3.567	1.189
55	8820583.68	363327.026	3.489	1.163
56	8820594.81	363469.056	5.256	1.752
57	8820526.46	363429.266	4.962	1.654
58	8820747.86	363348.186	3.744	1.248
59	8820809.76	363219.246	3.396	1.132
60	8820886.68	363082.026	3.705	1.235
61	8820949.73	362976.656	3.324	1.108
62	8820998.52	362887.376	3.333	1.111
63	8821046.54	362794.636	2.601	0.867
64	8821096.68	362699.026	1.971	0.657
65	8821096.68	362683.026	3.456	1.152
66	8821276.68	362799.026	3.324	1.108
67	8821354.68	362698.026	2.904	0.968
68	8821191.68	363213.026	3.372	1.124
69	8820528.68	362992.026	3.288	1.096
70	8820906.21	363267.576	3.858	1.286
71	8820988.87	363309.126	3.729	1.243
72	8821093.33	363307.006	3.981	1.327
73	8821062.89	363391.056	30	10
74	8821230.68	363287.026	3.255	1.085
75	8821380.05	363260.006	7.05	2.35
76	8821317.41	363171.136	3.351	1.117

ANEXO N°04: CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS–ESTRATO 1.50 M

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN
GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA,
PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	Qult(kg/cm2)	Qadm(kg/cm2)
1	8820722.68	363269.026	3.33	1.11
2	8820652.68	363196.026	5.4	1.8
3	8820623.68	363249.026	5.175	1.725
4	8820667.68	363165.026	4.269	1.423
5	8820621.68	363271.026	6.444	2.148
6	8820648.68	363255.026	1.749	0.583
7	8820664.68	363292.026	5.067	1.689
8	8821376.68	363098.026	3.975	1.325
9	8821355.68	363098.026	30	10
10	8821340.68	363088.026	30	10
11	8821304.68	362967.026	3.45	1.15
12	8821288.68	362959.026	3.51	1.17
13	8821372.68	363041.026	4.47	1.49
14	8820842.68	363307.026	30	10
15	8820819.68	363043.026	4.536	1.512
16	8820811.68	363053.026	4.659	1.553
17	8820803.68	363065.026	4.65	1.55
18	8821303.68	363289.026	30	10
19	8821290.68	363296.026	3.3249	1.1083
20	8821281.68	363297.026	3.525	1.175
21	8820487.68	362825.026	3.654	1.218
22	8820658.68	362917.026	2.256	0.752
23	8820717.68	362760.026	2.139	0.713
24	8820770.68	362499.026	5.775	1.925
25	8821320.68	363032.026	4.269	1.423
26	8821407.68	362868.026	3.336	1.112
27	8820595.68	362877.026	3.327	1.109
28	8820618.68	362731.026	2.955	0.985
29	8820624.66	362813.016	2.679	0.893
30	8820732.68	362704.026	3.768	1.256
31	8820755.68	362604.026	4.356	1.452
32	8820690.68	362845.026	2.679	0.893
33	8820757.68	363063.026	6.945	2.315
34	8820679.68	363229.026	2.175	0.725
35	8820717.68	363169.026	2.025	0.675
36	8820787.68	363144.026	4.656	1.552
37	8820744.68	362971.026	5.085	1.695

38	8820779.68	362884.026	2.952	0.984
39	8820803.68	362795.026	2.502	0.834
40	8820845.68	362682.026	3.711	1.237
41	8820861.68	362580.026	4.404	1.468
42	8820935.68	362513.026	4.914	1.638
43	8821024.68	362611.026	4.041	1.347
44	8820946.68	362647.026	4.173	1.391
45	8820860.68	362924.026	4.569	1.523
46	8821374.68	362940.026	3.438	1.146
47	8821329.37	362882.776	3.546	1.182
48	8821225.68	362991.026	3.642	1.214
49	8821269.68	362777.026	1.752	0.584
50	8821074.68	362680.026	3.462	1.154
51	8820613.68	363265.026	6.555	2.185
52	8821279.68	363114.026	3.651	1.217
53	8820644.68	363323.026	30	10
54	8820605.68	363306.026	4.35	1.45
55	8820583.68	363327.026	30	10
56	8820594.81	363469.056	30	10
57	8820526.46	363429.266	30	10
58	8820747.86	363348.186	3.975	1.325
59	8820809.76	363219.246	3.795	1.265
60	8820886.68	363082.026	4.263	1.421
61	8820949.73	362976.656	3.744	1.248
62	8820998.52	362887.376	3.804	1.268
63	8821046.54	362794.636	3.102	1.034
64	8821096.68	362699.026	2.802	0.934
65	8821096.68	362683.026	3.882	1.294
66	8821276.68	362799.026	3.855	1.285
67	8821354.68	362698.026	3.327	1.109
68	8821191.68	363213.026	3.546	1.182
69	8820528.68	362992.026	30	10
70	8820906.21	363267.576	3.963	1.321
71	8820988.87	363309.126	3.762	1.254
72	8821093.33	363307.006	4.767	1.589
73	8821062.89	363391.056	30	10
74	8821230.68	363287.026	3.342	1.114
75	8821380.05	363260.006	30	10
76	8821317.41	363171.136	3.504	1.168

ANEXO N°04: CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS–ESTRATO 2.00 M

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN
GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA,
PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	Qult(kg/cm2)	Qadm(kg/cm2)
1	8820722.68	363269.026	4.23	1.41
2	8820652.68	363196.026	5.946	1.982
3	8820623.68	363249.026	5.958	1.986
4	8820667.68	363165.026	4.896	1.632
5	8820621.68	363271.026	9.27	3.09
6	8820648.68	363255.026	2.025	0.675
7	8820664.68	363292.026	6.975	2.325
8	8821376.68	363098.026	30	10
9	8821355.68	363098.026	30	10
10	8821340.68	363088.026	30	10
11	8821304.68	362967.026	4.026	1.342
12	8821288.68	362959.026	3.855	1.285
13	8821372.68	363041.026	4.539	1.513
14	8820842.68	363307.026	30	10
15	8820819.68	363043.026	4.623	1.541
16	8820811.68	363053.026	4.926	1.642
17	8820803.68	363065.026	4.914	1.638
18	8821303.68	363289.026	4.356	1.452
19	8821290.68	363296.026	2.976	0.992
20	8821281.68	363297.026	3.702	1.234
21	8820487.68	362825.026	4.149	1.383
22	8820658.68	362917.026	2.922	0.974
23	8820717.68	362760.026	3.045	1.015
24	8820770.68	362499.026	6.255	2.085
25	8821320.68	363032.026	4.704	1.568
26	8821407.68	362868.026	3.288	1.096
27	8820595.68	362877.026	3.384	1.128
28	8820618.68	362731.026	3.135	1.045
29	8820624.66	362813.016	3.045	1.015
30	8820732.68	362704.026	3.579	1.193
31	8820755.68	362604.026	4.716	1.572
32	8820690.68	362845.026	3.075	1.025
33	8820757.68	363063.026	6.741	2.247
34	8820679.68	363229.026	2.445	0.815
35	8820717.68	363169.026	2.439	0.813
36	8820787.68	363144.026	5.136	1.712
37	8820744.68	362971.026	5.259	1.753

38	8820779.68	362884.026	3.327	1.109
39	8820803.68	362795.026	2.862	0.954
40	8820845.68	362682.026	3.771	1.257
41	8820861.68	362580.026	4.854	1.618
42	8820935.68	362513.026	5.346	1.782
43	8821024.68	362611.026	4.155	1.385
44	8820946.68	362647.026	4.239	1.413
45	8820860.68	362924.026	5.139	1.713
46	8821374.68	362940.026	3.546	1.182
47	8821329.37	362882.776	3.885	1.295
48	8821225.68	362991.026	3.981	1.327
49	8821269.68	362777.026	2.469	0.823
50	8821074.68	362680.026	30	10
51	8820613.68	363265.026	7.95	2.65
52	8821279.68	363114.026	4.062	1.354
53	8820644.68	363323.026	30	10
54	8820605.68	363306.026	30	10
55	8820583.68	363327.026	30	10
56	8820594.81	363469.056	30	10
57	8820526.46	363429.266	30	10
58	8820747.86	363348.186	30	10
59	8820809.76	363219.246	4.194	1.398
60	8820886.68	363082.026	4.761	1.587
61	8820949.73	362976.656	4.314	1.438
62	8820998.52	362887.376	4.224	1.408
63	8821046.54	362794.636	3.468	1.156
64	8821096.68	362699.026	3.735	1.245
65	8821096.68	362683.026	3.942	1.314
66	8821276.68	362799.026	3.942	1.314
67	8821354.68	362698.026	4.038	1.346
68	8821191.68	363213.026	4.125	1.375
69	8820528.68	362992.026	30	10
70	8820906.21	363267.576	4.122	1.374
71	8820988.87	363309.126	30	10
72	8821093.33	363307.006	30	10
73	8821062.89	363391.056	30	10
74	8821230.68	363287.026	4.155	1.385
75	8821380.05	363260.006	30	10
76	8821317.41	363171.136	3.975	1.325

ANEXO N°04: CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS–ESTRATO 2.50 M

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN
GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA,
PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	Qult(kg/cm2)	Qadm(kg/cm2)
1	8820722.68	363269.026	5.1	1.7
2	8820652.68	363196.026	6.915	2.305
3	8820623.68	363249.026	6.276	2.092
4	8820667.68	363165.026	6.405	2.135
5	8820621.68	363271.026	11.55	3.85
6	8820648.68	363255.026	6.576	2.192
7	8820664.68	363292.026	8.235	2.745
8	8821376.68	363098.026	30	10
9	8821355.68	363098.026	30	10
10	8821340.68	363088.026	30	10
11	8821304.68	362967.026	5.67	1.89
12	8821288.68	362959.026	5.85	1.95
13	8821372.68	363041.026	4.485	1.495
14	8820842.68	363307.026	30	10
15	8820819.68	363043.026	5.046	1.682
16	8820811.68	363053.026	5.175	1.725
17	8820803.68	363065.026	7.026	2.342
18	8821303.68	363289.026	4.581	1.527
19	8821290.68	363296.026	3.5355	1.1785
20	8821281.68	363297.026	3.456	1.152
21	8820487.68	362825.026	4.446	1.482
22	8820658.68	362917.026	3.426	1.142
23	8820717.68	362760.026	3.339	1.113
24	8820770.68	362499.026	6.459	2.153
25	8821320.68	363032.026	5.385	1.795
26	8821407.68	362868.026	3.465	1.155
27	8820595.68	362877.026	3.636	1.212
28	8820618.68	362731.026	3.456	1.152
29	8820624.66	362813.016	3.336	1.112
30	8820732.68	362704.026	4.263	1.421
31	8820755.68	362604.026	5.196	1.732
32	8820690.68	362845.026	3.396	1.132
33	8820757.68	363063.026	7.563	2.521
34	8820679.68	363229.026	3.33	1.11
35	8820717.68	363169.026	3.372	1.124
36	8820787.68	363144.026	5.349	1.783
37	8820744.68	362971.026	5.91	1.97

38	8820779.68	362884.026	3.735	1.245
39	8820803.68	362795.026	3.456	1.152
40	8820845.68	362682.026	4.269	1.423
41	8820861.68	362580.026	5.175	1.725
42	8820935.68	362513.026	5.556	1.852
43	8821024.68	362611.026	4.395	1.465
44	8820946.68	362647.026	4.719	1.573
45	8820860.68	362924.026	5.463	1.821
46	8821374.68	362940.026	3.789	1.263
47	8821329.37	362882.776	4.125	1.375
48	8821225.68	362991.026	4.278	1.426
49	8821269.68	362777.026	3.735	1.245
50	8821074.68	362680.026	30	10
51	8820613.68	363265.026	30	10
52	8821279.68	363114.026	4.275	1.425
53	8820644.68	363323.026	30	10
54	8820605.68	363306.026	30	10
55	8820583.68	363327.026	30	10
56	8820594.81	363469.056	30	10
57	8820526.46	363429.266	30	10
58	8820747.86	363348.186	30	10
59	8820809.76	363219.246	4.974	1.658
60	8820886.68	363082.026	4.581	1.527
61	8820949.73	362976.656	4.155	1.385
62	8820998.52	362887.376	4.446	1.482
63	8821046.54	362794.636	3.855	1.285
64	8821096.68	362699.026	4.185	1.395
65	8821096.68	362683.026	3.975	1.325
66	8821276.68	362799.026	4.875	1.625
67	8821354.68	362698.026	4.578	1.526
68	8821191.68	363213.026	4.722	1.574
69	8820528.68	362992.026	30	10
70	8820906.21	363267.576	30	10
71	8820988.87	363309.126	30	10
72	8821093.33	363307.006	30	10
73	8821062.89	363391.056	30	10
74	8821230.68	363287.026	4.275	1.425
75	8821380.05	363260.006	30	10
76	8821317.41	363171.136	4.578	1.526

ANEXO N°04: CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS–ESTRATO 3.00 M

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN
GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA,
PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	Qult(kg/cm2)	Qadm(kg/cm2)
1	8820722.68	363269.026	5.628	1.876
2	8820652.68	363196.026	7.59	2.53
3	8820623.68	363249.026	6.48	2.16
4	8820667.68	363165.026	6.51	2.17
5	8820621.68	363271.026	30	10
6	8820648.68	363255.026	7.74	2.58
7	8820664.68	363292.026	30	10
8	8821376.68	363098.026	30	10
9	8821355.68	363098.026	30	10
10	8821340.68	363088.026	30	10
11	8821304.68	362967.026	6.45	2.15
12	8821288.68	362959.026	6.954	2.318
13	8821372.68	363041.026	4.56	1.52
14	8820842.68	363307.026	30	10
15	8820819.68	363043.026	5.556	1.852
16	8820811.68	363053.026	5.586	1.862
17	8820803.68	363065.026	7.689	2.563
18	8821303.68	363289.026	4.542	1.514
19	8821290.68	363296.026	3.375	1.125
20	8821281.68	363297.026	4.794	1.598
21	8820487.68	362825.026	5.256	1.752
22	8820658.68	362917.026	3.534	1.178
23	8820717.68	362760.026	3.474	1.158
24	8820770.68	362499.026	6.651	2.217
25	8821320.68	363032.026	5.295	1.765
26	8821407.68	362868.026	3.486	1.162
27	8820595.68	362877.026	4.071	1.357
28	8820618.68	362731.026	3.744	1.248
29	8820624.66	362813.016	3.75	1.25
30	8820732.68	362704.026	5.25	1.75
31	8820755.68	362604.026	3.3	1.1
32	8820690.68	362845.026	3.744	1.248
33	8820757.68	363063.026	8.055	2.685
34	8820679.68	363229.026	3.855	1.285
35	8820717.68	363169.026	3.975	1.325
36	8820787.68	363144.026	5.586	1.862
37	8820744.68	362971.026	5.895	1.965

38	8820779.68	362884.026	3.915	1.305
39	8820803.68	362795.026	3.594	1.198
40	8820845.68	362682.026	4.581	1.527
41	8820861.68	362580.026	5.562	1.854
42	8820935.68	362513.026	5.568	1.856
43	8821024.68	362611.026	4.446	1.482
44	8820946.68	362647.026	4.488	1.496
45	8820860.68	362924.026	5.289	1.763
46	8821374.68	362940.026	3.771	1.257
47	8821329.37	362882.776	4.125	1.375
48	8821225.68	362991.026	4.236	1.412
49	8821269.68	362777.026	4.191	1.397
50	8821074.68	362680.026	6.549	2.183
51	8820613.68	363265.026	30	10
52	8821279.68	363114.026	4.167	1.389
53	8820644.68	363323.026	30	10
54	8820605.68	363306.026	30	10
55	8820583.68	363327.026	30	10
56	8820594.81	363469.056	30	10
57	8820526.46	363429.266	30	10
58	8820747.86	363348.186	30	10
59	8820809.76	363219.246	7.962	2.654
60	8820886.68	363082.026	5.556	1.852
61	8820949.73	362976.656	5.589	1.863
62	8820998.52	362887.376	5.058	1.686
63	8821046.54	362794.636	4.455	1.485
64	8821096.68	362699.026	5.022	1.674
65	8821096.68	362683.026	3.888	1.296
66	8821276.68	362799.026	5.205	1.735
67	8821354.68	362698.026	5.289	1.763
68	8821191.68	363213.026	5.535	1.845
69	8820528.68	362992.026	30	10
70	8820906.21	363267.576	30	10
71	8820988.87	363309.126	30	10
72	8821093.33	363307.006	30	10
73	8821062.89	363391.056	30	10
74	8821230.68	363287.026	5.163	1.721
75	8821380.05	363260.006	30	10
76	8821317.41	363171.136	4.758	1.586

ANEXO N°04: CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS–ESTRATO 3.50 M

TÍTULO: "CARACTERIZACIÓN DEL SUELO CON FINES DE ZONIFICACIÓN
GEOTECNICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN PAMPA, DISTRITO DE YANACANCHA,
PROVINCIA DE PASCO, REGION PASCO - 2019"

CAL	NORTE	ESTE	Qult(kg/cm2)	Qadm(kg/cm2)
1	8820722.68	363269.026	7.095	2.365
2	8820652.68	363196.026	8.055	2.685
3	8820623.68	363249.026	7.155	2.385
4	8820667.68	363165.026	7.041	2.347
5	8820621.68	363271.026	30	10
6	8820648.68	363255.026	8.052	2.684
7	8820664.68	363292.026	30	10
8	8821376.68	363098.026	30	10
9	8821355.68	363098.026	30	10
10	8821340.68	363088.026	30	10
11	8821304.68	362967.026	7.152	2.384
12	8821288.68	362959.026	6.822	2.274
13	8821372.68	363041.026	5.055	1.685
14	8820842.68	363307.026	30	10
15	8820819.68	363043.026	5.802	1.934
16	8820811.68	363053.026	5.916	1.972
17	8820803.68	363065.026	6.456	2.152
18	8821303.68	363289.026	4.908	1.636
19	8821290.68	363296.026	3.684	1.228
20	8821281.68	363297.026	4.458	1.486
21	8820487.68	362825.026	6.426	2.142
22	8820658.68	362917.026	4.404	1.468
23	8820717.68	362760.026	7.056	2.352
24	8820770.68	362499.026	7.044	2.348
25	8821320.68	363032.026	5.562	1.854
26	8821407.68	362868.026	3.768	1.256
27	8820595.68	362877.026	4.689	1.563
28	8820618.68	362731.026	4.155	1.385
29	8820624.66	362813.016	4.044	1.348
30	8820732.68	362704.026	5.061	1.687
31	8820755.68	362604.026	5.922	1.974
32	8820690.68	362845.026	4.068	1.356
33	8820757.68	363063.026	8.568	2.856
34	8820679.68	363229.026	5.601	1.867
35	8820717.68	363169.026	5.739	1.913
36	8820787.68	363144.026	7.389	2.463
37	8820744.68	362971.026	7.158	2.386

38	8820779.68	362884.026	4.689	1.563
39	8820803.68	362795.026	4.434	1.478
40	8820845.68	362682.026	5.163	1.721
41	8820861.68	362580.026	5.925	1.975
42	8820935.68	362513.026	7.05	2.35
43	8821024.68	362611.026	5.529	1.843
44	8820946.68	362647.026	5.436	1.812
45	8820860.68	362924.026	6.861	2.287
46	8821374.68	362940.026	4.551	1.517
47	8821329.37	362882.776	5.013	1.671
48	8821225.68	362991.026	5.169	1.723
49	8821269.68	362777.026	30	10
50	8821074.68	362680.026	30	10
51	8820613.68	363265.026	30	10
52	8821279.68	363114.026	4.956	1.652
53	8820644.68	363323.026	30	10
54	8820605.68	363306.026	30	10
55	8820583.68	363327.026	30	10
56	8820594.81	363469.056	30	10
57	8820526.46	363429.266	30	10
58	8820747.86	363348.186	30	10
59	8820809.76	363219.246	6.729	2.243
60	8820886.68	363082.026	7.095	2.365
61	8820949.73	362976.656	7.062	2.354
62	8820998.52	362887.376	7.359	2.453
63	8821046.54	362794.636	6.942	2.314
64	8821096.68	362699.026	7.368	2.456
65	8821096.68	362683.026	4.746	1.582
66	8821276.68	362799.026	5.895	1.965
67	8821354.68	362698.026	7.626	2.542
68	8821191.68	363213.026	7.446	2.482
69	8820528.68	362992.026	30	10
70	8820906.21	363267.576	30	10
71	8820988.87	363309.126	30	10
72	8821093.33	363307.006	30	10
73	8821062.89	363391.056	30	10
74	8821230.68	363287.026	6.825	2.275
75	8821380.05	363260.006	30	10
76	8821317.41	363171.136	6.729	2.243