

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA

(Creada por Ley N° 25265)

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - HUANCAMELICA



TESIS

**ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA
DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO, DEL DISTRITO DE
HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GEOTECNIA

PRESENTADO POR:

Bach. HUAYRA CANALES, LUCIA

Bach. PAITAN CCANTO, CINTHIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAMELICA - PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 18 días del mes de diciembre del año 2019, a horas 12:00 m., se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los docentes: **M.Sc. Marco Antonio LÓPEZ BARRANTES (PRESIDENTE)**, **Arq. Abdón Dante OLIVERA QUINTANILLA (SECRETARIO)**, **M.Sc. Hugo Rubén LUJAN JERI (VOCAL)**, designados con Resolución de Consejo de Facultad N° 583-2017-FCI-UNH, de fecha 20 de diciembre del 2017, a fin de proceder con la sustentación y calificación de la tesis titulada: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAVELICA PROVINCIA DE HUANCAVELICA", presentada por las Bachilleres **Lucia HUAYRA CANALES** y **Cinthia PAITAN CCANTO**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Civil**; en presencia del **Ing. Carlos GASPAR PACO** como Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizada la evaluación a horas **1:15 p.m.** se invitó a las sustentantes y al público presente abandonar el recinto para luego pasar a la deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

Lucia HUAYRA CANALES

APROBADO POR **..UNANIMIDAD.....**

DESAPROBADO

Cinthia PAITAN CCANTO

APROBADO POR **..UNANIMIDAD.....**

DESAPROBADO

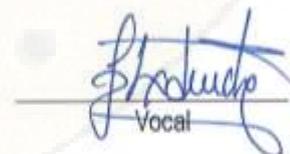
En señal de conformidad, firmamos a continuación:



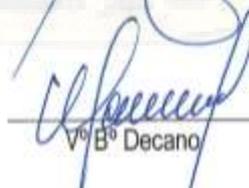
Presidente



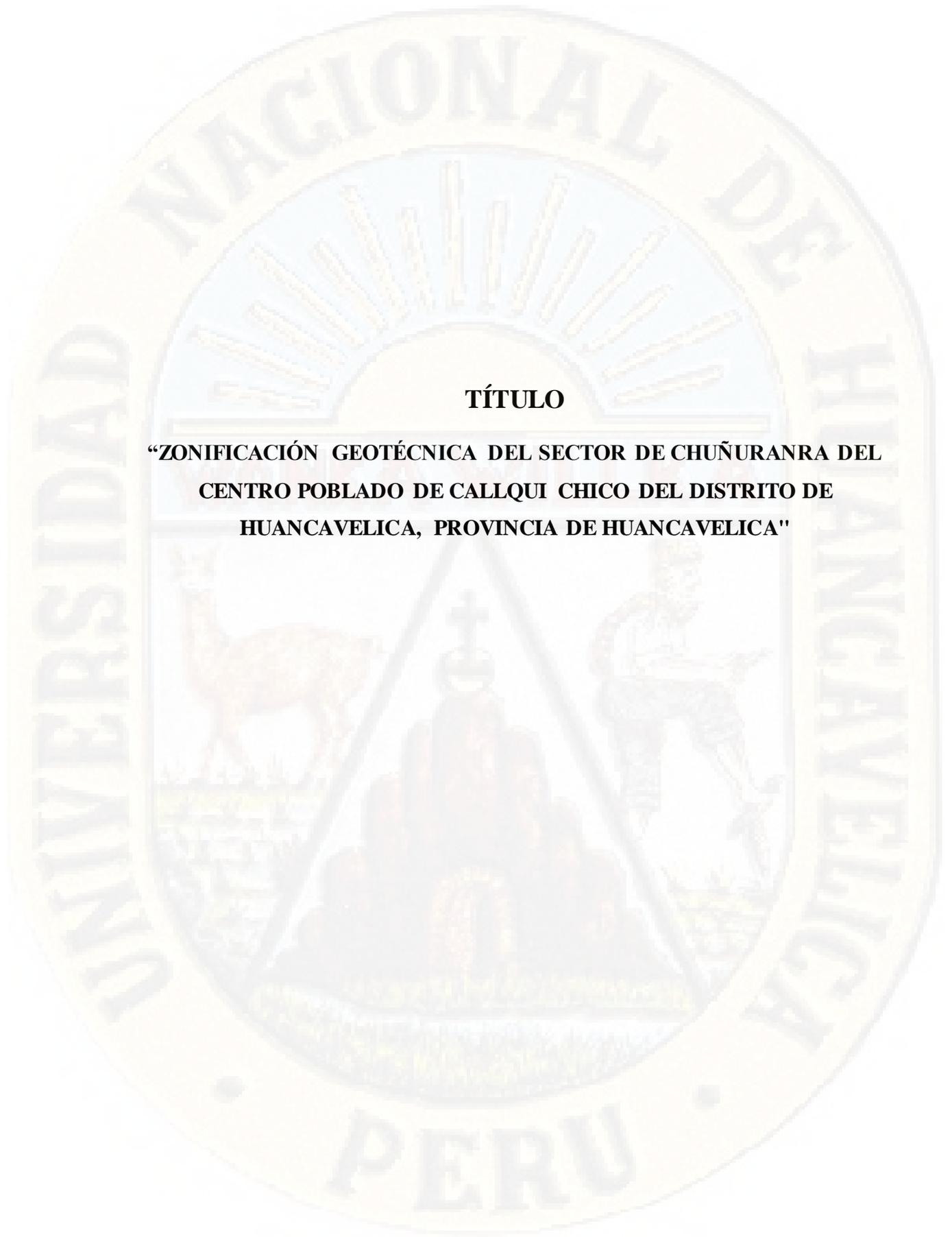
Secretario



Vocal

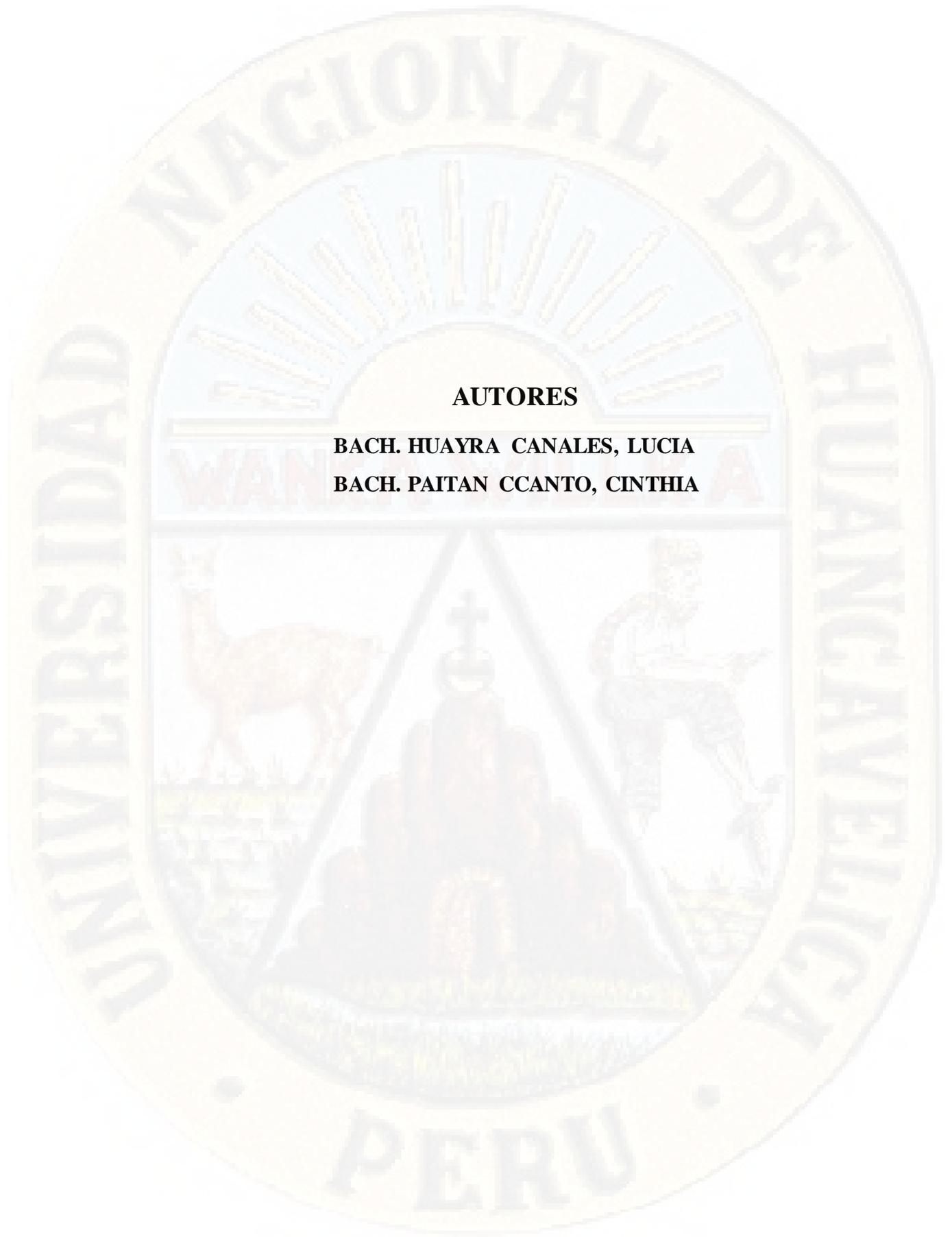


Vº Bº Decano



TÍTULO

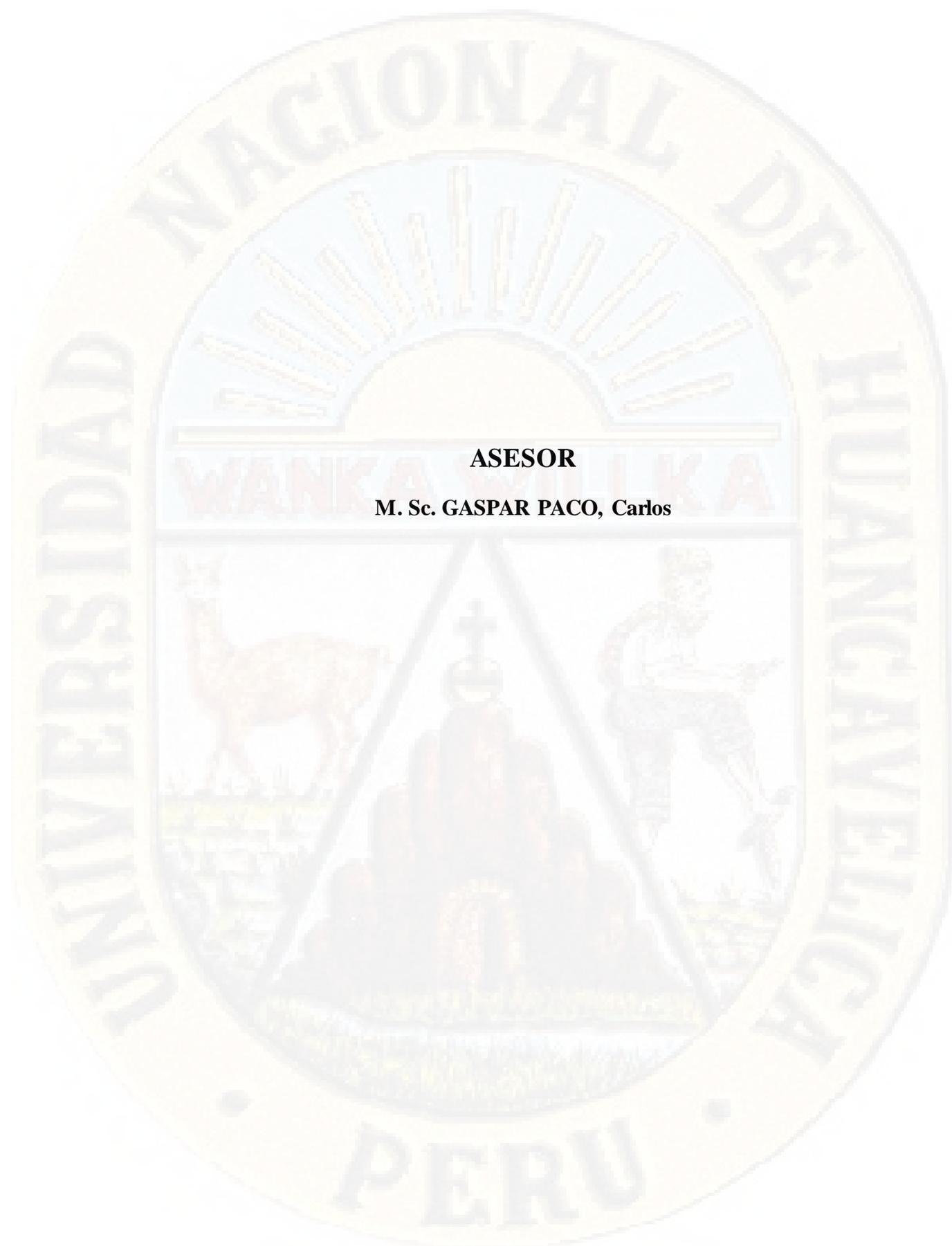
**“ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL
CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE
HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA”**



AUTORES

BACH. HUAYRA CANALES, LUCIA

BACH. PAITAN CCANTO, CINTHIA



ASESOR

M. Sc. GASPAR PACO, Carlos

DEDICATORIA

A Dios por guiarme en el camino correcto.

A mi madre Casimira Canales, y a mi padre Julián Huayra, por su confianza y apoyo incondicional en cada momento de mi vida.

A mis hermanos por el apoyo moral que me brindaron durante todo este tiempo.

Lucia, Huayra Canales

A Dios por darme fortaleza, paciencia y guiarme por el buen camino para seguir adelante.

A mis queridos padres, por brindarme su apoyo incondicional, quienes han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores durante mi formación profesional.

Cinthia, Paitan Ccanto.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser nuestro guía y compañía en cada momento a lo largo de nuestra carrera, por ser nuestra fortaleza en nuestros momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizaje.

A nuestros Padres y hermanos por brindarnos su apoyo incondicional durante el desarrollo de nuestra vida profesional.

A la Universidad Nacional de Huancavelica que nos ha acogido durante todos los años de nuestra formación académica profesional, llevándonos una experiencia tan maravillosa e inolvidable.

Al Ing. Carlos Gaspar Paco, asesor de nuestra investigación, por su apoyo y orientación durante la elaboración de la presente Tesis.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por facilitarnos las instalaciones del laboratorio de Geotecnia para poder realizar los ensayos necesarios para la ejecución de nuestro proyecto de investigación.

Finalmente a todos los Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, por brindarnos los conocimientos y enseñanzas durante nuestra formación académica.

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO	III
AUTORES	IV
ASESOR	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTOS	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	XIII
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
CAPÍTULO I: PROBLEMA.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	1
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	2
1.3 OBJETIVOS	2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.4. JUSTIFICACIÓN	3
1.5. LIMITACIONES	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 ANTECEDENTES	4
2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL	4
2.1.2 A NIVEL NACIONAL	8
2.2 BASES TEÓRICAS	11
2.2.1 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA	11

2.2.2 EL SUELO DE FUNDACIÓN	14
2.2.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO	15
a) Contenido de humedad.....	15
b) Límites de Atterberg	16
c) Análisis granulométrico	21
2.2.2.2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS	23
2.2.3 ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA	27
2.2.4 CIMENTACIONES	32
2.2.5 CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS	33
2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	42
2.5 HIPÓTESIS	44
2.5.1 HIPÓTESIS GENERAL	44
2.6 VARIABLES DE ESTUDIO.....	44
2.6.1 VARIABLE 1	44
2.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	45
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.1 ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL	47
3.1.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	47
3.1.2 POBLACIÓN	48
3.1.3 CLIMA	48
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN	49
3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	49
3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	49
3.6 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO	50
3.6.1 Población.....	50
3.6.2 Muestra	50
3.6.3 Muestreo	50
3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	51
3.7.1 TÉCNICAS	51
3.7.2 INSTRUMENTOS	52

3.7.3 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	52
3.8 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	53
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	54
4.1 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	54
4.1.1 EXPLORACIÓN DE CAMPO	54
4.1.2 ENSAYOS DE LABORATORIO	63
4.1.3 TRABAJO EN GABINETE	70
4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS	84
4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	84
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
APÉNDICE	91
<i>ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA</i>	<i>92</i>
<i>ANEXO B: PERFILES ESTRATIGRÁFICOS</i>	<i>94</i>
<i>ANEXO C: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO</i>	<i>112</i>
<i>ANEXO D: REGISTRO DE SONDEO DPL</i>	<i>171</i>
<i>ANEXO E: PANEL FOTOGRÁFICO</i>	<i>189</i>
<i>ANEXO F: CONSTANCIA DE LABORATORIO</i>	<i>208</i>
<i>ANEXO G: PLANOS</i>	<i>210</i>

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores orientativos de los límites de Atterberg.....	16
Tabla 2: Determinación de Límite Líquido.....	17
Tabla 3: Cuadro de tamices para la granulometría.....	21
Tabla 4: Tipos de suelos según SUCS	26
Tabla 5: Datos técnico del Equipo DPL.....	29
Tabla 6: Teoría de capacidad de carga última.....	36
Tabla 7: Número de puntos de investigación.....	50
Tabla 8: Resumen de Calicatas.....	56
Tabla 9: Resumen de ensayos DPL.....	59
Tabla 10: Registro del número de golpes por cada 10 cm. (DPL1-DPL9).....	61
Tabla 11: Registro del número de golpes por cada 10 cm. (DPL10-DPL17).....	62
Tabla 12: Resultados de ensayos de laboratorio.....	71
Tabla 13: Resumen del ángulo de fricción y cohesión por cada estrato.....	72
Tabla 14: Parámetros del suelo por zona geotécnica.....	81
Tabla 15: Capacidad de carga para una zapata de dimensiones 1.2 m x 1.2 m	82
Tabla 16: Capacidad de carga para una zapata de dimensiones 1.5 m x 1.5 m	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Carta de plasticidad de suelos finos.	20
Figura 2: Gráfico de la curva granulométrica.	23
Figura 3: Esquema del Equipo DPL.	30
Figura 4: Falla por corte general.	34
Figura 5: Falla por corte local de un suelo.	34
Figura 6: Falla por punzonamiento de un suelo.	35
Figura 7: Capacidad de carga por nivel freático.	39
Figura 8: Capacidad de carga con presencia de nivel freático.	40
Figura 9: Sector de Chuñuranra.	47
Figura 10: Zona de estudio.	48

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1: Excavación de calicata con retroexcavadora.	55
Fotografía 2: Se visualiza el marcado de las varillas.....	58
Fotografía 3: Se visualiza la realización del ensayo DPL.	58
Fotografía 4: Registro del número de golpes por cada 10 cm.	59
Fotografía 5: Tamizado de muestra seca por el tamiz N° 40.....	64
Fotografía 6: Muestra húmeda nivelada en la Copa	64
Fotografía 7: Muestra ranurada en dos con el acanalador.	65
Fotografía 8: Cierre de ranura en (1/2pulg.)	65
Fotografía 9: Secado de muestra en horno (24 horas).	66
Fotografía 10: Muestra seca y pesada para hallar el contenido de humedad.....	66
Fotografía 11: Tamizado de muestra.	67
Fotografía 12: Realización de Límite Plástico.....	68
Fotografía 13: Muestra seca y fría para el lavado.	69
Fotografía 14: Lavado de muestra seca a través del.....	69
Fotografía 15: Realización del Análisis Granulométrico.	70
Fotografía 16: Presencia de agua en el área de estudio.	190
Fotografía 17: Se visualiza presencia de agua en la zona.	190
Fotografía 18: Presencia de nivel freático durante la excavación de calicata.	191
Fotografía 19: Excavación de calicata con el apoyo de una retroexcavadora.	191
Fotografía 20: Excavación de calicata hasta una profundidad de 2.50 m.	192
Fotografía 21: Extracción de muestras de suelo.	192
Fotografía 22: Medición de la profundidad de la calicata.	193
Fotografía 23: Se visualiza la excavación de calicata en forma manual.	193
Fotografía 24: Vista de calicata N° 3.....	194
Fotografía 25: Se visualiza la presencia de nivel freático en calicata C5.....	194
Fotografía 26: Excavación de calicata C-7.....	195
Fotografía 27: Se visualiza el marcado de niveles de referencia cada 10 cm en las varillas de acero.....	196
Fotografía 28: Se visualiza el ensamblaje del equipo DPL-5.....	196
Fotografía 29: Registro del número de golpes por cada 10 cm.	197

Fotografía 30: Ejecución del ensayo DPL-9.....	197
Fotografía 31: Se visualiza la ejecución del ensayo DPL-17	198
Fotografía 32: Se visualiza la ejecución del ensayo DPL-16	198
Fotografía 33: Se visualiza la ejecución del ensayo DPL-6.	199
Fotografía 34: Se visualiza la ejecución del ensayo DPL-8	199
Fotografía 35: Cuarteo de muestra.	200
Fotografía 36: Muestra secada en horno	200
Fotografía 37: Lavado de muestra.	201
Fotografía 38: Secado de muestra lavada en horno	201
Fotografía 39: Peso de muestra seca para el tamizado.	202
Fotografía 40: Realización de tamizado de muestra.	202
Fotografía 41: Tamizado de muestra seca por la malla N° 40.....	203
Fotografía 42: Preparación de muestra para la elaboración.....	203
Fotografía 43: Realización de ensayo de Límite Plástico.....	204
Fotografía 44: Realización de ensayo de Límite Líquido.....	204
Fotografía 45: Visualización de cierre de ranura de ½ pulg	205
Fotografía 46: Visualización de extracción de muestra.	205
Fotografía 47: Secado de Límite Líquido y Límite Plástico	206
Fotografía 48: Obtención del contenido de humedad.....	206
Fotografía 49: Visualización de ensayo de Límite Plástico.....	207
Fotografía 50: Visualización de ensayo de Límite Líquido.....	207

RESUMEN

La presente investigación, tiene como finalidad determinar la zonificación geotécnica del Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica y Provincia de Huancavelica, a partir de las propiedades físicas y geomecánicas del suelo.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se realizó un estudio a nivel Descriptivo cuyo diseño de investigación es No experimental-Transversal, ejecutándose en tres fases: trabajo de campo, laboratorio y gabinete, para el cual se realizaron 17 calicatas a cielo abierto y 17 Ensayos de Penetración Dinámico Ligeró (DPL) según la Norma E.050-Suelos y Cimentaciones, los mismos que fueron distribuidos estratégicamente en todo el área de estudio, asimismo se extrajeron muestras alteradas para luego ser llevadas al laboratorio de mecánica de suelos para ser ensayadas.

De acuerdo con la caracterización de los suelos, se ha elaborado los perfiles estratigráficos del suelo, así como mapeos geotécnicos de tipos de suelos del área de estudio a diferentes niveles de profundidad, que nos brindan una imagen más clara de la composición del suelo.

Se ha propuesto una zonificación geotécnica para el Sector de Chuñuranra, delimitándose 5 zonas geotécnicas, cada una de estas zonas agrupa áreas con características geotécnicas similares, de las cuales la zona 1, 3, 4 y 5 son las más adecuadas desde el punto de vista geotécnico con fines de cimentación, mientras que la zona 2 presenta condiciones desfavorables para cimentación. De esta manera, este trabajo de investigación es un aporte para la gestión y el planeamiento territorial del sector, a fin de solucionar la problemática del crecimiento poblacional.

PALABRAS CLAVE: Zonificación Geotécnica, Características Físicas, Características Geomecánicas, Capacidad Portante.

ABSTRACT

The purpose of this research is to determine the geotechnical zoning of the Chuñuranra Sector, the Callqui Chico Town Center, the Huancavelica District and Huancavelica Province, based on the physical and geomechanical properties of the soil.

For the development of this research work, a Descriptive level study was conducted whose research design is Non-experimental-Transversal, running in three phases: field work, laboratory and cabinet, for which 17 opencast exploration wells were made and 17 Light Dynamic Penetration Tests (DPL) according to Standard E.050-Soils and Foundations, which were strategically distributed throughout the study area, altered samples were also extracted and then taken to the soil mechanics laboratory for be rehearsed.

According to the characterization of the soils, the stratigraphic profiles of the soil have been developed, as well as geotechnical mappings of soil types of the study area at different levels of depth, which give us a clearer picture of the soil composition.

A geotechnical zoning for the Chuñuranra Sector has been proposed, delimiting 5 geotechnical zones, each of these areas groups areas with similar geotechnical characteristics, of which zone 1, 3, 4 and 5 are the most appropriate from the point of view geotechnical for foundation purposes, while zone 2 has unfavorable conditions for foundations. In this way, this research work is a contribution to the management and territorial planning of the sector, in order to solve the problem of population growth.

KEY WORDS: Geotechnical Zoning, Physical Characteristics, Geomechanical Characteristics, Bearing Capacity.

INTRODUCCIÓN

El Perú ha experimentado en los últimos años una desordenada expansión urbana en localidades importantes, las cuales se ven rodeadas en su entorno por Asentamientos Humanos que emigran constantemente a las ciudades así como pobladores de menores recursos económicos.

Por la falta de conocimiento es que se ha ido construyendo en lugares inadecuados e informales, sin un asesoramiento técnico profesional, en muchos casos en lugares no aptos para la fundación de estructuras como una vivienda.

El crecimiento y desarrollo de las poblaciones rurales y urbanas, han creado retos y desafíos, en la necesidad de planificar y ordenar el uso de los espacios, optimizando el uso de los recursos naturales, reduciendo la vulnerabilidad, identificando las mejores alternativas a través de proyectos que contribuyan con el desarrollo social, económico y ambiental.

El presente trabajo tiene por objetivo realizar un estudio acerca de las características geotécnicas y geomecánicas del suelo. Para tal fin, se llevó a cabo un trabajo previo de recopilación de información de estudios de Mecánica de Suelos, así como también exploración de campo y trabajos de gabinete para determinar las características generales de los depósitos de suelos encontrados en la zona de estudio.

El estudio geotécnico comprende la caracterización del tipo de material y las condiciones físicas del terreno de fundación, para luego determinar los parámetros de resistencia como el ángulo de fricción y la cohesión así poder obtener la capacidad portante del suelo de fundación la carga máxima que puede ser soportada y la cimentación adecuada, lo que proporciona un buen margen de seguridad.

Uno de los principales aportes de este trabajo es identificar los tipos de suelos, estableciendo la zonificación en base a las características geotécnicas y geomecánicas, para que así la población adecue sus edificaciones.

CAPÍTULO I: PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad la ciudad de Huancavelica es testigo de un gran crecimiento demográfico, originando un incremento en la demanda de viviendas y a su vez una expansión urbana informal, producto de ello los espacios naturales están siendo invadidos, modificados, alterados, deteriorados, donde la población no toma en cuenta el impacto que podría ocasionar con el tiempo.

Tal es el caso del Sector de Chuñuranra, en donde no cuenta con estudios de ingeniería, se hace el uso del suelo sin ninguna planificación, y que sumado a la baja situación económica de muchos pobladores que no tienen la posibilidad de contratar asistencia técnica y profesional o al desconocimiento, recurren a la construcción informal para edificar sus viviendas, construyéndolas en zonas inestables, sin tomar en cuenta el estudio de mecánica de suelos para fines de cimentación, lo que a largo plazo o ante eventuales desastres naturales les podría producir invaluable pérdidas tanto de vidas humanas como económicas.

Es por eso que la presente investigación tiene como propósito zonificar geotécnicamente los suelos, que nos permite dar recomendaciones para un mejor uso en el diseño de las cimentaciones en beneficio de la población del Sector de Chuñuranra. Asimismo, que sea una herramienta de guía para la población, autoridades y proyectistas, para una correcta planificación del uso del territorio.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo se viene dando la zonificación geotécnica del Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

- a) ¿Cuáles son las características físicas del suelo para la zonificación geotécnica del Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica?
- b) ¿Cuáles son las características geomecánicas del suelo para la zonificación geotécnica del Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica?
- c) ¿Cuál es la capacidad portante del suelo de la zonificación geotécnica para una cimentación superficial típica en el Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica?

1.3 OBJETIVOS:

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Describir la zonificación geotécnica del Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Describir las características físicas del suelo para la zonificación geotécnica del Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica.
- b) Describir las características geomecánicas del suelo para la zonificación geotécnica del Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica.

- e) Determinar la capacidad portante del suelo de la zonificación geotécnica para una cimentación superficial típica en el Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Actualmente el sector de Chuñuranra, se encuentra en proceso de expansión urbana producto del crecimiento poblacional, asimismo no cuenta con un estudio de zonificación geotécnica, por lo que su gestión territorial es deficiente.

La zonificación geotécnica del sector, permitirá la caracterización de los suelos y la identificación de zonas aptas para el uso urbano propiciando la ocupación racional sobre zonas seguras y desalentando la ocupación de zonas calificadas como de alto peligro.

La presente investigación servirá de base y pretende convertirse en la principal herramienta de trabajo para los planificadores y autoridades reguladoras del uso del territorio, siendo una guía para el desarrollo sostenible del sector y para la toma adecuada de decisiones por parte de las autoridades pertinentes en la mitigación y prevención de desastres, asimismo los aportes de la presente investigación servirán de guía para otros investigadores interesados en el tema.

1.5. LIMITACIONES

En la presente investigación se ha realizado el estudio de un área de 5.75 ha, siendo la zona más accesible del Sector de Chuñuranra, de tal forma que los resultados más confiables siendo válidos únicamente para la zona de estudio.

Se ha determinado las características geomecánicas (cohesión y ángulo de fricción) en base a los ensayos DPL ejecutados en campo, mas no se han realizado ensayos triaxiales o de corte directo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL

Avilés, (2013), realizó la investigación: “*Caracterización Geológica-Geotécnica del Sur de la Ciudad de Quito*”, en la Universidad Central del Ecuador, en donde las conclusiones a las que se llegó son las siguientes:

1. El presente estudio de tesis se realizó a partir de la información obtenida de 115 sondeos y 37 calicatas, con profundidades de 4 y 10 metros respectivamente distribuidos en el sur de la ciudad de Quito.
2. Con la finalidad de describir las características geotécnicas del subsuelo más detalladamente, se realizó la zonificación en tres niveles diferentes, nivel superficial (0- 3.0 metros), nivel intermedio (3.0-6.0 metros) y nivel inferior (6.0-10.0 metros), obteniendo de esta manera y con la misma metodología tres mapas de zonificación geológica geotécnica.
3. En cada nivel de investigación se determinó cinco zonas con características geotécnicas similares:

Zona I: Zona Excelente, presenta excelentes condiciones del suelo para construcción, no se detectó la presencia de niveles freáticos, litológicamente corresponde a cangahuas, coluviales, aluviales, y zonas donde afloran las unidades de basamento como: Unidad Volcánica Atacazo, Unidad Volcánica Pichincha, y Volcánicos Indiferenciados. Se consideran materiales de buena competencia como soporte para cimentaciones; en su totalidad muy favorables para la construcción de viviendas, presentan buena a excelente capacidad portante, plasticidad baja a nula, bajo contenido de humedad, su excavación es fácil con maquinaria liviana, la estabilidad es buena.

Zona II: Zona Buena, presenta buenas condiciones del suelo para construcción, no se detectó la presencia de niveles freáticos, presenta las misma litología que la Zona I, presentan buena capacidad portante.

Zona III: Zona Regular, litológicamente presenta suelos depositados en ambientes fluvio lacustres (limos y arcillas), de composición heterogénea, cangahuas y rellenos de origen antrópico se consideran materiales de regular competencia como soporte para cimentaciones, baja a media humedad y plasticidad, capacidad portante regular a buena, niveles freáticos superficiales.

Zona IV: Zona Mala, estos suelos litológicamente se encuentran depositados en ambientes fluvio lacustres y pertenecen a secuencias de limos-arenosos y en zonas de rellenos, tienen problemas de poca capacidad portante, humedad media a elevada, plasticidad baja a media, niveles freáticos superficiales. Se consideran materiales de mala competencia como soporte para cimentaciones.

Zona V: Zona Muy Mala, estos suelos litológicamente se encuentran depositados en ambientes fluvio lacustres y pertenecen a secuencias de limos-arenosos, zonas de rellenos, zonas pantanosas con abundante contenido de materia orgánica y turbas, presentan una resistencia baja a la penetración, tienen problemas de poca capacidad portante, humedad elevada, plasticidad baja a media, niveles freáticos superficiales. Se consideran materiales de pésima competencia como soporte para cimentaciones.

Guzmán y Barrera, (2014), en la investigación: *“Metodología para la microzonificación de riesgos frente a amenazas naturales: Caso de estudio deslizamientos e inundaciones municipio de Mocoa departamento del Putumayo.”*, en la Universidad Católica de Colombia, donde las conclusiones a las que se llegó son las siguientes:

1. Se proponen acciones que puedan evitar la ocurrencia de catástrofes a causa de fenómenos naturales ocurridos en el municipio de Mocoa. Se investigó que actualmente en Colombia se pretende incluir un estudio de riesgo para cada Plan de Ordenamiento Territorial.
2. Se realizó la caracterización del municipio de Mocoa, y según el diagnóstico de la zona, se cuenta con edificaciones o viviendas construidas sin la aplicación de técnicas profesionales en su gran mayoría. Además se tienen edificios de poca altura, generando alto riesgo al momento de inundaciones o avalanchas de gran magnitud que pueden sepultar el casco urbano.
3. Se realiza una metodología de microzonificación, con la cual se conoce la situación socio-económica de la zona en estudio, la forma en cómo se construyó su infraestructura y se hace un diagnóstico de la manera que se ve impactada el área por su constitución geográfica.

Barranco (2016), de su investigación titulada: “*Caracterización geotécnica del subsuelo de la zona sur del valle de México con aplicación a una obra de infraestructura*”, en la Universidad Autónoma de México. En donde se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Para el análisis de detalle de la caracterización del subsuelo, se empleó la metodología Geoestadística como herramienta para describir en forma racional la distribución espacial de las propiedades geotécnicas y geométricas del subsuelo (contenido de agua y espesor de los estratos típicos, respectivamente).
2. Para la zona de estudio se observa que los valores encontrados de contenido de agua son mayores a 100% y corresponden a los suelos arcillosos lacustres. Estos valores se localizan principalmente al norte de la zona estudiada, en dirección hacia el centro de la Ciudad de México.

3. El ampliar el conocimiento del subsuelo es fundamental para realizar diseños adecuados de las cimentaciones y para evaluar el comportamiento de las estructuras, de esta manera se podrá evitar riesgos y daños innecesarios en las estructuras y para la población.

Centeno, Cortez y Salguero (2018), de su investigación titulada: *“Elaboración de Mapa de Características Geotécnicas de los Municipios de Antiguo Cuscatlán y Santa Tecla y Propuesta de Requerimientos Mínimos en Estudios Geotécnicos para Muros de Retención, Taludes y Edificaciones de menos de tres niveles”*, en la Universidad de el Salvador.

En donde llegaron a las siguientes conclusiones:

1. A partir de los resultados obtenidos del mapa de características geotécnicas, puede verificarse que tanto a 2, como a 5 m predominan las zonas con compacidad mediana, que corresponde a un N campo entre 10 y 30 golpes, sin embargo, a 2 m existe una mayor área de zonas sueltas ($N < 10$ golpes), mientras que a 5 m existe mayor área de zonas densas de compacidad alta ($N > 30$ golpes).
2. A la profundidad de 2 m, tanto en época seca como lluviosa, predominan las zonas con humedades menores al 30%, existiendo en menor proporción algunas zonas con humedades mayores a dicho porcentaje, alcanzando humedades máximas de 50%. De manera general, la humedad aumenta entre 10% y 20% de época seca a lluviosa en algunas zonas.
3. En la zona en estudio predominan los suelos de tipo arena limosa (SM) y limos arenosos (ML) con 71% de puntos a 2 m de profundidad y un 58% a 5 m, por lo que la mayor área del mapa se ve cubierta por este tipo de suelos, de acuerdo a las interpolaciones generadas por el software ArcGIS con los datos disponibles.
4. A la profundidad de 2 y 5 m se encontró presencia de gravas en algunas zonas dispersas de las regiones en estudio, sin embargo, debido a la

poca cantidad de puntos y al método de interpolación utilizado no logran distinguirse claramente en el mapa.

2.1.2 A NIVEL NACIONAL

Cruzado, (2014), cuya investigación titulada: *“Zonificación geotécnica para la cimentación de la presa de relaves Fraylones - proyecto la arena - La Libertad.”*, de la Universidad Nacional de Cajamarca de Perú. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. En la zona central en el eje de la presa se tiene una zona de inundación conformada por suelos de origen fluvial cubiertos en gran parte por suelos orgánicos mayormente turba.
2. Los macizos de areniscas en ambos flancos del cierre principal se encuentran disturbados, específicamente el flanco izquierdo, donde la meteorización erosiona fácilmente las areniscas y dan lugar a la formación de suelos arenosos, depósitos de coluvio - aluviales y en caso extremo formación de cárcavas.
3. Se realizó la zonificación geotécnica, determinándose once (11) unidades geotécnicas; seis (06) unidades geotécnicas en suelo y cinco (05) unidades geotécnicas en roca.

Según Vásquez, (2014), en la investigación titulada: *“Evaluación geotécnica de los suelos de fundación en la zona urbana del Centro Poblado San Miguel de las Naranjas - Jaen”*, de la Universidad Nacional de Cajamarca-Perú. La investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. **Zona I:** Zona de mala a aceptable, constituida por suelo limoso (ML, MH), con capacidad portante promedio admisible en condiciones estáticas para zapatas cuadradas es de 0.58 Kg/cm².
2. **Zona II:** Zona de habitabilidad buena a excelente, constituida por gravas limosas, gravas arcillosas mal graduadas (GC, GM, GP), con capacidad

portante promedio admisible en condiciones estáticas para zapatas cuadradas es de 2.37 Kg/cm².

3. **Zona III:** Zona de habitabilidad aceptable a buena, representada por arenas limosas y arenas arcillosas (SM, SC), con capacidad portante promedio admisible para zapatas cuadradas es 1.09 Kg/cm².
4. **Zona IV:** Zona de habitabilidad mala, conformada por arcillas y limos de alta plasticidad (CL, CH), con capacidad portante promedio admisible para zapatas cuadradas es 0.52 Kg/cm².

Baquerizo, (2015), en la investigación titulada: *“Estudio geotécnico de suelos para la construcción del complejo deportivo Piuray Pampa, distrito de Chincheros Urubamba – Cusco”*, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Perú, de la que se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. Se ha evidenciado por medio de fotografías aéreas que en los alrededores de la laguna Piuray se presentan depósitos palustres y lacustres subactuales que evidencia el retroceso de la laguna. Los depósitos lacustres subactuales están compuestos por arcillas intercaladas con diatomitas y niveles de turba. En el sector de Piuray y Huilahuila, tenemos suelos formados por diatomitas, siendo este tipo de suelo el área donde se encuentra el proyecto.
2. Para el cálculo de capacidad portante en suelos se ha asumido que la falla es localizada por punzonamiento, por lo que los parámetros de resistencia al corte han sido reducidas.
3. De los parámetros geomorfológicos obtenidos, la variabilidad del nivel de la Laguna Piuray se encuentra afecta principalmente a la Microcuenca del Río Cusihuaygo que por su mayor extensión superficial y el alto grado de respuesta a las crecidas en épocas de avenidas.

4. Las zonas de vida que conforma la subcuenca de la Laguna Piuray son: Bosque Húmedo Montano Subtropical y Páramo muy Húmedo Subalpino Subtropical los cuales ocupan 56% y 44% del área total de la subcuenca respectivamente.

Perez, (2017), cuya investigación: “*Estudio de calidad de suelos con fines de cimentación - Asociación Pro - Vivienda “El Edén II” – Pimentel*”, de la Universidad Cesar Vallejo de Perú. La investigación llevo a las siguientes conclusiones:

1. Las condiciones naturales del área de estudio como la geología pertenecen al cuaternario reciente (constituido por depósitos aluviales, fluviales y coluviales), su geomorfología es característica de la costa con sus playas y pampas que forman el borde litoral de la región y los bordes del Río Reque y su sismicidad que pertenece al círculo Circunpácifico que es considerado como zona de mayor actividad sísmica en el mundo.
2. El tipo de suelos predominante es una arena arcillosa (SC), de color beige, con humedades que están entre 4.52% hasta 22.38%. Con un índice de plasticidad que oscila entre 2% hasta 23.60% y un porcentaje de sales de que esta en un rango de severo ($0.20 \leq SO_4 < 2.00$) según el Reglamento Nacional de Edificaciones.
3. La capacidad admisible se encuentra entre 1.05 kg/cm² hasta 1.24 kg/cm² en la zona de estudio, con un factor de seguridad 3. Por las características observadas se puede establecer una amplia continuidad de las capas existentes, de lo que se deduce que para la zona se puede establecer igual comportamiento geotécnico.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

La zonificación geotécnica comprende la subdivisión del área de estudio en zonas de características similares en cuanto a tipos de suelos y sus propiedades geomecánicas, lo que implica que en esas zonas se esperarían comportamientos mecánicos semejantes en una misma región, ante una misma sollicitación.

2.2.1.1 ETAPAS DE LA ZONIFICACIÓN

Según Forero Dueñas (1994), una zonificación geotécnica comprende en etapas básicas que son:

a) Recopilación y análisis de la información existente:

La información que se encuentra tanto en bibliotecas como en entidades gubernamentales ya sean Alcaldías u Oficinas de Planeación muchas veces se dejan en un segundo plano y no se les da la importancia necesaria, omitiendo muchas veces pequeños datos que inciden en el desarrollo futuro del trabajo.

b) Investigación de campo:

Esta actividad es muy importante porque aquí se realizan algunos de los análisis preliminares sobre los aspectos más notables del estudio, se detectan algunos detalles que no son muy claros al principio y se identifican sitios que en teoría no eran muy representativos.

c) Ensayos de laboratorio:

En suelos los ensayos de laboratorio se pueden agrupar en cuatro tipos: ensayos de caracterización básica, de resistencia al corte, de deformabilidad y de permeabilidad.

d) Procesamiento, análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones

Corresponde al resumen de toda la información recopilada en los pasos anteriores con el fin de culminar en un mapa temático que sintetice de forma gráfica la teoría.

En este modelo se refleja la zonificación por áreas desde el punto de vista de comportamiento. Estas áreas o zonas indicarán que tan susceptibles son a las amenazas naturales y como sería su comportamiento ante estas.

2.2.1.2 METODOLOGÍA DE ZONIFICACIÓN

Las metodologías de zonificación son muy amplias y diversas, pero tienden siempre a llegar a un mismo objetivo, que es el de modelar gráficamente una zona partiendo de información geológica y geotécnica.

Dentro de una metodología, se tienen en cuenta factores como la geología, la caracterización geomecánica de los suelos, pendientes, hidrología, clima, vegetación y el uso actual del suelo.

2.2.1.3 FACTORES QUE AFECTAN LA ZONIFICACIÓN

a) Deslizamiento

Los deslizamientos son originados por la conjugación de diversos factores detonantes, y se constituyen en una causa frecuente de desastres alrededor del mundo. Los costos socioeconómicos suscitados por dichos desastres son considerables y van en aumento debido a la actual situación de los asentamientos irregulares urbanos que se localizan sobre laderas inestables aumentando la vulnerabilidad de dichos asentamientos.

b) Flujo

Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento,

saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída.

c) La pendiente topográfica

A mayor pendiente, mayor movimiento de agua y mayor erosión, lo que da lugar a suelos poco profundos y pobres. En terrenos homogéneos, cada tipo de material tendrá una altura crítica y un ángulo máximo, a partir de los cuales se producirá un desequilibrio gravitacional, siendo posible la rotura. No obstante, en zonas muy húmedas, la morfología no tiene por qué ser necesariamente abrupta para que materiales arcillosos, debido a la saturación, puedan generar movimientos rápidos, de tipo flujo, con velocidad considerable.

d) Agua

El agua es el agente que contribuye con mayor peso a la modificación de las condiciones del suelo. Por una parte, provoca la disgregación física de la estructura de las partículas del suelo, así como su alteración química mediante procesos de disolución, oxidación, etc. Todo ello genera cambios mineralógicos, composicionales y texturales, lo que da como resultado, en ambos casos, una disminución de sus parámetros resistivos. Por otra parte, cuando el agua se infiltra y percola en el subsuelo a través de poros y fisuras, puede formarse un nivel de saturación variable, con un drenaje y un flujo determinado. A nivel intuitivo, puede pensarse entonces, que el papel desestabilizador del agua procede del efecto lubricante que ésta produce sobre las partículas y discontinuidades del terreno.

e) Sismicidad de la zona

Los movimientos sísmicos son factores que pueden acelerar y desencadenar grandes movimientos de masa como resultado de la generación de una serie de vibraciones que se asocian a un incremento de la aceleración vertical y horizontal. Estas oscilaciones provocan una sacudida del suelo, desplazan de su vertical a la componente de peso de

una ladera e inducen una mayor tensión tangencial de cizalla en el plano de rotura. Además, como resultado de la alteración del empaquetamiento de los granos del terreno, se disminuye la cohesión, lo que en materiales poco compactados y saturados se traduce en fenómenos de licuefacción, generados por la compactación y el aumento de la presión intersticial producida por las vibraciones.

2.2.2 EL SUELO DE FUNDACIÓN

El suelo es la 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.

Son muchos los procesos que pueden contribuir a crear un suelo particular, algunos de estos son: la deposición eólica, sedimentación en cursos de agua, meteorización, y deposición de material orgánico.

Las propiedades edafológicas normalmente muy importantes son las que se exponen a continuación:

- a) **Densidad:** La cantidad de materia sólida presente por unidad de volumen recibe el nombre de densidad en seco del material. En el caso de los suelos granulares y orgánico-fibrosos, la densidad en seco es el factor más importante desde el punto de vista de sus propiedades ingenieriles. Una de esas propiedades es el estado o grado de compactación, que se expresa generalmente en términos de densidad relativa, o razón (como porcentaje) de la diferencia entre la densidad del suelo natural en seco y su densidad en seco mínima, dividida entre la diferencia que hay en sus densidades máximas y mínima en seco.
- b) **Fricción Interna:** La fricción pura de Coulomb equivale a la simple resistencia a la fuerza cortante en la teoría de la elasticidad. La fricción interna suele expresarse geométricamente como el ángulo de fricción interna. Es la máxima resistencia del suelo a la tensión.

- c) **Compresibilidad:** Esta propiedad define las características de esfuerzo-deformación del suelo. La aplicación de esfuerzos agregados a una masa de suelo origina cambios de volumen y desplazamientos. Estos desplazamientos, cuando ocurren a nivel de la cimentación, provocan asentamientos en ella. La limitación de los asentamientos a ciertos valores permisibles suele regir el diseño de las cimentaciones, sobre todo cuando el suelo o los terrenos son granulares.
- d) **Permeabilidad:** Es la capacidad de una masa de suelo o terreno de permitir el flujo de líquidos a través de un gradiente hidráulico. En el diseño de cimentaciones, por lo general lo único que es necesario saber es la permeabilidad en condiciones de saturación. Las permeabilidades de casi todos los tipos de suelo son muy variables y dependen en gran medida de variaciones relativamente pequeñas de la masa edafológica.

2.2.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

a) Contenido de humedad.

El contenido de humedad en la masa de suelo es la cantidad de agua presente en dicha masa en términos de su peso en seco.

Este modo operativo está basado en la norma ASTM-D-2216. Se determina secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a $110 \pm 5^\circ \text{C}$. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado en horno es considerada como el peso del agua.

$$W(\%) = \frac{Ph - Ps}{Ps} * 100$$

$$W(\%) = \frac{Pw}{Ps} * 100$$

Donde:

W (%) : Contenido de humedad del suelo tomado en %.

Ph : Peso del suelo húmedo (gr.).

Ps : Peso del suelo seco (gr.).

P_w : Peso del agua contenida en la muestra de suelo (gr.).

b) Límites de Atterberg

La consistencia de una muestra de suelo cambia según la cantidad de agua presente. Estos cambios en la consistencia del suelo se pueden medir con exactitud en el laboratorio, utilizando las normas preestablecidas que determinan los Límites de Atterberg.

Un límite de Atterberg corresponde al contenido de humedad con que una muestra de suelo cambia de una consistencia a otra. Dos de los límites de Atterberg resultan de especial interés el límite líquido y el límite plástico, cuya definición se basa en tres consistencias del suelo:

Consistencia líquida - barro fluido o líquido.

Consistencia plástica - se puede amasar y moldear.

Consistencia semisólida - ya no se puede moldear y el volumen disminuye (contracción) a medida que se seca la muestra.

Tabla 1: Valores orientativos de los límites de Atterberg.

TIPO DE SUELO	ARENA	LIMO	ARCILLA
LÍMITE LÍQUIDO	15 - 20	30 - 40	40 - 150
LÍMITE PLÁSTICO		20 - 25	25 - 50

Límite líquido

Es el contenido de humedad para el cual el suelo pasa del estado líquido al plástico, el modo operativo para obtener el límite líquido está basado en las normas ASTM-D-4318 los procedimientos para obtenerlo es el siguiente:

Haciendo uso del aparato manual llamado Copa de Casa grande, se obtendrá la curva de fluidez, la que se consigue graficando a escala logarítmica el número de golpes en el eje de las abscisas y a escala natural los contenidos de humedad en el eje de las ordenadas. El contenido de

humedad correspondiente a 25 golpes representa el límite líquido del suelo en investigación.

Lambe ha sugerido el empleo de la siguiente expresión:

$$L.L. = W \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

En la que:

L.L.= Límite Líquido del suelo.

W = Contenido de humedad del suelo con respecto al peso seco,

N = Número de golpes necesario para cerrar la ranura en la copa de Casagrande, correspondiente a W que se procura este lo más próximo a 25.

$(N/25)^{0.121}$: Se puede determinar para distintos números de golpes y simplemente se multiplica este factor por el contenido de humedad de la muestra.

Tabla 2: Determinación de Límite Líquido.

Nº DE GOLPES	$(N/25)^{0.121}$
20	0.9734
21	0.9792
22	0.9847
23	0.9900
24	0.9951
25	1.000
26	1.0048
27	1.0094
28	1.0138
29	1.0182
30	1.0223

Fuente: ASTM-D423.

La ecuación de Lambe permite calcular el límite líquido de un suelo con base en un solo punto del método mecánico.

Límite Plástico

El Límite Plástico de un suelo es el contenido de humedad para el cual se cambia del estado plástico al semisólido. En el estado plástico el suelo es fácilmente moldeable, mientras que en el semisólido se deforma agrietándose. El Límite Plástico queda definido cuando el suelo contiene justo la humedad necesaria para que al amasar manualmente rollitos cilíndricos de 3.2 mm (1/8 pulg.) de diámetro, éstos no se resquebrajan.

El límite plástico es el límite inferior del estado plástico. Un pequeño aumento en la humedad sobre el límite plástico destruye la cohesión del suelo.

- Un suelo con un alto contenido de arcilla generalmente posee altos LL y LP.
- Las arcillas coloidales poseen un LL y un LP superiores a los de las arcillas no coloidales.
- La arena, la grava y la turba no tienen plasticidad su LP = 0.
- Los limos presentan plasticidad sólo ocasionalmente, su LP es igual o ligeramente superior a 0.

Importancia y uso

La determinación del límite plástico interviene en varios sistemas de clasificación de suelos, dado que contribuye en la caracterización de la fracción fina de ellos.

El límite plástico, solo o en conjunto con el límite líquido y el índice de plasticidad, se usa con otras propiedades del suelo para establecer correlaciones sobre su comportamiento ingenieril, tales como la compresibilidad, la permeabilidad, la compactibilidad, los procesos de expansión, contracción y la resistencia al corte.

El límite líquido se puede utilizarse para estimar asentamientos en problemas de consolidación.

La prueba para determinar el límite plástico consiste en ir probando diferentes porcentajes de humedad en el suelo, e ir amasando los bastoncitos, hasta que esto suceda. El límite plástico está controlado por el contenido de arcillas a los que no permitan realizar esta prueba, no tienen límite plástico y se designan suelos no plásticos. Esto ocurre con algunos limos y arenas.

Índice de plasticidad

Partiendo del límite líquido y el límite plástico, el índice de plasticidad (IP) puede definirse como la diferencia numérica entre ellos:

$$\text{IP} = \text{LL} - \text{LP}$$

El índice de plasticidad depende sólo de la cantidad de arcilla existente e indica la finura del suelo y su capacidad para cambiar de configuración sin alterar su volumen. Un IP elevado indica un exceso de arcilla o de coloides en el suelo. Siempre que el LP sea superior o igual al LL, su valor será cero.

El índice de plasticidad también da una buena indicación de la compresibilidad. Mientras mayor sea el IP, mayor será la compresibilidad del suelo.

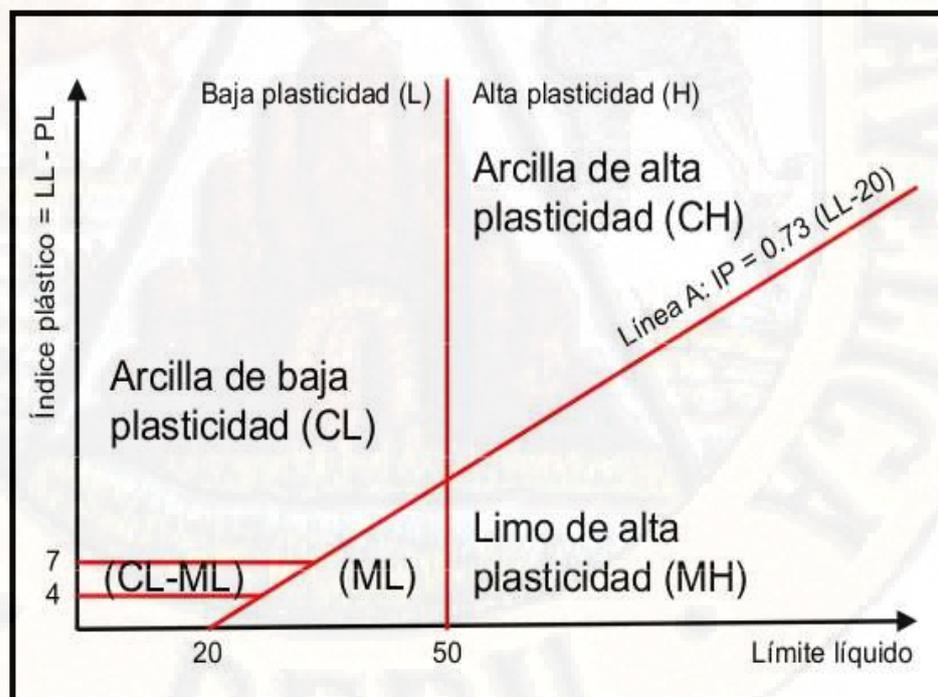
Gráfico de plasticidad para los suelos de grano fino

Muchas propiedades de los suelos arcillosos y limosos (los suelos cohesivos), se pueden correlacionar con el límite líquido y el índice de plasticidad. Esa correlación se ha expresado en el gráfico de plasticidad de Casagrande para los suelos de grano fino y se basa en las consideraciones siguientes:

- A medida que aumenta el límite líquido de los suelos, también aumenta su plasticidad y compresibilidad.
- Los valores $LL = 30\%$ y $LL = 50\%$ establecen las diferencias entre los diversos grados de plasticidad de los suelos inorgánicos.
- A valores iguales de LL , la fuerza en seco de los suelos inorgánicos por lo general aumenta junto con el índice de plasticidad.

Cada sección del gráfico corresponde a un grupo de suelos con características mecánicas bien definidas. Las tres secciones por encima de la línea A corresponden a los suelos arcillosos inorgánicos de baja, mediana o alta plasticidad. Las tres secciones que están por debajo de la línea A corresponden a los limos inorgánicos de compresibilidad diversa, los limos orgánicos y los arcillosos orgánicos. Estas secciones constituyen la base para el sistema de clasificación de suelos.

Figura 1: Carta de plasticidad de suelos finos.



c) Análisis granulométrico

Es un método que se efectúa tomando una cantidad medida de suelo seco, para determinar los diferentes tamaños de las partículas y obtener de esta manera la cantidad de éstas, que pasan por los distintos tamices.

Tabla N° 03. Contiene una lista de los números de mallas usadas y el correspondiente tamaño de sus aberturas. Estas mallas se usan comúnmente para el análisis de suelos con fines de clasificación.

Tabla 3: Cuadro de tamices para la granulometría

TAMIZ A.S.T.M.	ABERTURA (mm)
3"	75.000
2"	50.000
1 1/2"	37.500
1"	25.000
3/4"	19.000
3/8"	9.500
N° 4	4.750
N° 10	2.000
N° 20	0.850
N° 40	0.425
N° 60	0.250
N° 100	0.150
N° 200	0.075

Con la información conseguida se ejecuta en un gráfico semilogarítmico la curva granulométrica, donde en las ordenadas se indican el porcentaje en peso que pasa y en las abscisas el tamaño de las partículas de la muestra en (mm).

Objetivo del ensayo

Este método de ensayo tiene como propósito obtener datos por medio de los cuales se puedan determinar las siguientes constantes de los suelos:

- Coeficiente de uniformidad.
- Coeficiente de curvatura.
- Porcentaje de gravas.
- Porcentaje de arenas.
- Porcentaje de finos.
- Clasificación de los suelos según el SUCS.
- Curva granulométrica.

En suelos granulares la gradación, expresada numéricamente, la da el coeficiente de uniformidad C_u y el coeficiente de curvatura C_c .

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

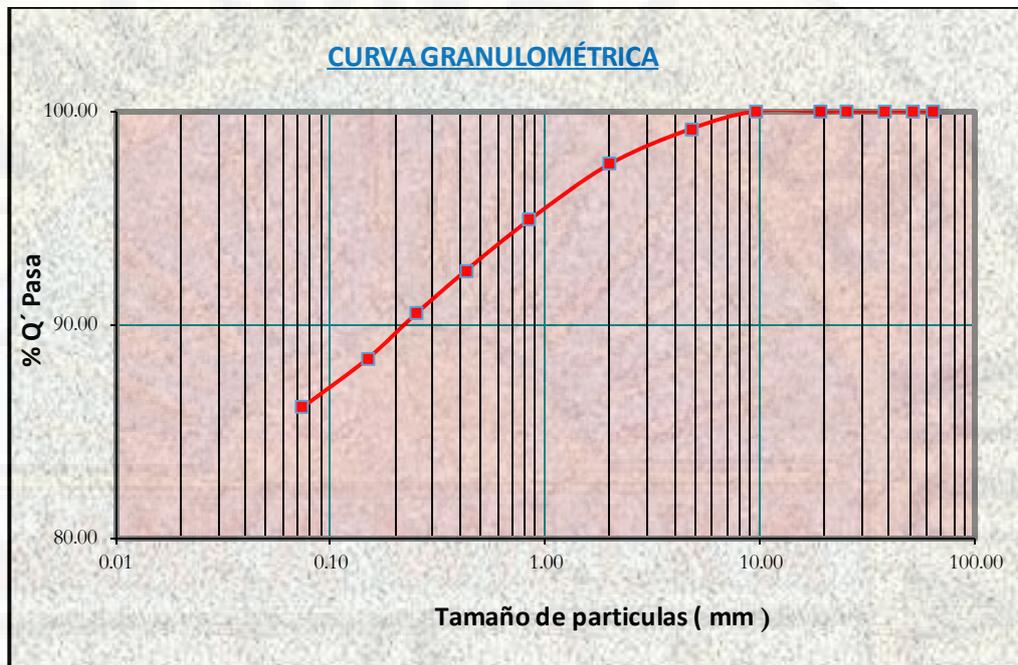
$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

D_{60} = Diámetro correspondiente al 60% de finos.

D_{30} = Diámetro correspondiente al 30% de finos.

D_{10} = Diámetro correspondiente al 10% de finos.

Figura 2: Gráfico de la curva granulométrica.



2.2.2.2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

En función de su granulometría y según Normas D.I.N., ASTM, AENOR, etc., se han clasificado los suelos en cuatro grandes grupos: Gravas, Arenas, Limos y Arcillas. Se describe a continuación:

Gravas, con tamaño de grano entre unos 8-10 cm y 2 mm; se caracterizan porque los granos son observables directamente. No retienen el agua, por la inactividad de su superficie y los grandes huecos existentes entre partículas.

Arenas, con partículas comprendidas entre 2 y 0.060 mm, todavía son observables a simple vista. Cuando se mezclan con el agua no se forman agregados continuos, sino que se separan de ella con facilidad.

Limos, con partículas comprendidas entre 0.060 y 0.002 mm (algunas normativas indican que este último valor debe ser 0.005 mm). Retienen el agua mejor que los tamaños superiores. Si se forma una pasta agua-limo y se coloca sobre la mano, al golpear con la mano se ve cómo el agua se exuda con facilidad.

Arcillas, formadas por partículas con tamaños inferiores a los limos (0.002 mm). Se trata ya de partículas tamaño gel y se necesita que haya habido transformaciones químicas para llegar a estos tamaños. Están formadas, principalmente por minerales silicatados, constituidos por cadenas de elementos tetraédricos y octaédricos (el ion silicio se encuentra en el centro de cada una de estas estructuras regulares), unidas por enlaces covalentes débiles, pudiendo entrar las moléculas de agua entre las cadenas produciendo, a veces, aumentos de volumen (recuperables cuando el agua se evapora).

a) Sistemas de clasificación de suelos

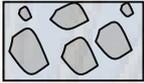
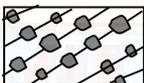
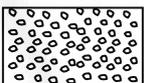
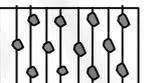
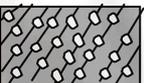
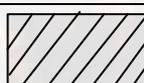
Los sistemas de clasificación de suelos dividen a estos en grupos y subgrupos en base a propiedades ingenieriles comunes tales como la distribución granulométrica, el límite líquido y el límite plástico. Los dos sistemas principales de clasificación actualmente en uso son (1) el Sistema AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) y (2) el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

➤ SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), (Unified Soil Classification System USCS), es el de uso más extendido en la práctica geotécnica, fue presentado por Arthur Casagrande, usado para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se puede clasificar en suelos con tamaños menores de (3) pulgadas; se representa mediante un símbolo con dos letras. El sistema Unificado de Clasificación, clasifica los suelos en dos amplias categorías:

1. Suelos de grano grueso que son de naturaleza tipo grava y arenosa con menos del 50% pasando por la malla N° 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo G o S. Donde G significa grava o suelo gravoso y S significa arena o suelo arenoso.
2. Los suelos de grano fino con 50% o más pasando por la malla N° 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo M, que significa limo inorgánico, C para arcilla inorgánica u O para limos y arcillas orgánicos. El símbolo Pt se usa para turbas, lodos y otros suelos altamente orgánicos. Otros símbolos son también usados para la clasificación: W: bien graduado, P: mal graduado, L: baja plasticidad (límite líquido menor que 50), H: alta plasticidad (límite líquido mayor que 50).

Tabla 4: Tipos de suelos según SUCS

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD

2.2.3 ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Los ensayos de Penetración Dinámico consisten en hincar una punta maciza, mediante una maza de golpeo normalizada que cae desde una altura predeterminada. Es un ensayo útil para determinar la resistencia a la penetración dinámica de un suelo, evaluar la compacidad en suelos granulares, investigar la homogeneidad o anomalías de una capa de suelo y comprobar la situación en profundidad de una capa cuya existencia se conoce.

2.2.3.1 TIPOS DE ENSAYOS DINÁMICO

Prueba Dinámica Ligera (DPL) representando el más bajo rango de masa de Penetrómetro dinámico usado mundialmente; la profundidad de investigación, para obtener resultados hasta 3 m. de profundidad aproximadamente. Emplea un martillo de 10 kg.

Prueba Dinámica Media (DPM) representando el rango medio de masa; con profundidades de investigación generalmente no mayores de 20 a 25 m aproximadamente. Emplea un martillo de 30 kg.

Prueba Dinámica Pesada (DPH) representando el rango medio de masa pesada y masa muy pesada; la profundidad de investigación generalmente no mayor que 25 m aproximadamente. Emplea un martillo de 50 kg.

Prueba Dinámica Superpesada (DPSH) representando el más alto rango de masa de penetrómetro dinámico y simulando las dimensiones del SPT estrechamente, la profundidad de investigación puede ser mayor de 25 m. emplea un martillo de 63.5 kg.

2.2.3.2 ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICO LIGERO DPL

El Ensayo de Penetración dinámico Ligero DPL (NTP 339.159, DIN 4094) es el procedimiento generalmente conocido como ensayo de Penetración Ligera, consiste en introducir al suelo una varilla de acero, en una punta se

encuentra un cono metálico de penetración con 60° de punta, mediante la aplicación de golpes de un martillo de 10 kg que se deja caer desde una altura de 0.50 m. Como medida de la resistencia a la penetración se registra el número (n). Ha sido correlacionado con algunas propiedades relativas al suelo, particularmente con sus parámetros de resistencia al corte, capacidad portante, densidad relativa, etc.

a) Equipos y materiales:

Cono Dinámico: Pieza cilíndrica de dimensiones estandarizadas, la cual está en contacto directo con el suelo, y se utiliza para medir la resistencia a la hincada del suelo. El cono se conectará a la barra de manera que no se suelte durante el procedimiento de golpeo.

Martinete: Pieza cilíndrica utilizada para generar la energía mecánica requerida para la hincada del cono. El martillo se utiliza gravitacionalmente y tiene un peso de 10 kg.

Cabeza de golpeo o Yunque: Pieza que recibe el impacto del martillo cuando es utilizado y cuyo objetivo es transmitir la energía producida hacia la punta del cono dinámico.

Varillaje: Barras metálicas las cuales transmiten la energía producida por el martillo hacia el cono. El dispositivo será de un material de acero de alta resistencia, alta dureza a bajas temperaturas y una resistencia a la alta fatiga. Las barras se conectan desde el yunque hacia el cono cilíndrico, poseen una longitud de un metro y líneas de referencia cada diez centímetros. Esto con el objeto de facilitar el registro de datos.

Placa base: Placa metálica que permite dar soporte a las componentes del equipo. Esto permite que los componentes se encuentren de manera vertical, cumpliendo lo especificado en la normativa vigente. La placa base permite la extracción de las barras de traspaso de carga luego de finalizado el sondaje.

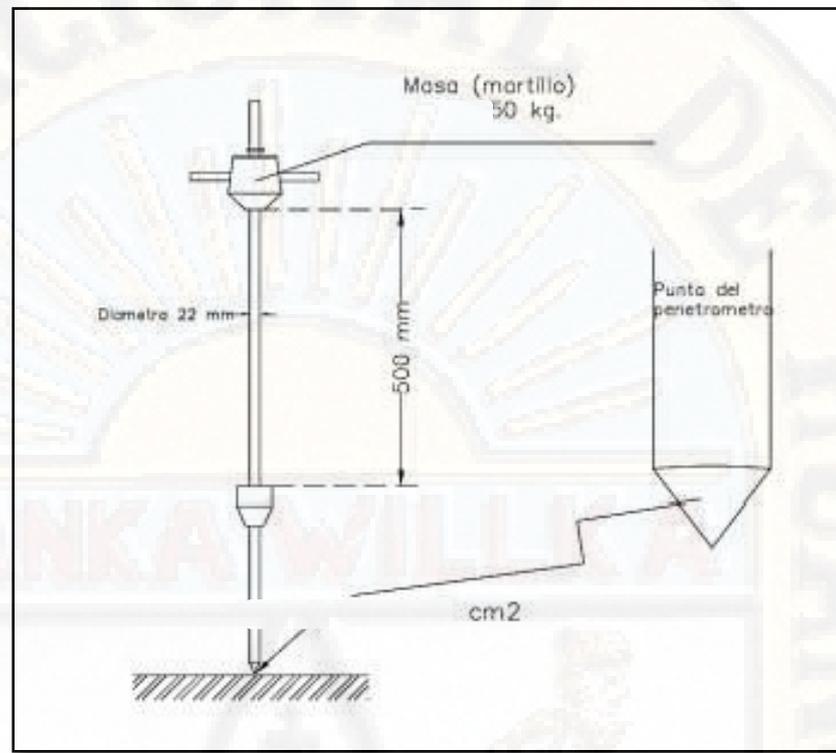
Barra guía: Pieza unida al yunque que permite dar la altura de caída requerida por el martillo y a su vez guía en su caída libre hacia el yunque.

Tabla 5: Datos técnico del Equipo DPL.

Características del Equipo	Factor	DPL
Características del martillo	Peso del martillo (Kg)	10±0.1
	Altura de caída (m)	0.5±0.01
	Masa de guía y yunque (kg)	6
	Rebote (max.) %	50
	Relación largo a Diámetro (D) del martillo.	1 ≤ ≤2
	Diámetro de yunque (d), mm	100<d<0.5D
Características de la Varilla	Longitud de la varilla, m	1±0.1%
	Masa máxima de la varilla, Kg/m	3
	Desviación máxima de la varilla en los primeros 5 m, %	0.1
	Desviación máxima de la varilla debajo de los 5 m, %	0.2
	Excentricidad de la varilla (máx.).mm	0.2
	Diámetro exterior de la varilla, mm	22±0.2
	Diámetro interior de la varilla, mm	6±0.2
Características del Cono	Angulo del cono, grados	90
	Área nominal del cono, cm ²	10
	Diámetro del cono nuevo, mm	35.7±0.3
	Diámetro del cono gastado, mm	34
	Longitud tramo recto del cono, mm	35.7±1
	Ángulo de la parte inclinada del cono, grados	11
	Longitud de la punta del cono, mm	17.9±0.1
	Desgaste máx. de la longitud de la punta del cono, mm	3
Penetración	Número de golpes por cm. de penetración	10 cm, N ₁₀
	Rango estándar del N° de golpes	3-5
Energía por golpe	Trabajo específico por golpe, MgH/A kJ/m ²	50

Fuente: Atala Abad, C (2011). *Estudio Experimental sobre Correlaciones en suelos granulares finos (arenas) compactados, Usando Equipos de Penetración.*

Figura 3: Esquema del Equipo DPL.



b) Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL)-NTP 339.159 (DIN 4094)

Las auscultaciones dinámicas son ensayos que requieren investigación adicional de suelo para su interpretación y no sustituyen al Ensayo de Penetración Estándar.

No se recomienda ejecutarse ensayos DPL en el fondo de calicatas, debido a la pérdida de confinamiento.

Para determinar las condiciones de cimentación sobre la base de auscultaciones dinámicas, debe conocerse previamente la estratigrafía del terreno obtenida mediante la ejecución de calicatas, trincheras o perforaciones.

La norma DIN 4094 valida la aplicación y evaluación de sondajes por percusión y por presión en el terreno, con fines del reconocimiento e investigación del subsuelo.

Instalación del equipo de auscultación

El equipo se deberá instalar verticalmente y se debe mantener esta posición durante todo el proceso. La inclinación del dispositivo de introducción y del varillaje que sale del suelo no debe ser mayor al 2 %; en caso contrario, se deberá iniciar nuevamente el proceso. No se deberá impulsar el martillo hacia abajo.

Velocidad de ejecución del ensayo

La velocidad de la ejecución del proceso se debe realizar con una secuencia de 15 a 30 golpes por minuto dentro de los límites obtenidos a partir de las mediciones realizadas en un proyecto. El cambio de varillaje debe llevarse a cabo sin demora y registrarse en el informe de medición. Un retraso de más de dos minutos de duración en la ejecución de la prueba se considera como una interrupción, la misma que se debe registrar en el informe y diagrama de medición indicando la duración del retraso.

Movimiento giratorio del varillaje

Al ejecutar la prueba se debe girar el varillaje cada metro por lo menos una vuelta y media en sentido horario para asegurar el acoplamiento por presión de las varillas y prevenir el desenroscamiento.

c) Factores que ejercen influencia en los resultados de la auscultación de suelos

Para el análisis se deben considerar los siguientes factores:

Factores geotécnicos: Influencia del tipo, grupo y condiciones del suelo:

- **Suelos de grano grueso:** Además de la identidad, los factores geotécnicos que influyen en la resistencia a la penetración en suelos de grano grueso son la textura granular, la granulometría, la forma y aspereza del grano, el tipo de mineral, la cohesión y el estado del confinamiento en el suelo.
- **Suelos de grano fino:** Los factores geotécnicos que ejercen influencia en la resistencia a la penetración en suelos de grano fino son la forma, la plasticidad y la estructura.
- **Suelos orgánicos:** Los factores geotécnicos que ejercen influencia en la resistencia a la penetración en suelos orgánicos son la estructura, sus antecedentes geológicos y las mezclas con otros tipos de suelos.
- **Suelos de granos mezclados:** Los factores geotécnicos que ejercen influencia en la resistencia a la penetración en suelos de granos mezclados son la porción de los granos gruesos, así como la plasticidad y la forma de los granos finos. Influencia de la profundidad límite: Se debe tener en cuenta la influencia que ejerce el factor de la profundidad límite en la resistencia a la penetración. Influencia del agua subterránea: Cuando se ejecuta la prueba, el agua subterránea ejerce una influencia especialmente visible al existir poca resistencia a la penetración.

Factores técnicos del equipo: Los factores técnicos del equipo que ejercen influencia en la resistencia a la penetración son:

- Diámetro de la punta.
- Longitud de varillaje.

2.2.4 CIMENTACIONES

Las estructuras de concreto armado que se apoyan en el suelo, como edificios, puentes, reservorios, etc., están formados básicamente por dos

partes, la superior o superestructura y la inferior o fundación. De esto se puede concluir que las fundaciones, son elementos estructurales situados entre la superestructura y el suelo o roca que le servirá de base a la estructura. Entonces la fundación de una estructura se define como aquella parte de la edificación que está en contacto directo con el terreno, teniendo esta la función de distribuir las cargas provenientes de la superestructura al suelo en que descansa de manera que el suelo sea capaz de resistirlo, y no sufra asentamientos mayores a los permitidos por el análisis estructural.

2.2.5 CAPACIDAD PORTANTE DE SUELOS

Se denomina como capacidad de carga admisible de una cimentación aquella carga que al ser aplicada no provoque falla o daños en la estructura soportada, con la aplicación de un factor de seguridad. La capacidad de carga no solo está en función de las características del suelo sino que depende del tipo de cimentación y del factor de seguridad adoptado.

Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo.

2.2.5.1 TIPOS DE FALLAS

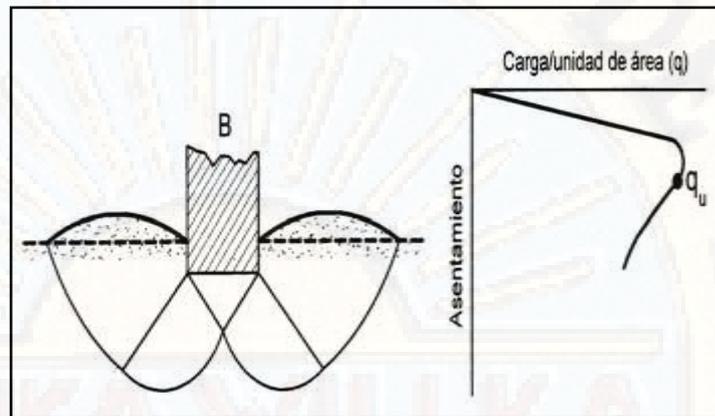
Según Crespo Villalaz, las fallas por capacidad de carga se presentan debido a la rotura por corte del suelo bajo la cimentación, existen tres tipos de falla: falla por corte general, falla por corte local y falla por punzonamiento.

a) Falla por Corte General

Se tiene una cimentación corrida con un ancho B la cual es soportada por un suelo denso o cohesivo firme, si la carga que soporta dicho suelo es incrementada de forma gradual, habrá un aumento en el asentamiento llegando al punto en el cual la carga por unidad de área es igual a la capacidad de carga última, ocurrirá entonces una falla repentina en el

suelo, esta falla es llamada falla por corte general. Se presenta en arenas densas y arcillas rígidas.

Figura 4: Falla por corte general.

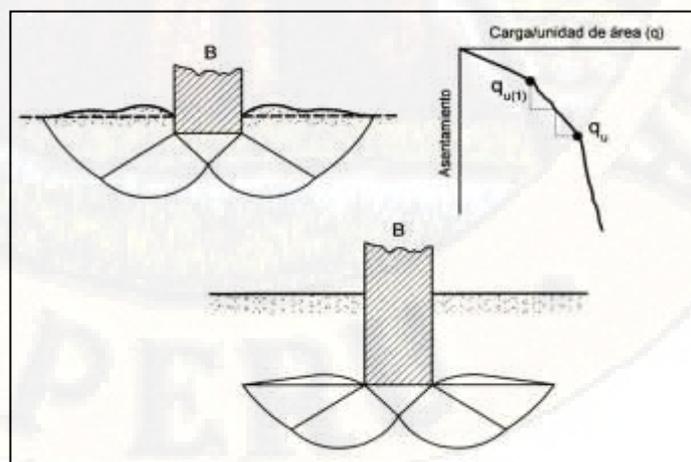


Fuente: Braja M. Das

b) Falla por Corte Local

Si la cimentación se encuentra sobre suelo arenoso o arcilloso con compactación media, al aumentar la carga, también ocurre un incremento en el asentamiento, pero la superficie de falla se extiende de forma gradual hasta la superficie o en algunos casos cuando el desplazamiento vertical es grande (la mitad del lado o diámetro de la zapata) termina dentro de la propia masa de suelo y no en el terreno.

Figura 5: Falla por corte local de un suelo.

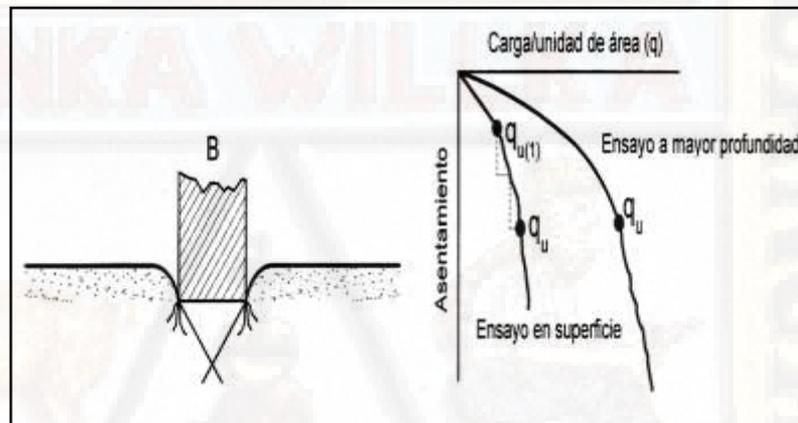


Fuente: Braja M. Das.

c) Falla por punzonamiento

Ocurre en suelos bastante sueltos, la zona de falla no se extiende como en el corte general. La cimentación provoca la compresión inmediata del suelo en un movimiento vertical, el suelo presenta falla por corte alrededor de la cimentación y los movimientos del suelo junto con la cimentación no son muy visibles por lo que el equilibrio vertical y horizontal de la misma se mantiene.

Figura 6: Falla por punzonamiento de un suelo.



Fuente: Braja M. Das

Todas las fallas mencionadas pueden ser bien diferenciadas unas de otras, pero no hay parámetro numérico que permitan predecir el tipo de falla a ocurrir, sin embargo una forma de llegar a un estimado es basándose en la compresibilidad del suelo, debido a las condiciones de carga y geometría de la cimentación.

Según Crespo Villalaz, en un suelo incompresible el tipo de falla será del tipo de corte general, en un suelo muy compresible en comparación a su resistencia al cortante la falla será por punzonamiento.

2.2.5.2 TEORÍA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA

Terzaghi (1943), fue el primero en presentar una teoría para evaluar la capacidad última de carga de cimentaciones superficiales. Sin embargo, investigadores posteriores como: Hansen, Meyerhof y Vesic también desarrollaron la capacidad última de carga.

Tabla 6: Teoría de capacidad de carga última.

	RECOMENDABLE PARA:
TERZAGHI	Suelos muy cohesivos donde $Df/B \leq 1$ sobre todo cuando se quiere una estimación rápida. No debe ser usada para casos que se presenten las zapatas sometidas a momentos o fuerzas horizontales, o para zapatas fundadas en bases inclinadas o en superficies de un talud.
HANSEN, MEYERHOF Y VESIC	Pueden ser usadas en cualquier situación dependiendo de la familiaridad que tenga el usuario con cualquiera de los métodos.
HANSEN, VESIC	Cuando la zapata es fundada en una base inclinada o en la superficie de un talud o cuando $Df/B > 1$

Fuente: Braja M Dass.

Para la presente investigación se han utilizado las formulas presentadas por Meyerhof, puesto que son más precisas y pueden ser utilizadas para diferentes casos.

a) Teoría de Capacidad de Carga de Meyerhof

Meyerhof en su teoría de capacidad de carga toma en cuenta los esfuerzos cortantes desarrollados en el suelo arriba del nivel de desplante del cimiento. Además que las cimentaciones pueden tener una carga inclinada.

Meyerhof sugirió la siguiente ecuación tomando en cuenta todas las deficiencias de las formulaciones de Terzaghi, y quedando el nombre de ecuación general de capacidad de carga:

En el caso de carga inclinada:

$$q_u = CN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

En el caso de carga vertical:

$$q_u = CN_c F_{cs} F_{cd} + qN_q F_{qs} F_{qd} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d}$$

$$q = \gamma \cdot D_f$$

- c' : Cohesión.
- q : Esfuerzo efectivo a nivel del fondo de la cimentación.
- γ : Peso específico del suelo.
- B : Ancho de la cimentación (= diámetro para una cimentación circular).
- $F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$: Factores de forma.
- $F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$: Factores de profundidad.
- $F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$: Factores de inclinación de carga.

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \phi} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

FACTORES DE FORMA

Para cualquier valor de ϕ

$$F_{cs} = 1 + 0.2 \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \frac{B}{L}$$

Para $\phi > 10^\circ$

$$F_{qs} = F_{\gamma s} = 1 + 0.1 \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \frac{B}{L}$$

Para $\phi = 0$

$$F_{qs} = F_{\gamma s} = 1$$

FACTORES DE PROFUNDIDAD

Para cualquier valor de ϕ

$$F_{cd} = 1 + 0.2 \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \frac{D_f}{B}$$

Para $\phi > 10^\circ$

$$F_{qd} = F_{\gamma d} = 1 + 0.1 \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \frac{D_f}{B}$$

Para $\phi = 0$

$$F_{qd} = F_{\gamma d} = 1$$

FACTORES DE INCLINACIÓN DE LA CARGA

Para cualquier valor de ϕ

$$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

Para $\phi > 10^\circ$

$$F_{qi} = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2$$

Para $\phi = 0$

$$F_{qi} = 0$$

➤ **Modificaciones de las ecuaciones de capacidad portante por efecto del nivel de agua**

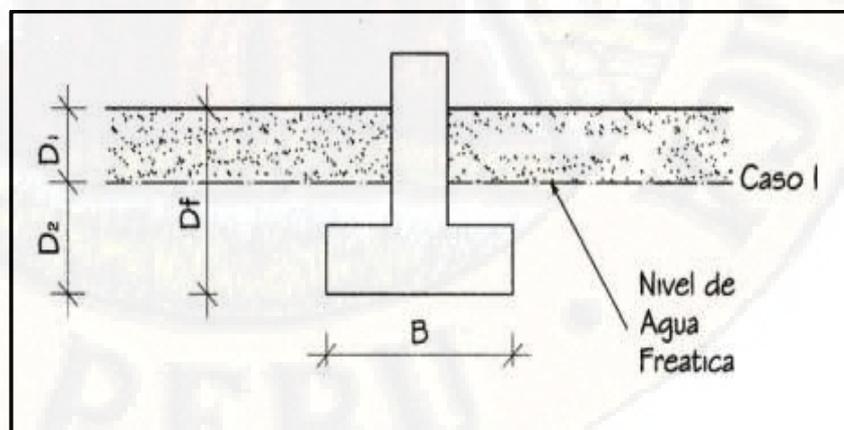
Las ecuaciones para la determinación de la capacidad portante última, han sido desarrolladas, basadas en la suposición de que el nivel de agua está ubicado debajo de la cimentación, dependiendo de la ubicación del nivel de agua se deberá hacer algunas modificaciones a las ecuaciones.

CASO I: Capacidad de carga por nivel freático

El nivel de agua está ubicado de manera que $0 \leq D_1 \leq D_f$, entonces el factor q en las ecuaciones de capacidad portante será de la forma:

$$q = \text{sobrecarga efectiva} = D_1 * \gamma + D_2(\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w)$$

Figura 7: Capacidad de carga por nivel freático.



Fuente: Das, Braja, Principios de ingeniería de cimentaciones.

El valor de γ en el último término de las ecuaciones se sustituye por:

γ' = Peso específico o natural del suelo.

γ_{sat} = Peso específico saturado del suelo.

γ_w = Peso específico del agua.

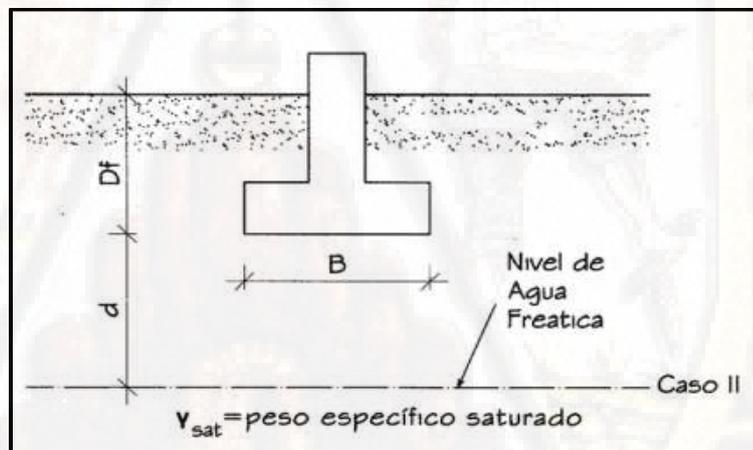
$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$$

Caso II

El nivel freático se localiza de forma que $0 \leq d \leq B$; la sobrecarga efectiva se toma como:

$$q = \gamma * D_f$$

Figura 8: Capacidad de carga con presencia de nivel freático.



Fuente: Das, Braja, Principios de Ingeniería de cimentaciones.

Caso III: Cuando el nivel freático se localiza de manera que $d \geq B$, el agua no afectará la capacidad de carga última.

➤ Capacidad última de carga

Se puede definir la capacidad última de carga, como la carga por área unitaria de la fundación bajo la cual ocurre la falla por corte en el

suelo. La capacidad última de carga es un parámetro muy importante que estima la resistencia de apoyo del suelo, para el diseño de fundaciones. Siendo esta no solo una propiedad del tipo de suelo, también lo es de las condiciones en que se encuentra como ser su grado de compactación, humedad, etc.

➤ **Factor de seguridad**

El cálculo de la capacidad de carga admisible total en cimentaciones superficiales requiere la aplicación de un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga total última.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

El factor de seguridad debe ser por lo menos 3 en todos los casos.

➤ **Requerimientos de una cimentación**

Debe de situarse de un modo adecuado para impedir los daños producidos por heladas, cambios de volumen, socavaciones, movimientos del nivel freático, daños producidos por futuras construcciones, etc.

Debe de ser estable: vuelco, deslizamiento, hundimiento, estabilidad general del conjunto, diseño estructural adecuado. Los movimientos y vibraciones deben de limitarse para que no desfigure o dañe la estructura o instalaciones. Debe ofrecer una seguridad aceptable y suficiente al menor coste posible. Estos requisitos deben considerarse en el orden indicado. Los tres requisitos últimos pueden establecerse con una exactitud razonable por los métodos de la mecánica de suelos, pero el primero implica a muchos factores diferentes, algunos de los cuales no pueden ser evaluados analíticamente, por lo que debe determinarse a juicio del proyectista.

2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Agua freática: La que puede moverse en la zona de saturación de una masa de suelo o roca por efecto de la atracción gravitacional.

Ángulo de fricción (ϕ): El ángulo de fricción interna es función de la uniformidad de las partículas del suelo, del tamaño y la forma de los granos y de la presión normal.

Auscultación de suelos: La auscultación de suelos con sonda es un proceso indirecto de prospección de suelos de cimentación, que consiste en introducir una sonda generalmente de manera perpendicular, midiendo los parámetros de resistencia a la penetración.

Calicata: Término genérico para designar un sondeo o excavación exploratoria, normalmente de poca profundidad.

Cimentación: Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación o elementos apoyados al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales.

Cohesión: La cohesión del terreno es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas, del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus cercanas. En consecuencia, la cohesión es mayor cuanto más finas son las partículas del terreno.

Equipo: El equipo para realizar la auscultación de suelos está compuesto por una sonda, un equipo de medición y un dispositivo de introducción.

Erosión: Desgaste y modelación de la corteza terrestre causada por la acción del viento, la lluvia, los procesos fluviales, marítimos y glaciales, y por la acción de los seres vivos.

Estratigrafía: Orden de sucesión de las diferentes formaciones sedimentarias en una región.

Expansibilidad: Cambio potencial de volumen, usados en suelos que tienen alto contenido de arcillas. Los suelos arcillosos al contacto con el agua expanden su volumen produciéndose movimientos de extensión dentro de la masa del suelo. En suelos de origen volcánico se ha detectado que se puede producir pérdida de resistencia al corte por efecto de la expansibilidad.

Geomorfología: Ciencia que trata sobre la configuración de la superficie de la tierra; específicamente el estudio de la clasificación, descripción, naturaleza, origen y desarrollo de los paisajes actuales y la historia de los cambios geológicos registrados en los rasgos de la superficie.

Geotecnia: Aplicación de los métodos científicos y de los principios de ingeniería a la generación, interpretación y utilización del conocimiento de los materiales y procesos que ocurran en la corteza terrestre para la solución de problemas de ingeniería. Para su cabal desarrollo requiere la aplicación de diferentes campos del conocimiento, entre ellos, la mecánica de suelos, la mecánica de rocas, la geología, la geofísica, la hidrología, la hidrogeología y las ciencias relacionadas.

Límite de contracción: Se define como el contenido de agua con el cual el suelo no sufre ningún cambio adicional de volumen con la pérdida de agua. (Designación de prueba D-427 ASTM).

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.

Plano de zonificación: Es el documento Gráfico, parte de un Plan Regulador, en el que se muestran los diferentes usos asignados al suelo urbano. La parte escrita, normativa y legal, la constituye el respectivo Reglamento de Zonificación (Reglamento Nacional – Plan Regulador y Zonificación).

Resistencia a la penetración: La determinación de la resistencia a la penetración, consiste en introducir una sonda en el suelo empleando un martinete con una altura de caída invariable, registrando el número de golpes para conseguir una profundidad de penetración definida.

Resistencia al cortante: La resistencia al corte representa la modelación física del fenómeno de deslizamiento. Los parámetros de ángulo de fricción y cohesión determinan el factor de seguridad al deslizamiento de una determinada superficie dentro del terreno.

Sonda: La sonda es una serie de varillas (varillaje) con una punta a 90°.

Topografía: Refleja las características morfológicas de la superficie terrestre. En el proceso de los movimientos de masa, interesan parámetros como pendiente, altura, amplitud de la ladera, que dan una idea del grado de equilibrio de los materiales la que componen. La mayoría de los movimientos se producen en pendiente de moderadas a muy fuertes.

2.5 HIPÓTESIS

2.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

No presenta hipótesis por ser la investigación del nivel descriptivo.

2.6 VARIABLES DE ESTUDIO.

2.6.1 VARIABLE 1

Zonificación Geotécnica

La zonificación geotécnica comprende la subdivisión del área de estudio en regiones de características similares en cuanto a tipos de suelos y sus propiedades geomecánicas, lo que implica que en esas zonas se esperarían comportamientos mecánicos semejantes en una misma región, ante una misma sollicitación.

2.7 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES				
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	SUB DIMENSIÓN	ÍNDICE/IN DICADOR
Zonificación Geotécnica	La zonificación geotécnica comprende la subdivisión del área de estudio en regiones características similares en cuanto a tipos de suelos y sus propiedades físicas, geomecánicas, lo que implica que en esas zonas se esperarían comportamientos mecánicos semejantes en una misma región,	Características Físicas	Granulometría	Granulares (grava, arena) y finos (limos, arcillas). Se determina mediante el peso de suelo acumulado en cada malla.
			Peso específico	Peso acumulado de las partículas sólidas, agua y aire de la unidad de volumen de suelo. KN/m ³
			Humedad	Porcentaje (%) de agua.

	ante una misma sollicitación.		Consistencia del suelo	Límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, límite de contracción.
		Características Geomecánicas	Cohesión	kg/cm ²
			Ángulo de fricción	Ø en grados centígrados (°).
		Capacidad Portante		En base a las características físicas y geomecánicas del suelo (kg/cm ²).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL

El ámbito de estudio comprende el sector de Chuñuranra del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica, Departamento de Huancavelica, ejecutado durante el año 2018.

3.1.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Sector de Chuñuranra, se encuentra ubicado en la Comunidad Campesina de Callqui Chico, en el distrito de Huancavelica, provincia de Huancavelica y Departamento de Huancavelica.

Ubicación geográfica

Las coordenadas geográficas del Sector de Chuñuranra son las siguientes:

UTM : 496376.58 m E, 8586819.20 m S

Altitud : 3785.00 msnm (Referencia plaza principal).

En la siguiente figura se presenta la ubicación específica del área de estudio.

Figura 9: Sector de Chuñuranra.



Figura 10: Zona de estudio.



Fuente: Google Earth 2019.

3.1.2 POBLACIÓN

El sector de Chuñuranra cuenta con una población aproximada de 180 pobladores según Censo Nacional 2017, con un total de 75 viviendas particulares, de las cuales en su mayoría son viviendas construidas a base de adobe, y en menor cantidad existen viviendas a base de ladrillo hasta de tres niveles.

3.1.3 CLIMA

El clima de este sector está caracterizado por una alternancia de estaciones, y que están controladas por la topografía y la altitud.

En la zona hay dos períodos de clima bien marcados: la temporada seca comprende los meses de (Mayo - Octubre), y la temporada húmeda lluviosa los meses de (Noviembre - Abril).

Su temperatura promedio es de 9,2° C; la máxima de 20° C y la mínima de 3° C.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación corresponde al tipo Aplicada o Tecnológica, según Hernández Sampieri (2010), en este tipo de investigación “será necesario la aplicación de conocimientos previos y teorías ya establecidas”.

3.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es Descriptivo, puesto que la presente investigación busca describir las características físicas, geomecánicas y determinar la capacidad portante del suelo.

3.4 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método general de la investigación es el método científico, ya que se “orienta al desarrollo de una investigación cuantitativa” (Córdova, 2014, pág. 78). Asimismo como método específico es el deductivo, “El cual los investigadores parten de proposiciones generales para llegar a una afirmación particular.” (Córdova, 2014).

3.5 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es Descriptivo-Transversal.

Es un diseño descriptivo ya que se realiza sin la manipulación deliberada de variables en donde se busca describir a partir de la observación, exploración del suelo, ensayos de campo y laboratorio, para después analizarlos.

O → M

Asimismo, es un diseño transversal porque los datos se han recolectado en un solo momento, en un tiempo único según Sampieri (2006).

3.6 POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO

3.6.1 Población

Sector de Chuñuranra, el cual abarca un área de 11.8 hectáreas.

3.6.2 Muestra

Se realizó el estudio de un área de 5.7506 ha, la cual es un área accesible y que no cuenta con construcciones.

3.6.3 Muestreo

No probabilístico - intencional

Se determinó de forma intencional de acuerdo a la finalidad de la investigación.

Se realizó el muestreo de 17 calicatas y 17 sondeos DPL distribuidas en todo el área de estudio, según lo establecido en la Norma E.050-Suelos y Cimentaciones, en el que indica que el número de puntos de investigación se determina en función del tipo de investigación y del área de superficie a ocupar por este.

Tabla 7: Número de puntos de investigación.

TABLA N° 6 NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACION	
Tipo de edificación	Número de puntos de investigación (n)
A	1 cada 225 m ²
B	1 cada 450 m ²
C	1 cada 800 m ²
Urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada Ha. de terreno habilitado

(n) nunca será menor de 3.

Fuente: Norma E.050-Suelos y Cimentaciones

Para la presente, la zona de estudio corresponde a urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos, siendo 3 puntos por cada Ha. de terreno habilitado, de acuerdo al siguiente detalle:

Área: = 5.7506 ha

Número de puntos de investigación = 5.7506 ha * 3 = 17.25

Por tanto, para la presente investigación se ha determinado realizar **17 puntos** de investigación en zonas accesibles, distribuidos en toda el área de estudio.

3.7 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.7.1 TÉCNICAS

Las principales técnicas que se utilizaron en este estudio son:

- Recopilación de información existente.
- Observación.
- Exploración en campo.

Ubicación y excavación de calicatas.

Ejecución de Ensayo de Penetración Dinámico Ligero (DPL) para la obtención de los parámetros geomecánicos del suelo según NTP. 339.159 - (DIN 4094).

- Ensayos de laboratorio. Se realizó el ensayo de las muestras extraídas de suelo de cada calicata de acuerdo a las siguientes normas.

Contenido de Humedad - NTP 339.127 (ASTM D2216).

Análisis Granulométrico - NTP 339.128 (ASTM D422).

Límite Líquido y Límite Plástico - NTP 339.129 (ASTM D4318).

3.7.2 INSTRUMENTOS

Los instrumentos utilizados en estas técnicas son los siguientes:

- Ficha de observación.
- Fichas de laboratorio.
- GPS Marca Garmin.
- Equipo Penetrómetro Dinámico Ligero - DPL
- Retroexcavadora.
- Pico, lampa, barreta.
- Vibrador mecánico.
- Horno.
- Copa Casagrande.
- Balanza calibrada.
- Cámara fotográfica.
- Bandejas para horno.

3.7.3 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Recopilación de información existente. Se realizó la revisión y análisis de información existente de documentos, archivos físicos y electrónicos, de tal forma que puedan complementar a nuestra investigación.

Observación. Se realizó el reconocimiento del terreno para la distribución y ubicación de calicatas sobre el área, así como la anotación de los aspectos más resaltantes de la zona.

Exploración en campo. Se realizó la excavación de calicatas, que nos permitió la inspección visual directa así como la extracción de muestras alteradas de cada uno de los estratos encontrados a fin de realizar ensayos estándar en el laboratorio.

Ensayos en campo mediante auscultaciones con el equipo Penetrómetro Dinámico Ligero (DPL) para la obtención de los parámetros geomecánicos del suelo.

Ensayos de laboratorio. Se realizó el ensayo de las muestras extraídas de suelo de cada calicata de acuerdo a las siguientes normas.

Contenido de Humedad - NTP 339.127 (ASTM D2216).

Análisis Granulométrico - NTP 339.128 (ASTM D422).

Límite Líquido y Límite Plástico - NTP 339.129 (ASTM D4318).

3.8 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizaron los siguientes programas:

Microsoft Excel: En este software se realizaron las hojas de cálculos para el procesamiento de datos mediante la utilización de fórmulas de mecánica de suelos para la obtención de propiedades físicas y geomecánicas del suelo.

AutoCAD y Civil 3D: Con este software se elaboraron los planos de ubicación, mapeos geotécnicos, cortes transversales y longitudinales.

Arcgis: Con este software se ha elaborado el plano de zonificación.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

4.1.1 EXPLORACIÓN DE CAMPO:

4.1.1.1 RECONOCIMIENTO DE CAMPO

Se realizó el reconocimiento de campo en forma visual, a fin de poder conocer las condiciones de lugar y evidenciar si existen construcciones y/o problemas de acceso que puedan limitar los tipos de exploración. Como resultado de ello se optó por estudiar un área accesible y que no cuente con construcciones, siendo el área de estudio de 5,7506 ha, asimismo se estableció el número de calicatas a realizar y la ubicación de las mismas sobre el área de estudio.

Luego del reconocimiento de campo, se realizaron trabajos de exploración con el fin de conocer las propiedades físicas y geomecánicas del suelo, para el cual se procedió a la excavación de calicatas para la extracción de muestras de suelo y los sondeos DPL (Ensayo de Penetración Dinámico Liger).)

4.1.1.2 EXCAVACIÓN DE CALICATAS

Se realizó la excavación de 17 calicatas con profundidades variables hasta 2.50 m de dimensiones 1 m x 1 m, distribuidas estratégicamente en todo el área de estudio, la excavación se realizó de forma manual y mecánica con la ayuda de una retroexcavadora en lotes no construidos, con la autorización de los propietarios.



Fotografía 1: Excavación de calicata con retroexcavadora.

Se realizó la toma de muestras de suelo alteradas por cada estrato encontrado, con la finalidad de determinar los perfiles estratigráficos, características físicas y geomecánicas del suelo, además se realizó la descripción e identificación visual de suelo según la norma NTP 339.150 (ASTM D-2488).

Las calicatas fueron denominadas C-1, C-2, C-3....., etc, asimismo, con la ayuda de un GPS, se realizó la toma de sus respectivas coordenadas. (Se muestra en el **Anexo G:** Planos-Ubicación de Calicatas).

En la siguiente tabla, se presenta el resumen de las calicatas ejecutadas en el área de estudio:

Tabla 8: Resumen de Calicatas.

CALICATA	PROF.(m)	COORDENADAS UTM		COTA	NIVEL FREÁTICO
		ESTE	NORTE		
C-1	2.30	496287.08	8586464.71	3780.92	a 2.30 m
C-2	0.60	496211.59	8586478.61	3776.36	a 0.3 m
C-3	2.30	496238.726	8586576.23	3778.26	N.A
C-4	2.50	496248.686	8586615.47	3779.96	N.A
C-5	2.30	496318.193	8586634.47	3782.49	a 2.30 m
C-6	2.20	496249.71	8586667.85	3779.74	N.A
C-7	2.00	496310.2	8586410.2	3785.86	N.A
C-8	2.00	496396.02	8586673.73	3783.46	N.A
C-9	1.90	496420.02	8586584.38	3785.41	N.A
C-10	1.90	496403.09	8586550.65	3787.05	N.A
C-11	2.00	496368.89	8586612.35	3783.99	N.A
C-12	1.90	496390.29	8586478.55	3794.23	N.A
C-13	1.90	496352.85	8586452.11	3792.08	N.A
C-14	2.00	496340.15	8586491.81	3786.99	N.A
C-15	2.00	496326.25	8586559.05	3783.30	N.A
C-16	0.60	496175.63	8586333.1	3778.35	a 0.6 m
C-17	0.60	496156.63	8586406.2	3777.97	a 0.6 m

N.A: No alcanzado

Luego de la excavación de calicatas se procedió a extraer muestras alteradas por cada estrato encontrado las cuales fueron embaladas en bolsas de polietileno que fueron llevadas al laboratorio para la ejecución de los ensayos correspondientes.

En cada calicata se realizó el registro de los estratos, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados, tales como el espesor, presencia de nivel de aguas freáticas, color, olor, condición de humedad, forma, textura, etc.

Tal como lo muestra la **Tabla 8**, las calicatas **C-1, C-2, C-5, C-16 y C-17** presentaron nivel freático, finalizándose la excavación a las profundidades que se muestran.

4.1.1.3 ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERO (DPL)

Luego de la ejecución de calicatas, se procedió a efectuar los ensayos DPL, con el objetivo de estimar los parámetros de resistencia del suelo, se ejecutaron un total de 17 ensayos de penetración dinámica ligera (DPL) ubicados a una distancia de 0.5 m de cada calicata., los mismos que han sido denominados DPL-1, DPL-2, DPL-3,...etc.

El ensayo DPL, al ser un ensayo que requiere de investigación adicional de suelos para su interpretación no sustituye al Ensayo de Penetración Estándar (SPT). El ensayo DPL, se realizó de acuerdo a la NTP 339.159 y Norma DIN 4094 (Norma Alemana), los mismos que se describen a continuación:

Se retiró el material orgánico, hasta encontrar un nivel de suelo apto para el ensayo libre de material orgánico.

Se procedió a ensamblar el equipo DPL, y se marcó los niveles de referencia cada 10 cm en las varillas de acero a fin de facilitar la ejecución del ensayo.



Fotografía 2: Se visualiza el marcado de las varillas.

El equipo de sondeo fue apoyado firmemente, las varillas y el cono fueron niveladas inicialmente para que las barras ingresen verticalmente.

Se procedió al hincado continuo de la punta cónica, utilizando la energía de un martillo de 10 kg de peso, que cae libremente desde una altura de 50 cm.



Fotografía 3: Se visualiza la realización del ensayo DPL.

Se realizó el registro del número de golpes por cada 10 cm, hasta una profundidad de 3.00 m o hasta que se produzca el rechazo del suelo, el cual indicaría la llegada a un estrato más resistente.



Fotografía 4: Registro del número de golpes por cada 10 cm.

Los ensayos de DPL fueron realizados con el apoyo de algunas personas, acompañados de las tesisistas, que supervisaron en todo momento las labores realizadas.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los ensayos de penetración dinámica ligera (DPL) y las profundidades alcanzadas.

Tabla 9: Resumen de ensayos DPL.

SONDAJE	PROF. (m)	UBICACIÓN
DPL-1	3.00	a 0.5 m de C1
DPL-2	2.00	a 0.5 m de C2
DPL-3	3.00	a 0.5 m de C3
DPL-4	2.50	a 0.5 m de C4
DPL-5	3.00	a 0.5 m de C5
DPL-6	2.10	a 0.5 m de C6
DPL-7	3.00	a 0.5 m de C7
DPL-8	3.00	a 0.5 m de C8

DPL-9	3.00	a 0.5 m de C9
DPL-10	2.00	a 0.5 m de C10
DPL-11	3.50	a 0.5 m de C11
DPL-12	1.80	a 0.5 m de C12
DPL-13	1.70	a 0.5 m de C13
DPL-14	2.30	a 0.5 m de C14
DPL-15	3.00	a 0.5 m de C15
DPL-16	2.00	a 0.5 m de C16
DPL-17	3.00	a 0.5 m de C17

En las siguientes tablas se presenta el registro del número de golpes por cada 10 cm de cada uno de los ensayos DPL ejecutados.

Tabla 10: Registro del número de golpes por cada 10 cm. (DPL1-DPL9).

PROF.(m)	N _{DPL1}	N _{DPL2}	N _{DPL3}	N _{DPL4}	N _{DPL5}	N _{DPL6}	N _{DPL7}	N _{DPL8}	N _{DPL9}
0.1	3	1	4	4	2	4	7	1	6
0.2	7	2	7	11	2	2	7	2	8
0.3	11	1	11	17	2	2	7	2	10
0.4	16	2	16	18	3	2	8	2	12
0.5	15	2	15	26	3	2	8	3	11
0.6	14	2	11	27	4	4	8	4	14
0.7	13	3	4	28	2	3	8	5	12
0.8	16	3	3	26	3	2	8	6	10
0.9	10	9	7	27	3	2	7	6	11
1.0	7	24	2	27	4	2	9	7	9
1.1	8	20	2	25	3	18	9	8	12
1.2	9	24	3	12	4	40	8	7	7
1.3	9	21	3	5	5	28	7	7	6
1.4	9	23	3	3	4	30	8	7	5
1.5	7	29	5	4	4	21	7	8	7
1.6	10	32	3	4	4	21	8	7	6
1.7	11	31	4	4	5	25	9	10	7
1.8	10	33	2	4	4	25	8	10	7
1.9	11	31	3	3	7	26	9	10	5
2.0	16	35	4	6	6	28	9	13	6
2.1	16		8	6	6	31	9	13	5
2.2	14		6	6	6		7	13	6
2.3	11		9	5	5		8	15	8
2.4	14		5	5	5		9	14	7
2.5	23		5	5	6		9	15	7
2.6	24		5		5		6	16	7
2.7	24		3		5		10	17	6
2.8	24		5		5		10	12	6
2.9	28		6		5		9	14	6
3.0	26		5		5		9	15	6

Tabla 11: Registro del número de golpes por cada 10 cm. (DPL10-DPL17).

PROF.(m)	N _{DPL10}	N _{DPL11}	N _{DPL12}	N _{DPL13}	N _{DPL14}	N _{DPL15}	N _{DPL16}	N _{DPL17}
0.1	1	1	11	2	4	1	2	4
0.2	2	2	15	9	9	3	7	4
0.3	10	1	18	11	7	4	3	4
0.4	10	2	17	10	8	3	6	4
0.5	7	2	21	15	11	3	7	6
0.6	9	4	19	11	9	2	15	6
0.7	8	5	19	12	11	2	13	7
0.8	16	4	24	17	14	6	18	11
0.9	14	4	31	17	12	3	20	19
1.0	12	4	28	18	12	4	19	18
1.1	12	4	32	18	12	7	25	34
1.2	12	4	30	18	10	5	26	33
1.3	16	4	32	12	11	6	30	25
1.4	18	4	31	15	12	6	32	22
1.5	20	4	39	28	14	6	32	14
1.6	17	5	40	29	17	8	31	11
1.7	16	5	40	42	17	8	29	9
1.8	22	5	42		16	7	31	10
1.9	37	5			18	7	29	29
2.0	37	8			21	7	40	36
2.1		6			27	7		45
2.2		6			37	9		29
2.3		5			41	8		34
2.4		6				8		36
2.5		5				8		53
2.6		6				9		27
2.7		6				10		10
2.8		7				10		10
2.9		6				9		9
3.0		10				10		10

4.1.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Esta etapa tiene como objetivo determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo; los ensayos de laboratorio se efectuaron en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, los que se detallan a continuación:

- Contenido de humedad. ASTM D 2216
- Limite líquido y limite plástico. ASTM D 4318
- Análisis granulométrico por tamizado. ASTM D 422

4.1.2.1 CONTENIDO DE HUMEDAD

Realizadas las calicatas, se tomaron muestras representativas de los estratos para obtener su contenido de humedad natural con la que podemos definir si el suelo se encuentra en estado húmedo o saturado y así evaluar los parámetros en su condición más desfavorable (caso saturado) si así el suelo se presentara, para el cual se siguieron los siguientes procedimientos:

- Se pesó la tara metálica donde se va a colocar la muestra húmeda.
- Se pesó el recipiente con la muestra húmeda y se colocó el recipiente a la estufa hasta secar la muestra a una temperatura de $110 \pm 5^\circ \text{C}$.
- Se retiró la muestra de la estufa y se la dejó enfriar a temperatura ambiente.
- Se pesó el depósito con la muestra ya seca y se procedió al cálculo del contenido de humedad de la muestra.

4.1.2.2 LIMITE LÍQUIDO

Procedimientos:

- Obtener la muestra por cuarteo para poder llevar al horno durante 24 horas, preparar la muestra seca disgregándolo con un mortero y pasarlo por la malla N° 40 para obtener una muestra representativa de aproximadamente 250 gr.



Fotografía 5: Tamizado de muestra seca por el tamiz N° 40.

- Colocar la muestra pasante por la malla N° 40 aprox. 100 gr. en una vasija de porcelana y añadir una poca cantidad de agua, dejar que la muestra se humedezca, mezclar con ayuda de la espátula hasta que el color sea uniforme y conseguir una mezcla homogénea (La consistencia del suelo debe ser pegajosa). Se coloca una pequeña cantidad de muestra húmeda en la parte central de la copa Casagrande y se nivela la superficie.



Fotografía 6: Muestra húmeda nivelada en la Copa Casagrande.

- Luego se pasa el acanalador por el centro de la copa Casagrande para cortar en dos la muestra de suelo, la ranura debe apreciarse claramente. La mayor profundidad del suelo en la copa debe ser igual a la altura de la cabeza del acanalador ASTM.



Fotografía 7: Muestra ranurada en dos con el acanalador.

- Poner en movimiento la Copa Casagrande con ayuda de la manivela y proporcionar los golpes que sean necesarios para cerrar la ranura en 12.7 mm (1/2 pulg.), una vez cerrada la ranura en (1/2pulg.), registrar la cantidad de golpes y tomar una muestra de la parte central (donde se cerró la ranura).



Fotografía 8: Cierre de ranura en (1/2pulg.) y cuarteo de muestra.

- Colocar en una tara enumerada de peso conocido y pesar, llevar al horno durante 24 horas una vez seca la muestra pesar y determinar el contenido de humedad. Este proceso se repite nuevamente con dos muestras más para lograr tres puntos a diferentes contenidos de humedad.

Los siguientes rangos de golpes son los recomendados:

40 a 30 golpes

25 a 30 golpes

20 a 25 golpes

20 a 15 golpes



Fotografía 9: Secado de muestra en horno (24 horas).



Fotografía 10: Muestra seca y pesada para hallar el contenido de humedad.

4.1.2.3 LIMITE PLÁSTICO

Procedimientos:

- Obtener la muestra por cuarteo para poder llevar al horno a 110°C durante 24 horas, preparar la muestra seca disgregándolo con un mortero y pasarlo por la malla N° 40 para obtener una muestra representativa de aproximadamente 100 gr.



Fotografía 11: Tamizado de muestra.

- Se toma aproximadamente 20 gr del suelo pasante por la malla N° 40 y mezclar con agua en una capsula de porcelana. Luego amase el suelo sobre una placa de vidrio. Trate de formar rollitos cilíndricos de 3.2 mm de espesor y 10 cm de longitud sin romperlo, si no se logra añada un poco más de agua e inténtalo nuevamente hasta lograr formar el rollito La prueba sigue hasta que el rollito empieza a rajarse y tiende a desmoronarse.



Fotografía 12: Realización de Límite Plástico.

- Una vez producido el límite plástico se debe colocar el rollito en una tara enumerada de peso conocido, pesar y llevar al horno durante 24 horas. Una vez seca la muestra pesar y determinar el contenido de humedad, el cual corresponde al límite plástico. Se recomienda realizar este procedimiento al menos 3 veces para disminuir los errores de interpretación o medición.

4.1.2.5 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Procedimiento:

- Después de tener la muestra uniforme obtenida por cuarteo, pesar la muestra seleccionada y llevarlo al horno durante 24 horas. Una vez seca y fría la muestra, se procede a tomar el peso de la muestra.



Fotografía 13: Muestra seca y fría para el lavado.

- Lavar la muestra seca a través del tamiz N° 200. El material retenido en el tamiz N° 200 debe secarse en el horno por 24 horas, una vez extraída la muestra y enfriada se debe pesar.



Fotografía 14: Lavado de muestra seca a través del tamiz N° 200.

- Tamizar la muestra en el juego de tamices de malla cuadrada de (3", 2", 1-1/2", 1", 3/4", 3/8", N° 4, 10, 20, 40, 60, 100 y 200), donde se agita con un movimiento rotatorio horizontal de manera electrónica. Pesar la muestra retenida en cada tamiz en una balanza

con una sensibilidad de 0.1%. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso inicial de la muestra no debe diferir en más de 1%.



Fotografía 15: Realización del Análisis Granulométrico.

4.1.3 TRABAJO EN GABINETE:

En esta fase se ha procesado la información recolectada en la exploración de campo y ensayos de laboratorio, con la finalidad de determinar las características físicas, geomecánicas y perfiles estratigráficos de los suelos que nos permitan determinar la zonificación geotécnica del lugar.

4.1.3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

Se ha analizado e interpretado cada una de los resultados obtenidos en el laboratorio. Asimismo luego de obtener los resultados de la granulometría y plasticidad se ha procedido a realizar la clasificación de suelos con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

CALICATA	ESTRATO	PROFUNDIDAD	CONTENIDO DE HUMEDAD	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	%GRAVAS	%ARENAS	CLASIFICACIÓN SUCS
C1	E1	0.10-1.10	13.43%	32.2	29.36	2.84	53.29	36.1	GP-GM
	E2	1.10-2.30	50.44%	30.76	24.16	6.6	19.31	43.28	SM
C2	E1	0.10-0.60	13.43%	50.09	31.46	18.63	1.32	6.36	MH
C3	E1	0.10-0.60	8.96%	29.38	-	-	64.2	32.59	GW
	E2	0.60-0.95	36.97%	29.38	29.1	0.28	0.27	73.28	SM
	E3	0.95-1.85	25.00%	24.95	23.28	1.67	0.21	33.97	ML
	E4	1.85-2.30	46.75%	41.48	25.13	16.35	0.28	9.83	CL
C4	E1	0.10-1.20	7.48%	-	-	-	70.56	27.24	GW
	E2	1.20-2.10	41.90%	30.67	29.4	1.27	1.34	33.38	ML
	E3	2.10-2.50	40.77%	41.14	24.7	16.44	0.38	10.01	CL
C5	E1	0.10-0.70	28.27%	44.56	40.59	3.97	0	35.09	ML
	E2	0.70-2.30	44.65%	39.4	33.68	5.72	2.53	11	ML
C6	E1	0.10-0.60	23.17%	29.1	29.06	0.04	0.78	49.93	SM
	E2	0.60-1.40	29.96%	30.76	29.12	1.64	0.93	40.2	ML
	E3	1.40-2.20	8.36%	-	-	-	58.92	38.72	GW
C7	E1	0.10-2.00	23.99%	43.25	27.18	16.07	28.05	41.41	SM
C8	E1	0.10-2.00	43.17%	40.5	26.04	14.46	0	1.18	ML
C9	E1	0.10-1.00	9.83%	-	-	-	52.82	42.85	GW
	E2	1.00-1.30	41.54%	62.9	50.74	12.16	2.85	4.48	MH
	E3	1.30-1.90	34.51%	51.81	30.09	21.72	0.53	1.81	MH
C10	E1	0.10-1.90	19.77%	38.64	17.95	20.69	37.2	35.34	GC
C11	E1	0.10-0.70	38.41%	49.64	36.92	12.72	0.83	13.06	ML
	E2	0.70-2.00	44.98%	38.54	28.67	9.87	0	8.17	ML
C12	E1	0.10-1.90	25.84%	41.13	26.05	15.08	35.16	31.25	GM
C13	E1	0.10-1.90	15.98%	39.47	27.5	11.97	50.67	27.75	GM
C14	E1	0.10-1.30	2.69%	26.4	16.92	9.48	55.37	34.14	GP-GC
	E2	1.30-2.00	18.57%	24.93	10.59	18.57	40.59	35.31	GC
C15	E1	0.10-0.85	33.99%	41.11	31.38	9.73	0.1	9.8	ML
	E2	0.85-2.00	42.12%	41.52	33.2	8.32	0.12	4.47	ML
C16	E1	0.10-0.60	37.76%	27.91	24.25	3.67	2.49	10.2	ML
C17	E1	0.10-0.60	58.45%	25.63	24.29	1.34	27.74	41.97	SM

Tabla 12: Resultados de ensayos de laboratorio.

En el Anexo C se muestra los resultados de cada uno de los ensayos realizados en el laboratorio.

4.1.3.2 CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DEL SUELO

Las características o parámetros geomecánicos del suelo, ángulo de fricción interna (ϕ) y la Cohesión (c), fueron determinados con los datos obtenidos en la ejecución del ensayo de Penetración Dinámico Ligera (DPL), en base a correlaciones para encontrar el valor N de resistencia a la penetración estándar en función del tipo de suelo.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los parámetros geomecánicos, ángulo de fricción y cohesión por tipo de suelo y profundidad.

Tabla 13: Resumen del ángulo de fricción y cohesión por cada estrato.

ENSAYO	CLASIF. SUCS	PROF.(m)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	COHESIÓN (kg/cm ²)
DPL-1	GP-GM	0.10-1.10	29.69	-
	SM	1.10-2.30	29.49	-
DPL-2	MH	0.10-0.60	-	0.56
DPL-3	GW	0.10-0.60	26.00	-
	SM	0.60-0.95	21.30	-
	ML	0.95-1.85	-	0.68
	CL	1.85-2.30	-	0.76
DPL-4	GW	0.10-1.20	35.00	-
	ML	1.20-2.10	-	0.61
	CL	2.10-2.50	-	0.71
DPL-5	ML	0.10-2.30	-	0.64
DPL-6	SM	0.10-0.60	22.70	-
	ML	0.60-1.40	-	0.85
	GW	1.40-2.20	33.60	-
DPL-7	SM	0.10-2.00	27.60	-
DPL-8	ML	0.10-2.00	-	0.79

DPL-9	GW	0.10-1.00	29.07	-
	MH	1.00-1.90	-	0.74
DPL-10	GC	0.10-1.90	33.25	-
DPL-11	ML	0.10-2.00	-	0.66
DPL-12	GM	0.10-1.90	38.08	-
DPL-13	GM	0.10-1.90	34.55	-
DPL-14	GP-GC	0.10-1.30	29.8	-
	GC	1.30-2.00	34.79	-
DPL-15	ML	0.10-2.00	-	0.72
DPL-16	ML	0.10-0.60	-	0.96
DPL-17	SM	0.10-0.60	27.6	-

En el Anexo D se muestra el registro de sondeo de cada uno de los Ensayos DPL ejecutados.

4.1.3.3 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS DE CALICATAS

De acuerdo con la excavación de calicatas y resultados obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio se ha elaborado los perfiles estratigráficos de cada una de las calicatas, los cuales se describen a continuación:

Calicata 1:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-1.10 m.	Grava Limosa mal graduada de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 13.43 %
1.10-2.30 m.	Arena Limosa de Baja Plasticidad color mostaza, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 26.38 %
Calicata 2:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.

0.10-0.60 m.	Limo Inorgánico de Alta Plasticidad color plomo, material granular menor a 3/4", con un contenido de humedad de 50.44 %
Calicata 3:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-0.60 m.	Grava bien graduada color plomo, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 8.96 %
0.60-0.95 m.	Arena Limosa de Baja Plasticidad color plomo, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 36.97 %
0.95-1.85 m.	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color mostaza, material granular menor a 3/8", con un contenido de humedad de 25.00 %
1.85-2.30 m.	Arcilla Inorgánica de Baja Plasticidad color negro, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 46.75 %
Calicata 4:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-1.20 m.	Grava bien graduada color plomo, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 7.48 %
1.20-2.10 m.	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color anaranjado, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 41.90 %
2.10-2.50 m.	Arcilla Inorgánica de Baja Plasticidad color negro, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 40.77 %

Calicata 5:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-0.70 m.	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color negro, material granular menor a 4", con un contenido de humedad de 28.27 %
0.70-2.30 m.	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color anaranjado, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 44.65 %
Calicata 6:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-0.60 m.	Arena Limosa de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 3/8", con un contenido de humedad de 23.17 %
0.60-1.40 m.	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color anaranjado, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 29.96 %
1.40-2.20 m.	Grava bien Graduada color Plomo claro, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 8.36 %
Calicata 7:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-2.00 m.	Arena Limosa de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 1 1/2", con un contenido de humedad de 23.99 %
Calicata 8:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.

0.10-2.00 m.	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color anaranjado, con un contenido de humedad de 43.17 %
Calicata 9:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-1.00 m.	Grava bien Graduada color plomo, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 9.83 %
1.00-1.30 m.	Limo Inorgánico de Alta Plasticidad color negro, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 41.54 %
1.30-1.90 m.	Limo Inorgánico de Alta Plasticidad color marrón, con presencia de grava y un contenido de humedad de 34.51 %
Calicata 10:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-1.90 m.	Grava Arcillosa de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 19.77 %
Calicata 11:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-0.70 m.	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color mostaza, material granular menor a 3/8", con un contenido de humedad de 38.41 %
0.70-2.00 m.	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color anaranjado, con un contenido de humedad de 44.98 %

Calicata 12:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-1.90 m.	Grava Limosa de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 2" y un contenido de humedad de 25.84 %
Calicata 13:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-1.90 m.	Grava Limosa de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 15.98 %
Calicata 14:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-1.30 m.	Grava Arcillosa mal graduada de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 2.69 %
1.30-2.00 m.	Grava Arcillosa de Baja Plasticidad color beige, material granular menor a 2 1/2 ", con un contenido de humedad de 18.57 %
Calicata 15:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-0.85 m.	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color negro, material granular menor a 3/8", con un contenido de humedad de 33.99 %
0.85-2.00 m.	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color marrón, material granular menor a 3/8", con un contenido de humedad de 42.12 %

Calicata 16:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-0.60 m.	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color marrón, material granular menor a 3/8", con un contenido de humedad de 42.54 %
Calicata 17:	
0.00-0.10 m.	Material orgánico.
0.10-0.60 m.	Arena Limosa de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 1 1/2", con un contenido de humedad de 36.35 %

En el Anexo B se muestra el registro de los perfiles estratigráficos de cada calicata.

4.1.3.4 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

La zonificación está basada en toda la información obtenida de las características físicas, geomecánicas, asimismo se han elaborado cortes transversales y longitudinales en todo el área de estudio, que nos permiten obtener una imagen más clara de la composición del suelo, siendo información necesaria para elaborar la Zonificación del área de estudio.

El área de estudio se ha zonificado en cinco zonas geotécnicas que representan adecuadamente el comportamiento de los suelos de fundación, cada una de estas zonas están agrupadas en función del tipo de suelo, propiedades físicas y geomecánicas del suelo.

Zona 1: El suelo presenta superficialmente un suelo orgánico con presencia de vegetación de 0.10 m de espesor, y a partir de 0.10 m a 0.60 m un suelo tipo Arena Limosa (SM), seguido de un suelo Limo de baja plasticidad (ML) con un espesor que varía desde de 0.60 m a 1.00 m, y a partir 1.00 m a 2.20 m presenta un suelo de material granular de tipo Grava bien Graduada (GW).

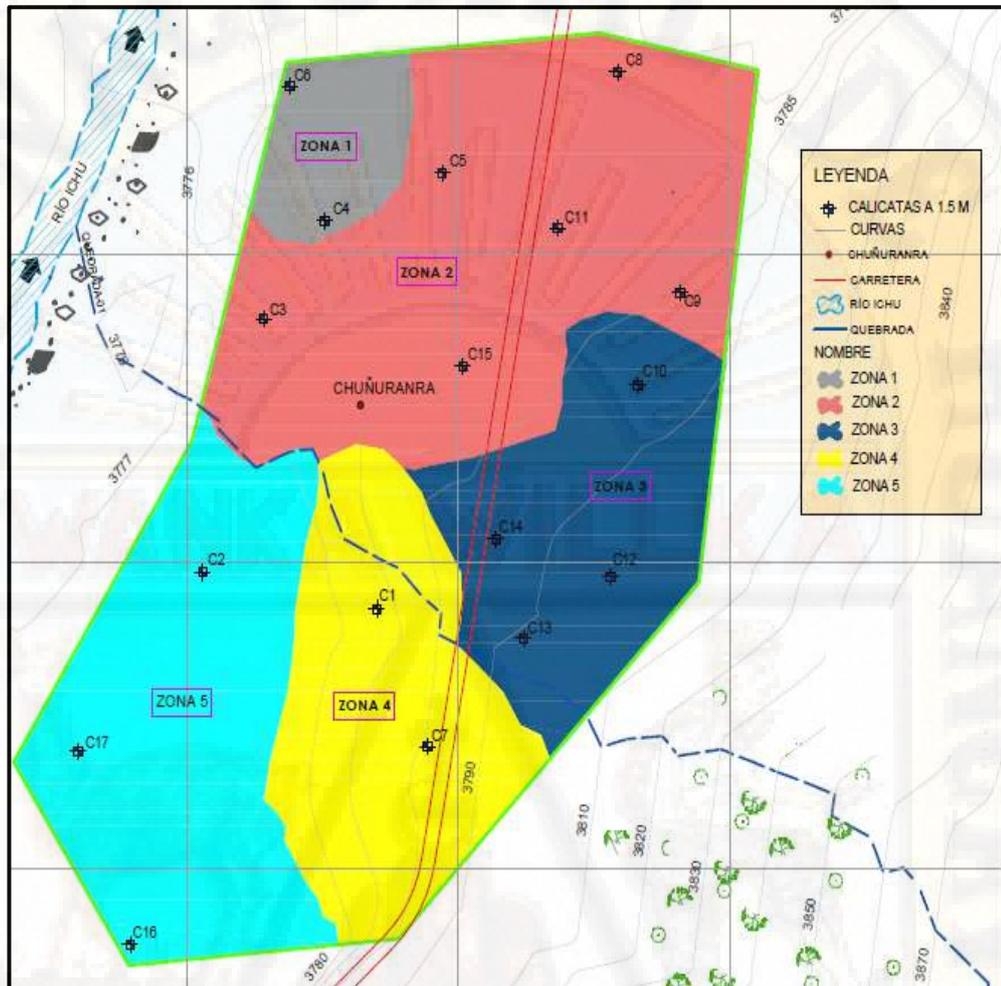
Zona 2: El suelo presenta superficialmente un suelo orgánico de 0.10 m de espesor, y a partir de 0.10 m a 2.50 m presenta una capa predominante de Limo de baja plasticidad (ML).

Zona 3: El suelo presenta superficialmente un suelo orgánico de 0.10 m de espesor, y a partir de 0.10 a 2.00 m presenta un suelo de tipo Grava arcillosa (GC), Grava limosa (GM).

Zona 4: El suelo presenta superficialmente un suelo orgánico de 0.10 m de espesor, y a partir de 0.10 m a 2.30 m posee una capa predominante de Arena Limosa (SM).

Zona 5: El suelo presenta superficialmente un suelo orgánico de 0.10 m de espesor, seguido de un suelo Arena limosa (SM) con un espesor que varía desde 0.10 m a 0.60 m, y a partir de 0.60 m a 2.60 m presenta un suelo gravoso según ensayo DPL, en esta zona a partir de 0.60 m hay presencia de nivel freático.

Figura 11: Zonificación Geotécnica del Sector de Chuñuranra.



4.1.3.4 CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

Para el cálculo de la capacidad portante se ha utilizado los parámetros definidos según los resultados de los ensayos de campo y laboratorio, aplicándose el método de Meyerhof, para una cimentación superficial típica cuadrada de dimensiones de 1.20 m x 1.20 m y 1.50 m x 1.50 m a profundidades de desplante de 0.80 m, 1.00 m, 1.20 m, 1.50 m, 1.80 m y 2.00 m.

El cálculo de la capacidad portante se ha efectuado por cada zona geotécnica definida, siendo los parámetros del suelo con fines de cálculo los siguientes:

Tabla 14: Parámetros del suelo por zona geotécnica.

PARÁMETROS DEL SUELO			
ZONA 1	Estrato 1: SM (0.10-0.60 m)	c	0.00 kg/cm ²
		Ø	22.70°
		γ	16.87 kN/m ³
	Estrato 2: ML (0.60-1.00 m)	c	0.73 kg/cm ²
		Ø	0.00°
		γ	16.18 kN/m ³
	Estrato 3: GW (1.00-2.20 m)	c	0.00 kg/cm ²
		Ø	34.30°
		γ	17.65 kN/m ³
ZONA 2	Estrato 1: ML (0.10-2.50 m)	c	0.78 kg/cm ²
		Ø	0.00°
		γ	16.18 kN/m ³
ZONA 3	Estrato 1: GC, GM (0.10-2.00 m)	c	0.00 kg/cm ²
		Ø	32.40°
		γ	17.16 kN/m ³
ZONA 4	Estrato 1: SM (0.10-2.30 m)	c	0.00 kg/cm ²
		Ø	28.60°
		γ	16.87 kN/m ³
ZONA 5	Estrato 1: SM (0.10-0.60 m)	c	0.00 kg/cm ²
		Ø	27.60°
		γ	16.87 kN/m ³
	Estrato 2: GW,GP (0.60-2.60 m)	c	0.00 kg/cm ²
		Ø	33.40°
		γ	17.65 kN/m ³

Asimismo, según Pérez (2017), determina que la carga de la superestructura para una vivienda familiar típica de tres niveles es de 29.61 Tn (p.128).

Para la presente investigación, se considera una carga de P = 31 Tn, alcanzando una presión de 2.15 kg/cm², de acuerdo a lo siguiente:

$$Q_{ext} = \frac{P}{1.20 \times 1.20} = \frac{31}{1.44} = 21.53 \frac{\text{tn}}{\text{m}^2} = 2.15 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo que para garantizar una cimentación segura y estable se deberá cumplir la siguiente condición:

$$q_{adm} \geq Q_{ext}$$

q_{adm} = Capacidad de carga admisible segura.

Q_{ext} = Presión de la superestructura.

Para el caso de una cimentación superficial típica cuadrada de dimensiones 1.20 x 1.20 m:

Se realizó el cálculo a profundidades de desplante de 0.80 m, 1.00 m, 1.20 m, 1.50 m, 1.80 m y 2.00 m, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 15: Capacidad de carga para una zapata de dimensiones 1.2 m x 1.2 m

CAPACIDAD DE CARGA (Kg/cm ²)						
ZONA	Df= 0.80 m	Df= 1.00 m	Df= 1.20 m	Df= 1.50 m	Df= 1.80 m	Df= 2.00 m
	(1.2x1.2)	(1.2x1.2)	(1.2x1.2)	(1.2x1.2)	(1.2x1.2)	(1.2x1.2)
1	1.61	2.30	2.56	3.36	3.68	3.90
2	0.99	1.17	1.30	1.51	1.78	2.01
3	2.18	2.45	2.73	3.19	3.64	3.94
4	1.29	1.58	1.88	2.36	2.87	3.22
5	1.87	2.18	2.51	2.96	3.28	3.60

Se podrá notar de la **Tabla 15**, que conforme a los cálculos realizados hay zonas que a determinadas profundidades no cumplen con la condición anterior. Por lo que a continuación se realiza la descripción sobre los cálculos de capacidad carga por cada zona:

- En la zona 3, se puede cimentar a una profundidad mínima de 0.80 m siendo la capacidad de carga segura a esa profundidad de 2.18 kg/cm² mayor a 2.15 kg/cm².
- En la zona 1 y 5, se puede cimentar a una profundidad mínima de 1,00 m, siendo la capacidad de carga segura a esa profundidad mayor a 2.15 kg/cm².

- En la zona 4, se puede cimentar a una profundidad mínima de 1.50 m siendo la capacidad de carga segura a esa profundidad de 2.36 kg/cm² mayor a 2.15 kg/cm².
- En la zona 2, la capacidad segura a una profundidad de 2.00 m es de 2.01 kg/cm², siendo menor a la presión que ejerce la superestructura, lo que indica que deberá incrementarse la profundidad de desplante (Df) o el tamaño de la cimentación, a fin de que la cimentación no falle.

Para el caso de una cimentación superficial típica cuadrada de dimensiones 1.50 m x 1.50 m:

Se realizó el cálculo a profundidades de desplante de 0.80 m, 1.00 m, 1.20 m, 1.50 m, 1.80 m y 2.00 m, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 16: Capacidad de carga para una zapata de dimensiones 1.5 m x 1.5 m.

CAPACIDAD DE CARGA (Kg/cm ²)						
ZONA	Df= 0.80 m	Df= 1.00 m	Df= 1.20 m	Df= 1.50 m	Df= 1.80 m	Df= 2.00 m
	(1.5x1.5)	(1.5x1.5)	(1.5x1.5)	(1.5x1.5)	(1.2x1.2)	(1.2x1.2)
1	1.75	2.64	3.06	3.68	3.98	4.09
2	1.14	1.32	1.45	1.66	1.93	2.16
3	2.32	2.59	2.86	3.30	3.78	4.07
4	1.52	1.81	2.15	2.60	3.10	3.45
5	1.96	2.28	2.62	3.14	3.46	3.78

- En la zona 3, se puede cimentar a una profundidad mínima de 0.80 m siendo la capacidad de carga segura a esa profundidad de 2.32 kg/cm² mayor a 2.15 kg/cm².
- En la zona 1 y 5, se puede cimentar a una profundidad mínima de 1,00 m, siendo la capacidad de carga segura a esa profundidad mayor a 2.15 kg/cm².

- En la zona 4, se puede cimentar a una profundidad mínima de 1.20 m siendo la capacidad de carga segura a esa profundidad de 2.15 kg/cm² igual a 2.15 kg/cm².
- En la zona 2, se puede cimentar a una profundidad mínima de 2.00 m siendo la capacidad de carga segura a esa profundidad de 2.16 kg/cm² mayor a 2.15 kg/cm², por lo que a esa profundidad la cimentación no va fallar.

4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS

No presenta hipótesis.

4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La presente investigación inicio desde el reconocimiento del área de estudio, excavación de calicatas, ensayos de campo y laboratorio, con la finalidad de obtener las propiedades físicas y geomecánicas del suelo, el cual ayudo a zonificar el área de estudio, identificándose 5 zonas geotécnicas para el cual se realizó el cálculo de la capacidad de carga, tal y como fue planteado en los objetivos, obteniéndose los siguientes resultados:

Zona 1: Superficialmente presenta un suelo orgánico de 0.10 m de espesor, de 0.10 m a 0.60 m un suelo tipo Arena Limosa (SM), de 0.60 m a 1.00 m Limo de baja plasticidad (ML), y a partir 1.00 m a 2.20 m presenta un suelo de tipo Grava bien Graduada (GW). El ángulo de fricción ϕ varía entre 0 y 34.30 ° y la cohesión varía entre 0 y 0.73 kg/cm². La capacidad de carga q_s para una zapata cuadrada de ancho 1.2 m está entre 1.61 a 3.90 kg/cm² para profundidades de desplante de 0.80 m a 2.00 m.

Zona 2: Superficialmente presenta un suelo orgánico de 0.10 m de espesor, y a partir de 0.10 m a 2.50 m presenta una capa predominante de Limo de baja plasticidad (ML). El ángulo de fricción es de 0°, y la cohesión

es 0.78 kg/cm^2 . El q_s para una zapata cuadrada de ancho 1.2 m está entre 0.99 a 2.01 kg/cm^2 para profundidades de desplante de 0.80 m a 2.00 m .

Zona 3: El suelo presenta superficialmente un suelo orgánico de 0.10 m de espesor, y a partir de 0.10 a 2.00 m presenta un suelo de tipo Grava arcillosa (GC), hasta Grava limosa (GM). El ángulo de fricción es de $\phi = 32.4^\circ$, y la cohesión es 0 kg/cm^2 . El q_s para una zapata cuadrada de ancho 1.2 m está entre 2.18 a 3.94 kg/cm^2 para profundidades de desplante de 0.80 m a 2.00 m .

Zona 4: Superficialmente presenta un suelo orgánico de 0.10 m de espesor, y a partir de 0.10 m a 2.30 m posee una capa predominante de Arena Limosa (SM). El ángulo de fricción es de $\phi = 28.6^\circ$, y la cohesión es 0 kg/cm^2 . El q_s para una zapata cuadrada de ancho 1.2 m está entre 1.29 a 3.22 kg/cm^2 para profundidades de desplante de 0.80 m a 2.00 m .

Zona 5: Superficialmente presenta un suelo orgánico de 0.10 m de espesor, de 0.10 m a 0.60 m presenta un suelo Arena limosa (SM), y a partir de 0.60 m a 2.60 m presenta un suelo gravoso, en esta zona a partir de 0.60 m hay presencia de nivel freático. El ángulo de fricción ϕ varía entre 27.6° y 33.4° , y la cohesión es 0 kg/cm^2 . El q_s para una zapata cuadrada de ancho 1.2 m está entre 1.87 a 3.60 kg/cm^2 para profundidades de desplante de 0.80 m a 2.00 m .

Al igual que Baquerizo (2015) y Pérez (2017), se ha realizado la zonificación en base a las características físicas y geomecánicas del suelo determinándose la capacidad de carga para diferentes condiciones (profundidades de desplante y tamaños de cimentación), sin embargo los resultados obtenidos en el presente estudio, no pueden ser comparados, generalizados ni aplicados para otras zonas diferentes al estudiado, siendo válidos solamente para la zona de estudio, ya que el comportamiento del suelo es diferente en cada zona.

Asimismo, de acuerdo a nuestros resultados obtenidos se tiene que recalcar, que la capacidad de carga está condicionada a la geometría de la cimentación, profundidad de desplante y características del suelo, por lo que se ha determinado la capacidad de carga para el caso de una cimentación superficial típica.

Respecto a los resultados del ensayo DPL, la investigación realizada por Cotrina (2017), demuestra que la variación promedio de resultados de capacidad portante del DPL respecto al ensayo de Corte Directo es del 14%, lo que nos indica que los resultados obtenidos a partir del ensayo DPL son confiables.

CONCLUSIONES

- La presente investigación se ha elaborado en base a la Norma Técnica E.050 de Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- El área de estudio, está constituido básicamente por 5 Zonas geotécnicas, que constan de los siguientes tipos de suelos: Zona 1, Arena Limosa (SM), Limo de baja plasticidad (ML), Grava bien Graduada (GW); Zona 2, Limo de baja plasticidad (ML); Zona 3, Grava arcillosa (GC), Grava limosa (GM); Zona 4, Arena Limosa (SM); Zona 5, Arena limosa (SM) y suelo gravoso.
- De acuerdo a los valores de capacidad portante, las zonas 1, 3, 4 y 5, son las más adecuadas desde el punto de vista geotécnico con fines de cimentación, mientras que la zona 2 es la más desfavorable lo que indica que deberá incrementarse la profundidad de desplante (Df) o el tamaño de la cimentación, a fin de que la cimentación no falle.
- Los resultados obtenidos en la presente investigación, es una herramienta de trabajo y de guía, para la ciudadanía, autoridades y proyectistas para la correcta planificación del uso del territorio, de tal forma que se lleve un desarrollo sostenible de la zona.
- La Zonificación propuesta no es definitiva y necesariamente debe complementarse, actualizarse y ampliarse.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar la línea investigativa de los ensayos de campo, de tal forma que se vaya ampliando la información con la finalidad de que se tenga una zonificación de todo el Sector de Chuñuranra.
- Para obras de gran envergadura, se recomienda realizar estudios de ensayos especiales como: (Triaxial, Corte Directo), para la determinación de los parámetros geomecánicos del suelo.
- En la zona 5 se recomienda considerar obras de sub drenaje, previo a la construcción de cimentación para garantizar solides en la edificación, ya que hay presencia de nivel freático a profundidades de 0.60 m.
- No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmote o relleno sanitario, ya que estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad, antes de construir la cimentación y ser reemplazados con materiales seleccionados.
- Los resultados obtenidos en el presente estudio así como las conclusiones y recomendaciones señaladas, solo son válidos para la zona de estudio y no podrán ser aplicadas en otros sectores, puesto a que su comportamiento será completamente diferente al considerado en el presente estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guzmán T. C, Barrera A J. Metodología para la microzonificación de riesgos frente a amenazas naturales: Caso de estudio deslizamientos e inundaciones municipio de Mocoa departamento del Putumayo [Tesis]. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería; 2014.
- Barranco E. A. Caracterización geotécnica del subsuelo de la zona sur del valle de México con aplicación a una obra de infraestructura [Tesis]. México: Universidad Autónoma de México. Facultad de Ingeniería; 2016.
- Braja M. D. Fundamentos de ingeniería geotécnica. México (2001). Thomson Learning.
- Crespo, V. C. Mecánica de suelos y cimentaciones. México (2014). Limusa S.A.
- Cruzado M. F. Zonificación geotécnica para la cimentación de la presa de relaves Fraylones-Proyecto la Arena-La Libertad [Tesis]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería; 2014.
- Vásquez V. O. Evaluación geotécnica de los suelos de fundación en la zona urbana del Centro Poblado San Miguel de las Naranjas - Jaén [Tesis]. Jaén: Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería; 2014.
- Mendoza M. Características del Terreno [diapositivas]. 2016. 55 diapositivas.
- Perez C. D. Estudio de calidad de suelos con fines de cimentación - Asociación Pro - Vivienda “El Edén II” – Pimentel [Tesis]. Lima: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería; 2017.
- Castañeda S.L.R. Capacidad portante de los suelos de fundación de la Universidad Nacional de Cajamarca, en la zona suroeste y sureste utilizando el método penetración dinámica ligera (DPL) en comparación con el método por Corte Directo [Tesis]. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería; 2014.

- Pérez C.D. Estudio de Calidad de Suelos con fines de Cimentación – Asociación Pro – Vivienda “El Edén II” – Pimentel. [Tesis]. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería; 2017.
- Baquerizo C.C.D. Estudio geotécnico de suelos para la construcción del complejo deportivo Piuray Pampa, distrito de Chincheros Urubamba – Cusco [Tesis]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica; 2015.
- Romero C. J. Estudio geológico, geotécnico, hidrogeológico y de riesgo geológico del distrito de Yanahuara- Arequipa. [Tesis]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. Facultad de Geología, Geofísica y Minas; 2015.
- Instituto Geofísico del Perú. Zonificación sísmica geotécnica para siete distritos de Lima Metropolitana. [diapositivas]. 2010. 53 diapositivas.
- Hernando T. Zonificación Sísmica - Geotécnica del Área Urbana de Chosica [diapositivas]. 2012. 98 diapositivas.
- Tang M. D. Características Geotécnica de Talara (1992).
- M.Sc. Bosch. D. Geotecnia. [diapositivas]. 23 diapositivas.
- Robles B. D. Estudio de Suelos. [diapositivas]. 2014. 24 diapositivas.
- Nij Patzán. J. J. Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas (2009).
- Botía D. W. Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo. [Tesis]. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería; 2015.
- Atala A. C. A. Estudio experimental sobre correlaciones en suelos granulares finos (arenas) compactados, usando equipos de penetración [Tesis]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil; 2011.

APÉNDICE

ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO B: PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

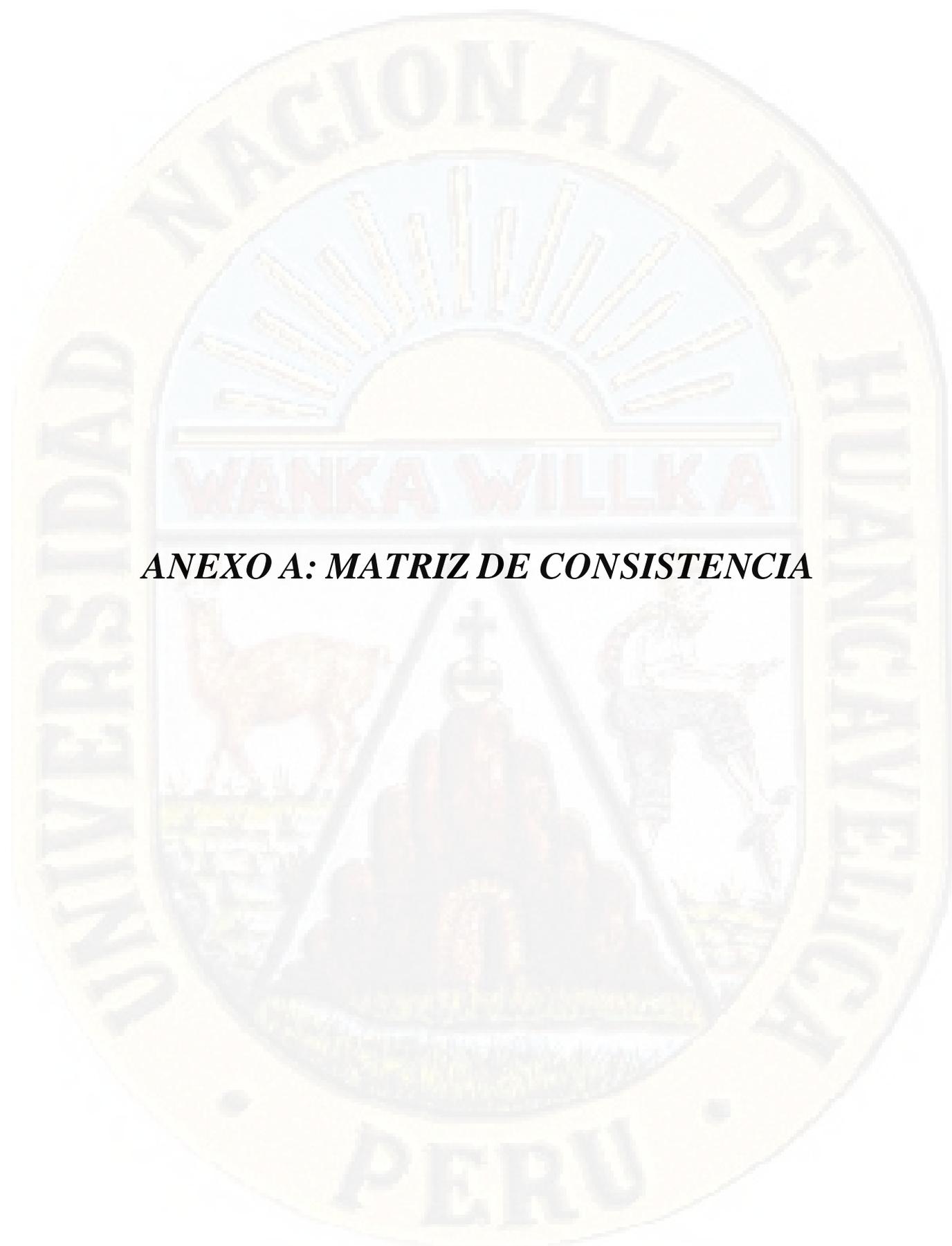
ANEXO C: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO D: REGISTRO DE SONDEO DPL

ANEXO E: PANEL FOTOGRÁFICO

ANEXO F: CONSTANCIA DE LABORATORIO

ANEXO G: PLANOS



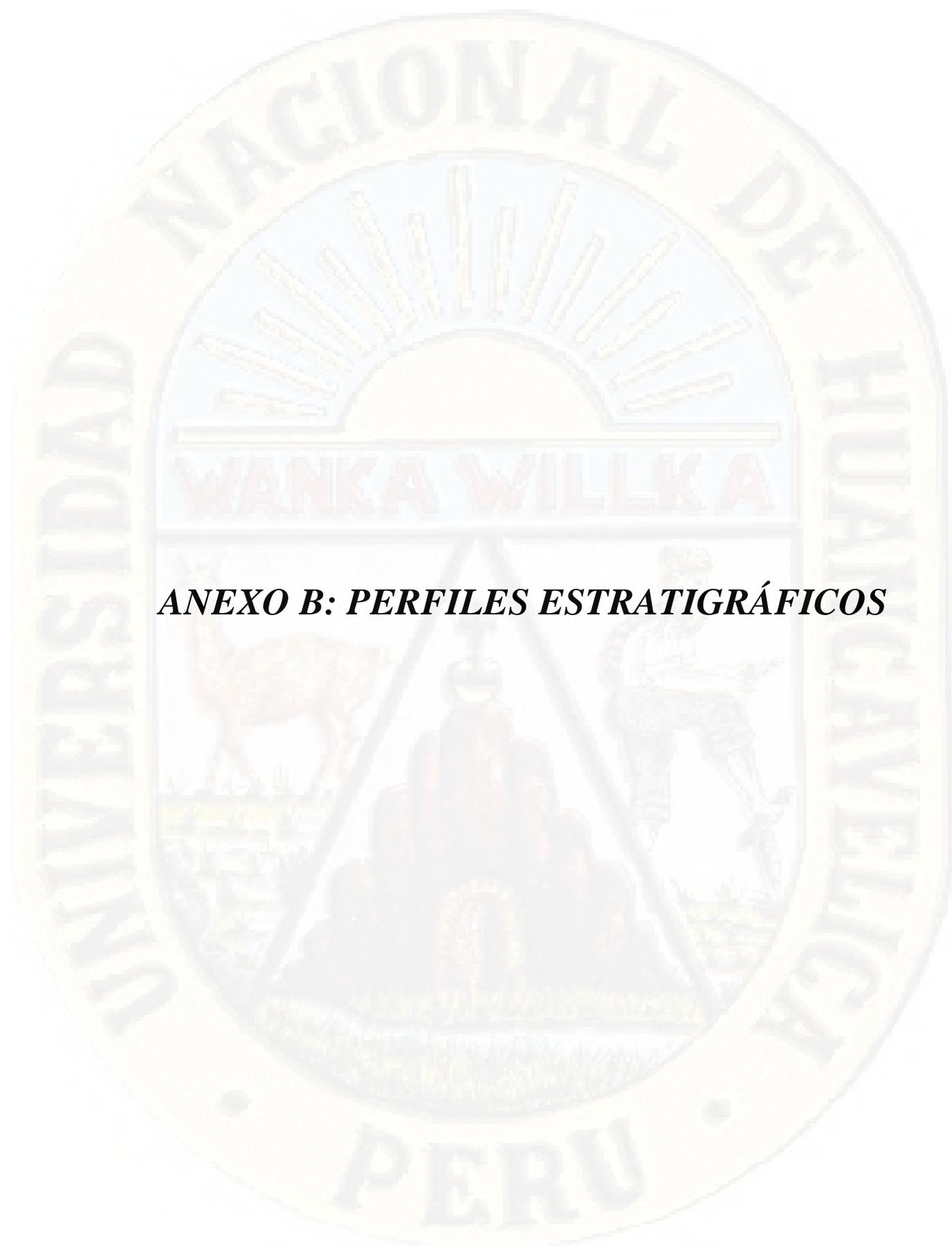
ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO:

ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA"

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo se viene dando la zonificación geotécnica del Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>a) ¿Cuáles son las características físicas del suelo para la zonificación geotécnica del Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica?</p> <p>b) ¿Cuáles son las características geomecánicas del suelo para la zonificación geotécnica del Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica?</p> <p>c) ¿Cuál es la capacidad portante del suelo de la zonificación geotécnica para una cimentación superficial típica en el Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Describir la zonificación geotécnica del Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>a) Describir las características físicas del suelo para la zonificación geotécnica del Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica.</p> <p>b) Describir las características geomecánicas del suelo para la zonificación geotécnica del Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica.</p> <p>c) Determinar la capacidad portante del suelo de la zonificación geotécnica para una cimentación superficial típica en el Sector de Chuñuranra, del Centro Poblado de Callqui Chico, del Distrito de Huancavelica, Provincia de Huancavelica.</p>	<p>ANTECEDENTES:</p> <p>A. INTERNACIONAL</p> <p>✓ Universidad Católica de Colombia- Colombia (2014): Guzmán y Barrera, “Metodología para la microzonificación de riesgos frente a amenazas naturales: Caso de estudio deslizamientos e inundaciones municipio de Mocoa departamento del Putumayo.”</p> <p>✓ Universidad Autónoma de México-México (2016): Barranco, “Caracterización geotécnica del subsuelo de la zona sur del valle de México con aplicación a una obra de infraestructura.”</p> <p>B. NACIONAL</p> <p>✓ Universidad Nacional de Cajamarca- Perú- (2014): Cruzado, “Zonificación geotécnica para la cimentación de la presa de relaves Fraylones -proyecto la arena-la Libertad.”</p> <p>✓ Universidad Nacional del Altiplano-Perú- (2014): Huaranca, “Propuesta metodológica de microzonificación ecológica y económica - caso microcuenca del río Zapatilla – Puno.”</p> <p>✓ Universidad Nacional Mayor de San Marcos- Perú- (2015): Baquerizo, “Estudio geotécnico de suelos para la construcción del complejo deportivo Piuray Pampa, distrito de Chincheros Urubamba – Cusco.”</p> <p>✓ Universidad Cesar Vallejo-Perú-(2017): Pérez, “Estudio de calidad de suelos con fines de cimentación - Asociación Pro - Vivienda “El Edén II” – Pimentel.”</p> <p>Marco Teórico Referencial</p> <p>✓ Sondeo</p> <p>✓ Ensayo DPL</p> <p>✓ Zonificación geotécnica</p> <p>✓ Exploración de suelos</p> <p>✓ Nivel freático</p> <p>✓ Granulometría</p> <p>✓ Capacidad Portante</p> <p>✓ Calicata</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>No presenta hipótesis.</p>	<p>a. VARIABLE</p> <p>Zonificación geotécnica.</p> <p>DIMENSIONES:</p> <p>1.Características Físicas</p> <p>2. Características Geomecánicas.</p> <p>3. Capacidad Portante.</p>	<p>TIPO: Aplicada.</p> <p>Hernández Sampieri (2010)</p> <p>NIVEL: Descriptivo</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo-Transversal</p> <p>POBLACIÓN: Sector de Chuñuranra, el cual abarca un área de 11.8 hectáreas.</p> <p>MUESTRA: Se realizara el estudio de un Área de 5,7506 ha, en el cual se realizaran 17 calicatas y 17 sondeos DPL distribuidas en todo el área. Según Norma E.050-Suelos Cimentaciones.</p> <p>MUESTREO: No probabilístico-Intencional</p> <p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:</p> <p>Técnicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recopilación de información existente • Reconocimiento de campo-observación. • Ensayos de campo. • Ensayos de laboratorio <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ficha de observación. • GPS • Copa Casagrande. • Equipo DPL <p>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS:</p> <p>Trabajo de laboratorio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensayo de Penetración Dinámico Ligero-DPL <p>Trabajo de laboratorio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contenido de humedad • Límites de ATTERBERG (limite líquido, limite plástico) • Peso específico • Análisis granulométrico <p>Trabajo en gabinete</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Excel • AutoCAD Civil 3D • Arcgis



ANEXO B: PERFILES ESTRATIGRÁFICOS



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 1

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 2.30

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LIMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20	E1	Grava Limosa mal graduada de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 13.43 %		GP-GM	32.20	29.36	2.84	-	29.69
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80									
0.90									
1.00									
1.10									
1.20	E2	Arena Limosa de Baja Plasticidad color mostaza, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 26.38 %		SM	30.76	24.16	6.60	-	29.49
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									
2.00									
2.10									
2.20									
2.30		N.F.							



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 2

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 0.60

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LIMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (Ø)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20		N.F. E1 Limo Inorgánico de Alta Plasticidad color plomo, material granular menor a 3/4", con un contenido de humedad de 50.44 %		MH	50.09	31.46	18.63	0.56	-
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80									
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucía Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 3

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 2.30

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LIMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20	E1	Grava bien graduada color plomo, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 8.96 %		GW	NP	NP	NP	-	26.0
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70	E2	Arena Limosa de Baja Plasticidad color plomo, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 36.97 %		SM	29.38	29.10	0.28	-	21.3
0.80									
0.90									
1.00									
1.10	E3	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color mostaza, material granular menor a 3/8", con un contenido de humedad de 25.00 %		ML	24.95	23.28	1.67	0.68	-
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									
2.00	E4	Arcilla Inorgánica de Baja Plasticidad color negro, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 46.75 %		CL	41.48	25.13	16.35	0.76	-
2.10									
2.20									
2.30									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 4

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 2.50

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LIMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20	E1	Grava bien graduada color plomo, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 7.48 %		GW	NP	NP	NP	-	35
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80									
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30	E2	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color anaranjado, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 41.90 %		ML	30.67	29.40	1.27	0.61	-
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									
2.00									
2.10	E3	Arcilla Inorgánica de Baja Plasticidad color negro, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 40.77 %		CL	41.14	24.70	16.44	0.71	-
2.20									
2.30									
2.40									
2.50									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 5

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 2.30

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LIMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20	E1	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color negro, material granular menor a 4", con un contenido de humedad de 28.27 %		ML	44.56	40.59	3.97	0.64	-
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80	E2	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color anaranjado, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 44.65 %		ML	39.40	33.68	5.72	0.64	-
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									
2.00									
2.10									
2.20									
2.30		N.F.							



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucía Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 6

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 2.20

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	GRÁFICO	CLAS.	LÍMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20	E1	Arena Limosa de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 3/8", con un contenido de humedad de 23.17 %		SM	29.10	29.06	0.04	-	22.7
0.30									
0.40									
0.50									
0.60	E2	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color anaranjado, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 29.96 %		ML	30.76	29.12	1.64	0.85	-
0.70									
0.80									
0.90									
1.00									
1.10									
1.20	E3	Grava bien Graduada color Plomo claro, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 8.36 %		GW	NP	NP	NP	-	33.60
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									
2.00									
2.10									
2.20									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 7

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 2.00

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LIMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.	~ ~ ~ ~ ~	PT					
0.20		<p style="text-align: center;">Arena Limosa de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 1 1/2", con un contenido de humedad de 23.99 %</p>		SM	43.25	27.18	16.07	-	27.6
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80									
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									
2.00									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"
TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales.
 Bach. Cinthia Paitan Ccanto.
UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica **CALICATA** : C - 8
FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018 **PROF. TOTAL (m)** : 2.00

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LÍMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20		E1 Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color anaranjado, con un contenido de humedad de 43.17 %		ML	40.50	26.04	14.46	0.79	-
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80									
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									
2.00									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 9

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 1.90

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN.	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLASIF.	LIMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20	E1	Grava bien Graduada color plomo, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 9.83 %		GW	NP	NP	NP	-	29.07
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70		Limo Inorgánico de Alta Plasticidad color negro, con presencia de gravas y un contenido de humedad de 41.54 %		MH	62.90	50.74	12.16	0.74	-
0.80									
0.90		Limo Inorgánico de Alta Plasticidad color marron, con presencia de grava y un contenido de humedad de 34.51 %		MH	51.81	30.09	21.72	0.74	-
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40		Limo Inorgánico de Alta Plasticidad color marron, con presencia de grava y un contenido de humedad de 34.51 %		MH	51.81	30.09	21.72	0.74	-
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucía Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 10

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 1.90

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN.	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLASIF.	LÍMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20	E1	Grava Arcillosa de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 19.77 %		GC	38.64	17.95	20.69	-	32.25
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80									
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 11

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 2.00

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LÍMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20	E1	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color mostaza, material granular menor a 3/8", con un contenido de humedad de 38.41 %		ML	49.64	36.92	12.72	0.66	-
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80	E2	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color anaranjado, con un contenido de humedad de 44.98 %		ML	38.54	28.67	9.87	0.66	-
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									
2.00									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"
TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales.
 Bach. Cinthia Paitan Ccanto.
UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica **CALICATA :** C - 12
FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018 **PROF. TOTAL (m) :** 1.90

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LÍMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20		Grava Limosa de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 2" y un contenido de humedad de 25.84 %		GM	41.13	26.05	15.08	-	38.08
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80	E1								
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 13

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 1.90

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LIMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (Ø)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20		<p style="text-align: center;">Grava Limosa de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 2', con un contenido de humedad de 15.98 %</p>		GM	39.47	27.50	11.97	-	34.55
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80									
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 14

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 2.00

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LIMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20	E1	Grava Arcillosa mal graduada de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 2", con un contenido de humedad de 2.69 %		GP-GC	26.40	16.92	9.48	-	29.8
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70									
0.80									
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30	E2	Grava Arcillosa de Baja Plasticidad color beige, material granular menor a 2 1/2", con un contenido de humedad de 18.57 %		GC	35.52	24.93	10.59	-	34.79
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									
2.00									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucía Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paítan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 15

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 2.00

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LÍMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20	E1	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color negro, material granular menor a 3/8", con un contenido de humedad de 33.99 %		ML	41.11	31.38	9.73	0.72	-
0.30									
0.40									
0.50									
0.60									
0.70	E2	Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color marron, material granular menor a 3/8", con un contenido de humedad de 42.12 %		ML	41.52	33.20	8.32	0.72	-
0.80									
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									
1.80									
1.90									
2.00									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucía Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 16

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 0.60

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LÍMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20		Limo Inorgánico de Baja Plasticidad color marron, material granular menor a 3/8", con un contenido de humedad de 42.54 %							
0.30	E1			ML	27.91	24.25	3.66	0.96	-
0.40									
0.50									
0.60	N.F.								
0.70									
0.80									
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									
1.70									



PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO : "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA, PROVINCIA DE HUANCAMELICA"

TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales.
Bach. Cinthia Paitan Ccanto.

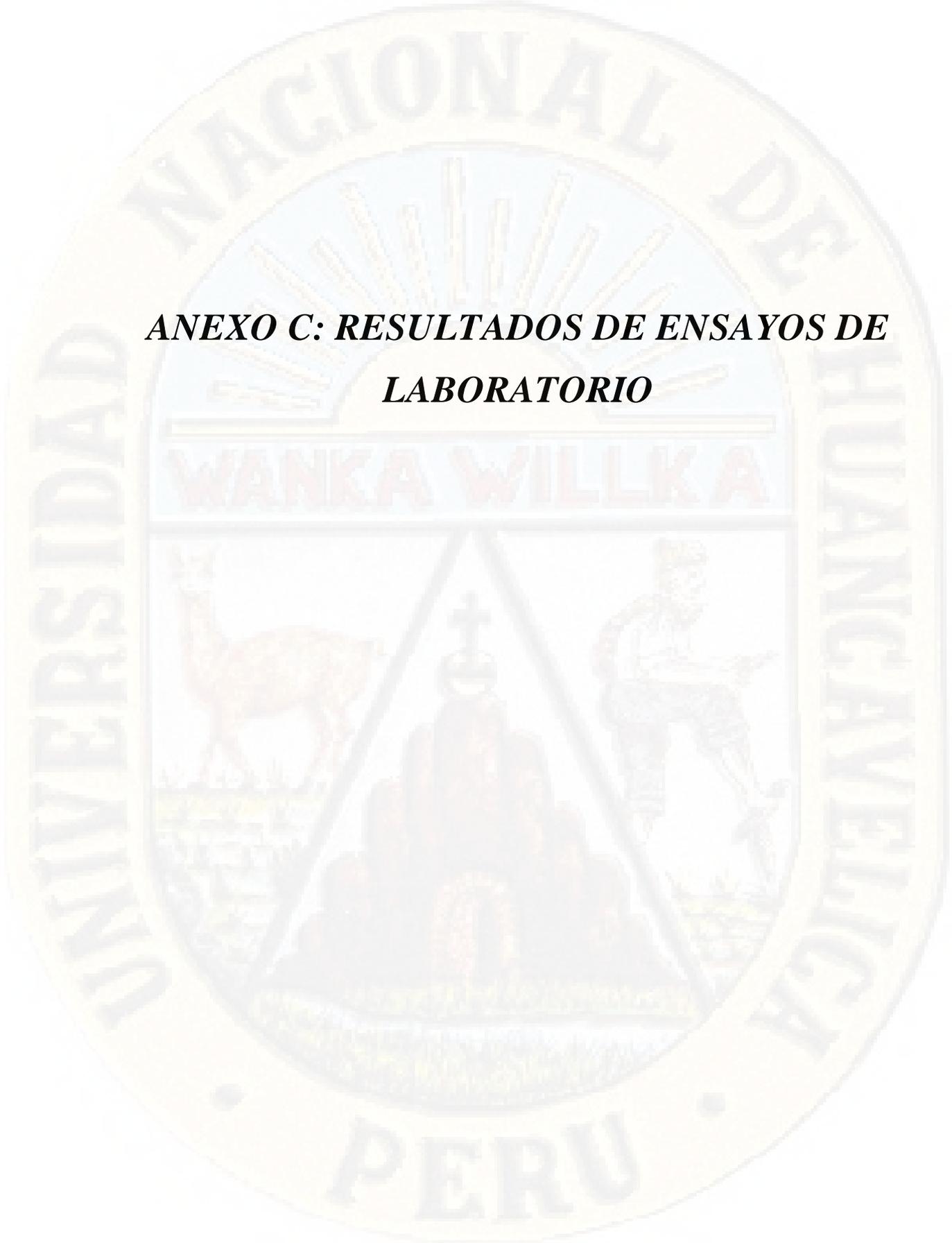
UBICACIÓN : Chuñuranra - Huancavelica

CALICATA : C - 17

FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018

PROF. TOTAL (m) : 0.60

PROF. (m)	ESTR.	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA GRÁFICA	CLAS.	LIMITES DE CONSISTENCIA			CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS	
				SUCS	L.L. %	L.P. %	I.P. %	COHESIÓN Kg/cm ² (C)	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°) (φ)
0.10		Material Orgánico.		PT					
0.20	E1	Arena Limosa de Baja Plasticidad color plomo, material granular menor a 1 1/2", con un contenido de humedad de 36.35 %		SM	37.46	27.68	9.78	-	27.6
0.30									
0.40									
0.50									
0.60	N.F.								
0.70									
0.80									
0.90									
1.00									
1.10									
1.20									
1.30									
1.40									
1.50									
1.60									

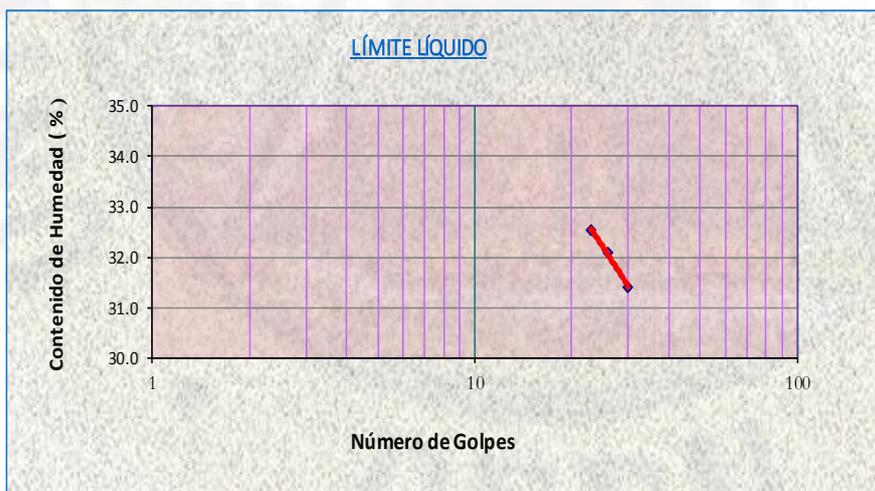


***ANEXO C: RESULTADOS DE ENSAYOS DE
LABORATORIO***

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 1
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

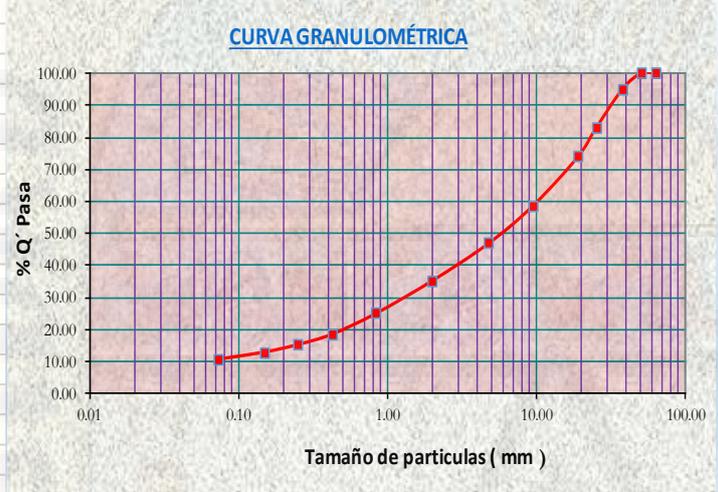
CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones :		Ubicación : C - 1		
Presencia de nivel freático a 2.30 m		Estrato : E1		
		Potencia : 1.00 m		
Tara Número	Unidades	T10	t10	T3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	164.41	68.88	153.46
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	148.12	63.01	139.56
Peso de la Tara	Gr	35.65	15.81	35.65
Peso de la Muestra Seca	Gr	112.47	47.20	103.91
Peso del Agua	Gr	16.29	5.87	13.90
Contenido de Humedad	%	14.48	12.44	13.38
Promedio		13.43 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :		C1		Potencia : 1.00 m	
				Estrato :		E1			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unid.	t13	t10	t7	M2	M3	M1		
Peso de la Tara	Gr	15.82	15.77	15.76	28.24	29.38	28.86	Límite Líquido:	LL = 32.20%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	23.27	22.89	26.72	30.81	32.24	31.93	Límite Plástico:	LP = 29.36%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	21.49	21.16	24.03	30.23	31.59	31.23	Índice de Plasticidad :	IP = 2.84%
Peso de la Muestra Seca	Gr	5.67	5.39	8.27	1.99	2.21	2.37	Contenido de Humedad :	Wn = 13.43%
Contenido de Humedad	%	31.39	32.10	32.53	29.15	29.41	29.54		
Número de Golpes		30	26	23	Promedio :		29.36		



Calicata :	C1
Estrato :	E1
Potencia :	1.00 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
30	31.39
26	32.10
23	32.53
25	32.20

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.		
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 1	
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

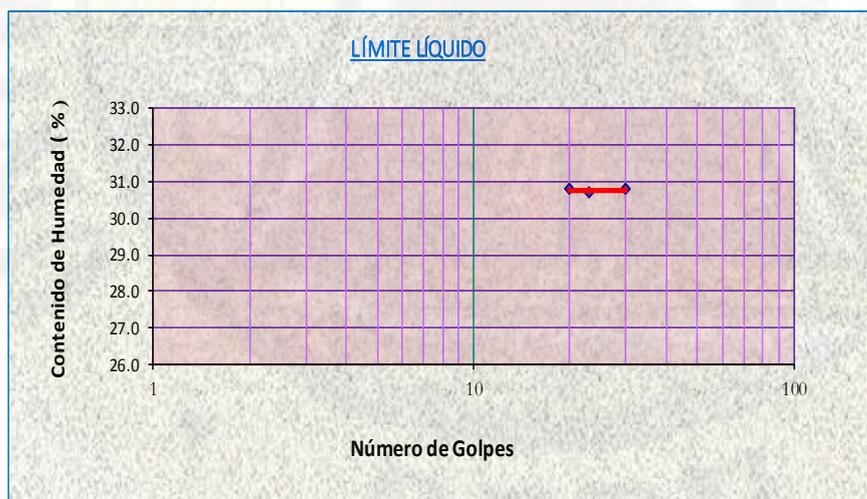
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422			
Peso Inicial de la Muestra Seca	4380.00	Gr	Ubicación :	C1			
Peso de la Muestra Después del Lavado	3905.00	Gr	Estrato :	E1			
Perdida por Lavado	475.00	Gr	Potencia :	1.00 m			
			Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	% Q' Pasa	
			2 1/2	63.500		0.00	100.00
			2	50.800		0.00	100.00
			1 1/2	38.100	215.22	4.91	95.09
			1	25.400	526.93	12.03	83.06
			3/4	19.050	403.68	9.22	73.84
			3/8	9.525	668.52	15.26	58.58
			4	4.760	519.74	11.87	46.71
			10	2.000	509.19	11.63	35.08
			20	0.840	445.46	10.17	24.91
			40	0.426	284.35	6.49	18.42
			60	0.250	143.57	3.28	15.14
			100	0.149	103.04	2.35	12.79
			200	0.074	95.37	2.18	10.61
Cazoleta		464.93	10.61	0.00			
Total Retenido :		4380.00	100.00				

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	10.61	Ubicación :	C1	Potencia :	1.00 m
% Que pasa la malla N° 40	18.42	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	35.08				
Límite Líquido	LL = 32.20%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 29.36%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 2.84%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	GP-GM	Clasificación de Suelos :	A-1		
Tipo de Suelo :	Grava Limosa Mal Graduada	Suelo :	A-1-a (0)		
		Tipo de suelo :	Fragmentos de Piedra, Grava y Arena		

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 1
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

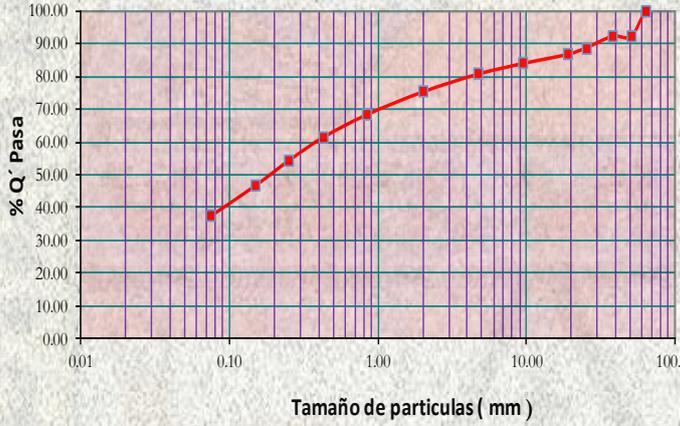
CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones :		Ubicación : C - 1		
Presencia de nivel freático a 2.30 m		Estrato : E2		
		Potencia : 1.20 m		
Tara Número	Unidades	T9	t9	T13
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	159.24	57.35	154.12
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	134.11	48.21	129.78
Peso de la Tara	Gr	35.71	15.29	35.60
Peso de la Muestra Seca	Gr	98.40	32.92	94.18
Peso del Agua	Gr	25.13	9.14	24.34
Contenido de Humedad	%	25.54	27.76	25.84
Promedio		26.38 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA	Ubicación :	Calicata :		C1		Potencia : 1.20 m			
		Estrato :		E2					
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unid.	t16	t3	t2	t11	t6	t8		
Peso de la Tara	Gr	15.76	15.69	15.78	15.67	15.73	15.74	Límite Líquido:	LL = 30.76%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	25.83	29.48	29.24	17.19	16.60	16.63	Límite Plástico:	LP = 24.16%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	23.46	26.24	26.07	16.89	16.43	16.46	Índice de Plasticidad :	IP = 6.60%
Peso de la Muestra Seca	Gr	7.70	10.55	10.29	1.22	0.70	0.72	Contenido de Humedad :	Wn = 26.38%
Contenido de Humedad	%	30.78	30.71	30.81	24.59	24.29	23.61		
Número de Golpes		30	23	20	Promedio :		24.16		



Calicata :	C1
Estrato :	E2
Potencia:	1.20 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
30	30.78
23	30.71
20	30.81
25	30.76

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.		
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 1	
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422			
Peso Inicial de la Muestra Seca	3755.00	Gr	Ubicación :	C1			
Peso de la Muestra Después del Lavado	2370.00	Gr	Estrato :	E2			
Perdida por Lavado	1385.00	Gr	Potencia :	1.20 m			
<p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</p> 			Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	% Q' Pasa	
			2 1/2	63.500	0.00	100.00	
			2	50.800	295.00	7.86	92.14
			1 1/2	38.100	0.00	0.00	92.14
			1	25.400	130.00	3.46	88.68
			3/4	19.050	75.00	2.00	86.68
			3/8	9.525	105.00	2.80	83.89
			4	4.760	120.00	3.20	80.69
			10	2.000	205.00	5.46	75.23
			20	0.840	260.00	6.92	68.31
			40	0.426	260.00	6.92	61.38
			60	0.250	265.00	7.06	54.33
			100	0.149	285.00	7.59	46.74
			200	0.074	350.00	9.32	37.42
Cazoleta		1405.00	37.42	0.00			
Total Retenido :		3755.00	100.00				

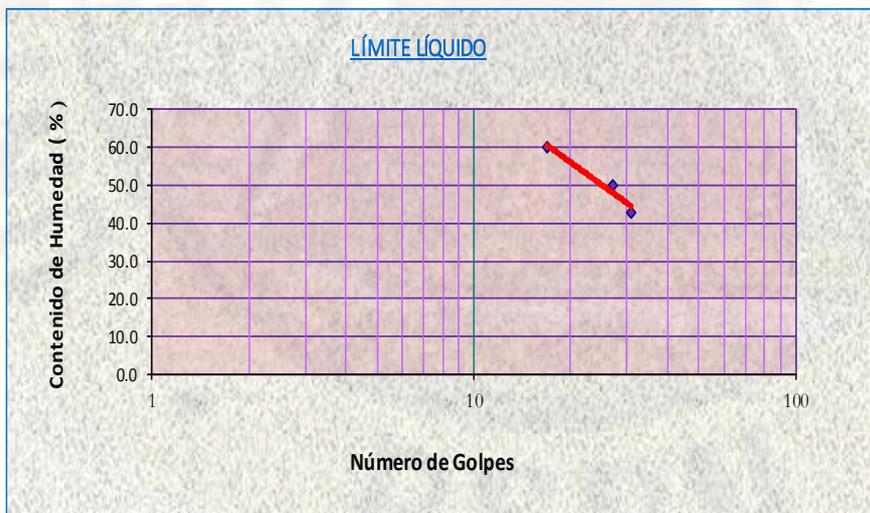
CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	37.42	Ubicación :	C1	Potencia :	1.20 m
% Que pasa la malla N° 40	61.38	Estrato :	E2		
% Que pasa la malla N° 10	75.23				
Límite Líquido	LL = 30.76%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 24.16%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 6.60%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	SM	Clasificación de Suelos :	A-4		
Tipo de Suelo :	Arena Limosa	Suelo :	A-4-(0)		
		Tipo de suelo :	Suelo Limoso		



PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.		
TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 2
LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

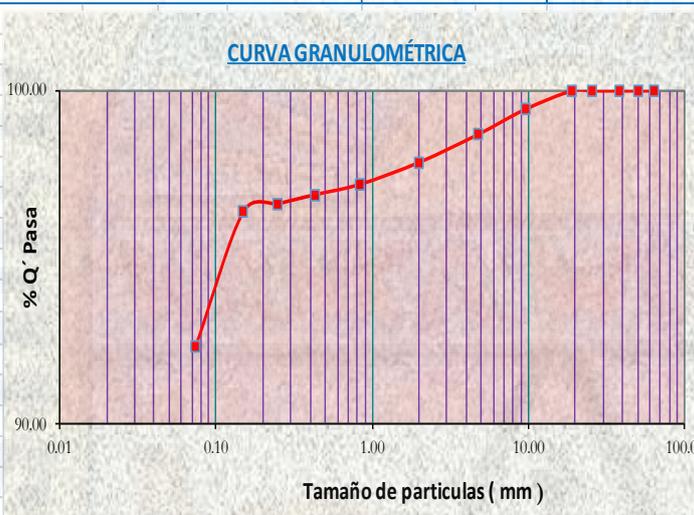
CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones :		Ubicación : C - 2		
Presencia de nivel freático a 0.30 m		Estrato : E1		
		Potencia : 0.50 m		
Tara Número	Unidades	T4	t4	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	183.91	72.98	180.11
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	139.37	50.66	136.02
Peso de la Tara	Gr	36.77	15.83	35.45
Peso de la Muestra Seca	Gr	102.60	34.83	100.57
Peso del Agua	Gr	44.54	22.32	44.09
Contenido de Humedad	%	43.41	64.08	43.84
Promedio		50.44 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :			Calicata :			C2	Potencia : 0.50 m	
					Estrato :			E1		
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia		
Tara Número	Unid.	t13	t7	t6	t9	t16	t15			
Peso de la Tara	Gr	15.70	15.76	15.68	15.27	15.75	15.65	Límite Líquido:	LL =	50.09%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	42.12	30.88	32.90	18.23	20.41	21.21	Límite Plástico:	LP =	31.46%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	34.21	25.83	26.45	17.52	19.28	19.90	Índice de Plasticidad :	IP =	18.63%
Peso de la Muestra Seca	Gr	18.51	10.07	10.77	2.25	3.53	4.25	Contenido de Humedad :	Wn =	50.44%
Contenido de Humedad	%	42.73	50.15	59.89	31.56	32.01	30.82			
Número de Golpes		31	27	17	Promedio :		31.46			



Calicata :	C2
Estrato :	E1
Potencia :	0.50 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
31	42.73
27	50.15
17	59.89
25	50.09

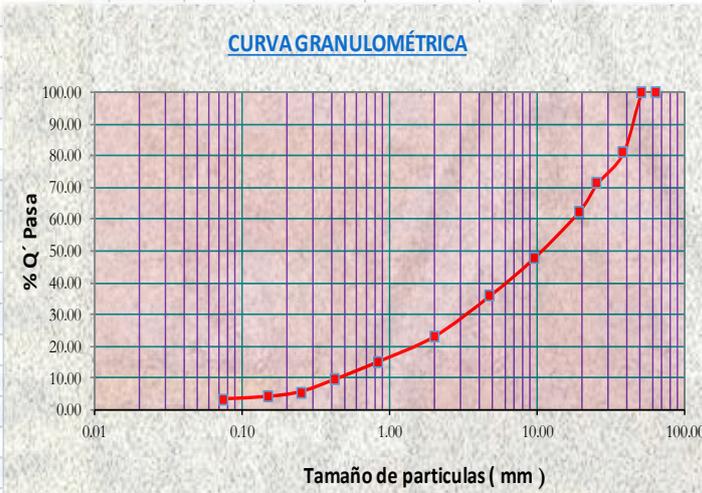
	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.		
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 2	
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422		
Peso Inicial de la Muestra Seca	3930.00	Gr	Ubicación :	C2		
Peso de la Muestra Después del Lavado	316.82	Gr	Estrato :	E1		
Pérdida por Lavado	3613.18	Gr	Potencia :	0.50 m		
 <p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</p>			Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	% Q' Pasa
			2 1/2	63.500	0.00	100.00
			2	50.800	0.00	100.00
			1 1/2	38.100	0.00	100.00
			1	25.400	0.00	100.00
			3/4	19.050	0.00	100.00
			3/8	9.525	22.19	99.44
			4	4.760	29.65	98.68
			10	2.000	32.94	97.84
			20	0.840	25.88	97.18
			40	0.426	12.53	96.87
			60	0.250	10.45	96.60
			100	0.149	9.69	96.35
200	0.074	158.41	92.32			
Cazoleta		3628.26	92.32	0.00		
Total Retenido :		3930.00	100.00			

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	92.32	Ubicación :	C2		Potencia : 0.50 m
% Que pasa la malla N° 40	96.87	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	97.84				
Límite Líquido	LL = 50.09%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 31.46%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 18.63%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	MH	Clasificación de Suelos :	A-7		
Tipo de Suelo :	Limo de Alta Plasticidad	Suelo :	A-7-5(21)		
		Tipo de suelo :	Suelo Arcilloso		

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 3
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 3		
		Estrato : E1		
		Potencia : 0.50 m		
Tara Número	Unidades	T3	t3	T14
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	184.06	63.07	183.12
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	172.90	58.81	171.23
Peso de la Tara	Gr	36.59	15.71	36.40
Peso de la Muestra Seca	Gr	136.31	43.10	134.83
Peso del Agua	Gr	11.16	4.26	11.89
Contenido de Humedad	%	8.19	9.88	8.82
Promedio		8.96 %		

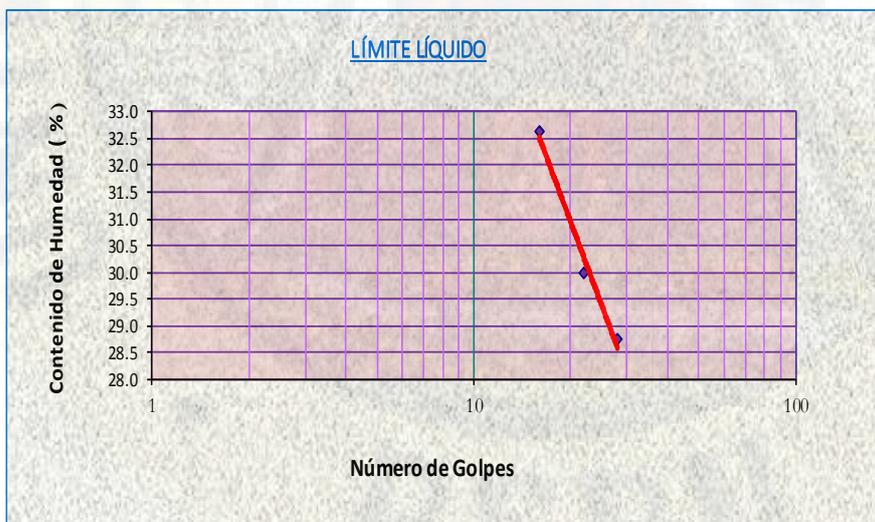
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO			Norma: ASTM D422	
Peso Inicial de la Muestra Seca	7150.00	Gr	Ubicación :	C3
Peso de la Muestra Después del Lavado	6925.00	Gr	Estrato :	E1
Pérdida por Lavado	225.00	Gr	Potencia :	0.50 m
			Tamiz	Abertura
				(mm)
			(gr.)	(%)
	2 1/2	63.500	0.00	100.00
	2	50.800	0.00	100.00
	1 1/2	38.100	1355.00	18.95
	1	25.400	695.00	9.72
	3/4	19.050	640.00	8.95
	3/8	9.525	1040.00	14.55
	4	4.760	860.00	12.03
	10	2.000	920.00	12.87
	20	0.840	565.00	7.90
	40	0.426	400.00	5.59
	60	0.250	280.00	3.92
	100	0.149	110.00	1.54
	200	0.074	55.00	0.77
	Cazoleta		230.00	3.22
	Total Retenido :		7150.00	100.00

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	3.22	Ubicación :	C3	Potencia :	0.50 m
% Que pasa la malla N° 40	9.44	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	22.94				
Límite Líquido	LL =	NP	D60 :	Cu :	36.99
Límite Plástico	LP =	NP	D30 :	Cc :	1.59
Índice de plasticidad	IP =	NP	D10 :		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	GW		Clasificación de Suelos :	A-1	
Tipo de Suelo :	Grava Bien Graduada		Suelo :	A-1-a (0)	
			Tipo de suelo :	Fragmentos de Piedra, Grava y Arena	

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C-3
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

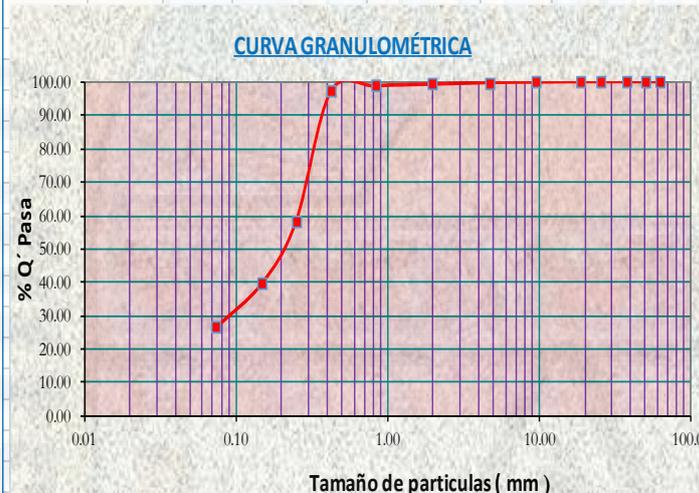
CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C-3		
		Estrato : E2		
		Potencia : 0.35 m		
Tara Número	Unidades	T5	t5	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	153.31	60.26	155.72
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	122.12	48.08	123.76
Peso de la Tara	Gr	36.43	15.67	37.20
Peso de la Muestra Seca	Gr	85.69	32.41	86.56
Peso del Agua	Gr	31.19	12.18	31.96
Contenido de Humedad	%	36.40	37.58	36.92
Promedio		36.97 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :			Calicata :			C3		Potencia : 0.35 m	
					Estrato :			E2			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia			
Tara Número	Unid.	t8	t6	t14	T9	T16	T15				
Peso de la Tara	Gr	15.74	16.16	15.68	36.88	35.64	35.60	Límite Líquido:	LL =	29.38%	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	37.24	34.14	29.50	46.49	38.70	46.34	Límite Plástico:	LP =	29.10%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	32.44	29.99	26.10	44.31	38.02	43.90	Índice de Plasticidad :	IP =	0.28%	
Peso de la Muestra Seca	Gr	16.70	13.83	10.42	7.43	2.38	8.30	Contenido de Humedad :	Wn =	36.97%	
Contenido de Humedad	%	28.74	30.01	32.63	29.34	28.57	29.40				
Número de Golpes		28	22	16	Promedio :		29.10				



Calicata :	C3
Estrato :	E2
Potencia :	0.35 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
28	28.74
22	30.01
16	32.63
25	29.38

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.		
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C-3	
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422		
Peso Inicial de la Muestra Seca	2906.01	Gr	Ubicación :	C3		
Peso de la Muestra Después del Lavado	2178.80	Gr	Estrato :	E2		
Pérdida por Lavado	727.21	Gr	Potencia :	0.35 m		
			Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	% Q' Pasa
			2 1/2	63.500	0.00	100.00
			2	50.800	0.00	100.00
			1 1/2	38.100	0.00	100.00
			1	25.400	0.00	100.00
			3/4	19.050	0.00	100.00
			3/8	9.525	3.36	99.88
			4	4.760	4.48	99.73
			10	2.000	13.75	99.26
			20	0.840	15.46	98.73
			40	0.426	47.27	97.10
			60	0.250	1134.38	58.06
			100	0.149	534.39	39.67
200	0.074	384.18	26.45			
Cazoleta		768.74	26.45	0.00		
Total Retenido :		2906.01	100.00			

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	26.45	Ubicación :	C3	Potencia :	0.35 m
% Que pasa la malla N° 40	97.10	Estrato :	E2		
% Que pasa la malla N° 10	99.26				
Límite Líquido	LL = 29.38%	D60 :	11.98	Cu :	25.49
Límite Plástico	LP = 29.10%	D30 :	2.40	Cc :	1.02
Índice de plasticidad	IP = 0.28%	D10 :	0.47		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	SM		Clasificación de Suelos :	A-2-4	
Tipo de Suelo :	Arena Limosa		Suelo :	A-2-4(0)	
			Tipo de suelo :	Arena Limosa	

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 3
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 3		
		Estrato : E3		
		Potencia : 0.90 m		
Tara Número	Unidades	T6	t6	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	155.03	68.52	153.38
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	139.23	52.43	137.52
Peso de la Tara	Gr	36.91	15.69	36.95
Peso de la Muestra Seca	Gr	102.32	36.74	100.57
Peso del Agua	Gr	15.80	16.09	15.86
Contenido de Humedad	%	15.44	43.79	15.77
Promedio		25.00 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :		C3		Potencia : 0.90 m	
				Estrato :		E3			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unid.	T8	T6	T14	t9	t16	t5		
Peso de la Tara	Gr	36.60	36.55	35.68	15.78	15.79	15.71	Límite Líquido:	LL = 24.95%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	65.62	56.14	62.32	23.04	25.25	23.61	Límite Plástico:	LP = 23.28%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	61.48	51.53	54.85	21.71	23.42	22.11	Índice de Plasticidad :	IP = 1.67%
Peso de la Muestra Seca	Gr	24.88	14.98	19.17	5.93	7.63	6.40	Contenido de Humedad :	Wn = 25.00%
Contenido de Humedad	%	16.64	30.77	38.97	22.43	23.98	23.44		
Número de Golpes		32	22	15	Promedio :		23.28		

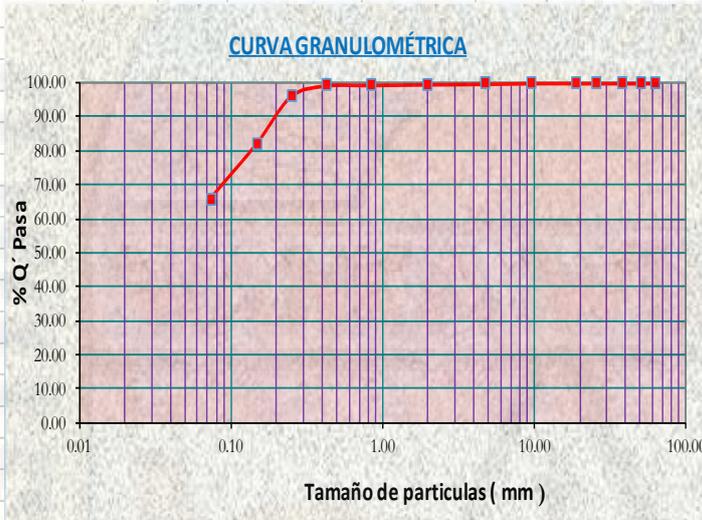


Calicata :	C3
Estrato :	E3
Potencia :	0.90 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
32	16.64
22	30.77
15	38.97
25	24.95

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.		
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C-3	
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422	
Peso Inicial de la Muestra Seca	4475.00	Gr	Ubicación :	C3	
Peso de la Muestra Después del Lavado	1560.00	Gr	Estrato :	E3	
Perdida por Lavado	2915.00	Gr	Potencia :	0.90 m	

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
2 1/2	63.500		0.00	100.00
2	50.800		0.00	100.00
1 1/2	38.100		0.00	100.00
1	25.400		0.00	100.00
3/4	19.050		0.00	100.00
3/8	9.525		0.00	100.00
4	4.760	9.39	0.21	99.79
10	2.000	6.23	0.14	99.65
20	0.840	9.08	0.20	99.45
40	0.426	7.53	0.17	99.28
60	0.250	146.35	3.27	96.01
100	0.149	623.48	13.93	82.08
200	0.074	727.39	16.25	65.82
Cazoleta		2945.55	65.82	0.00
Total Retenido :		4475.00	100.00	



CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	65.82	Ubicación :	C3	Potencia :	0.90m
% Que pasa la malla N° 40	99.28	Estrato :	E3		
% Que pasa la malla N° 10	99.65				
Límite Líquido	LL = 24.95%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 23.28%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 1.67%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	ML		Clasificación de Suelos :	A-4	
Tipo de Suelo :	Limo de baja Plasticidad.		Suelo :	A-4(0)	
			Tipo de suelo :	Suelo Limoso	

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 3
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 3		
		Estrato : E4		
		Potencia : 0.45 m		
Tara Número	Unidades	T7	t7	T9
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	156.74	68.14	158.89
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	119.18	50.90	120.84
Peso de la Tara	Gr	36.66	15.78	37.50
Peso de la Muestra Seca	Gr	82.52	35.12	83.34
Peso del Agua	Gr	37.56	17.24	38.05
Contenido de Humedad	%	45.52	49.09	45.66
Promedio		46.75 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :		C3		Potencia : 0.45 m	
				Estrato :		E4			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unid.	t7	t9	t4	T9	T10	T8		
Peso de la Tara	Gr	15.76	15.27	15.81	35.67	35.62	36.60	Límite Líquido:	LL = 41.48%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	19.69	18.04	21.85	36.83	36.64	37.81	Límite Plástico:	LP = 25.13%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	18.55	17.23	20.04	36.60	36.43	37.57	Índice de Plasticidad :	IP = 16.34%
Peso de la Muestra Seca	Gr	2.79	1.96	4.23	0.93	0.81	0.97	Contenido de Humedad :	Wn = 46.75%
Contenido de Humedad	%	40.86	41.33	42.79	24.73	25.93	24.74		
Número de Golpes		30	23	20	Promedio :		25.13		



Calicata :	C3
Estrato :	E4
Potencia :	0.45 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
30	40.86
23	41.33
20	42.79
25	41.48



PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.		
TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 3
LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

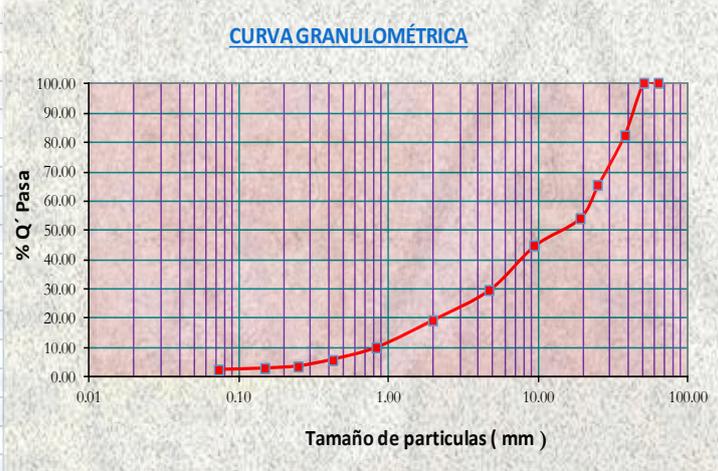
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422	
Peso Inicial de la Muestra Seca	3550.00	Gr	Ubicación :	C3	
Peso de la Muestra Después del Lavado	370.00	Gr	Estrato :	E4	
Perdida por Lavado	3180.00	Gr	Potencia :	0.45 m	

CURVA GRANULOMÉTRICA	Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido (%)	% Q' Pasa
	2 1/2	63.500		0.00	
2	50.800		0.00		100.00
1 1/2	38.100		0.00		100.00
1	25.400		0.00		100.00
3/4	19.050	9.00	0.25		99.75
3/8	9.525	0.00	0.00		99.75
4	4.760	0.90	0.03		99.72
10	2.000	1.55	0.04		99.68
20	0.840	2.17	0.06		99.62
40	0.426	2.43	0.07		99.55
60	0.250	5.55	0.16		99.39
100	0.149	73.00	2.06		97.34
200	0.074	264.16	7.44		89.89
Cazoleta		3191.24	89.89		0.00
Total Retenido :		3550.00	100.00		

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	89.89	Ubicación :	C3	Potencia :	0.45 m
% Que pasa la malla N° 40	99.55	Estrato :	E4		
% Que pasa la malla N° 10	99.68				
Límite Líquido	LL = 41.48%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 25.13%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 16.34%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	CL	Clasificación de Suelos :	A-7		
Tipo de Suelo :	Arcillas de Baja Plasticidad	Suelo :	A-7-6 (16)		
		Tipo de suelo :	Suelo Arcilloso		

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 4
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 4		
		Estrato : E1		
		Potencia : 1.10 m		
Tara Número	Unidades	T1	t1	T10
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	188.05	65.44	185.46
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	176.93	62.01	174.60
Peso de la Tara	Gr	30.36	15.90	28.30
Peso de la Muestra Seca	Gr	146.57	46.11	146.30
Peso del Agua	Gr	11.12	3.43	10.86
Contenido de Humedad	%	7.59	7.44	7.42
Promedio		7.48 %		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422			
Peso Inicial de la Muestra Seca	6525.00	Gr	Ubicación :		C4		
Peso de la Muestra Después del Lavado	6370.00	Gr	Estrato :		E1		
Perdida por Lavado	155.00	Gr	Potencia :		1.10 m		
 <p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</p>			Tamiz	Abertura	Retenido	% Q' Pasa	
				(mm)	(gr.)	(%)	
			2 1/2	63.500		0.00	100.00
			2	50.800		0.00	100.00
			1 1/2	38.100	1143.63	17.53	82.47
			1	25.400	1114.81	17.09	65.39
			3/4	19.050	755.25	11.57	53.81
			3/8	9.525	606.54	9.30	44.52
			4	4.760	983.55	15.07	29.44
			10	2.000	670.20	10.27	19.17
			20	0.840	604.60	9.27	9.91
			40	0.426	271.78	4.17	5.74
			60	0.250	148.75	2.28	3.46
			100	0.149	50.00	0.77	2.70
			200	0.074	31.93	0.49	2.21
Cazoleta		143.96	2.21	0.00			
Total Retenido :			6525.00	100.00			

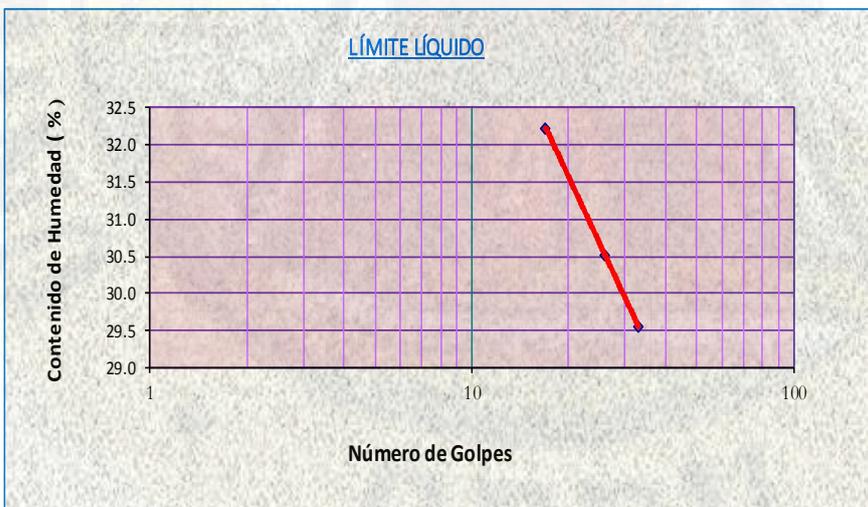
CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	2.21	Ubicación :		C4	Potencia : 1.10 m
% Que pasa la malla N° 40	5.74	Estrato :		E1	
% Que pasa la malla N° 10	19.17				
Límite Líquido	LL =	NP	D60 :	22.561	Cu : 26.36
Límite Plástico	LP =	NP	D30 :	4.972	Cc : 1.28
Índice de plasticidad	IP =	NP	D10 :	0.856	
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	GW		Clasificación de Suelos :	A-1	
Tipo de Suelo :	Grava Bien Graduada		Suelo :	A-1-a (0)	
			Tipo de suelo :	Fragmentos de Piedra, Grava y Arena	



PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.		
TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 4
LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

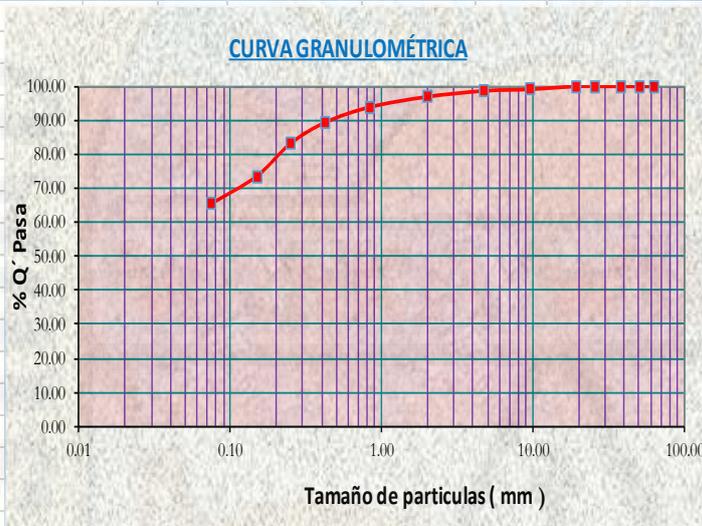
CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 4		
		Estrato : E2		
		Potencia : 0.90 m		
Tara Número	Unidades	T2	t2	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	139.79	57.71	140.02
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	109.50	45.09	109.86
Peso de la Tara	Gr	35.86	15.82	37.10
Peso de la Muestra Seca	Gr	73.64	29.27	72.76
Peso del Agua	Gr	30.29	12.62	30.16
Contenido de Humedad	%	41.13	43.12	41.45
Promedio		41.90 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :		C4		Potencia : 0.90 m	
				Estrato :		E2			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unid.	T8	t6	t14	T9	T16	T5		
Peso de la Tara	Gr	36.71	15.70	15.76	35.81	36.39	36.10	Límite Líquido:	LL = 30.67%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	60.91	32.25	30.45	41.67	47.13	44.15	Límite Plástico:	LP = 29.40%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	55.39	28.38	26.87	40.35	44.67	42.32	Índice de Plasticidad :	IP = 1.27%
Peso de la Muestra Seca	Gr	18.68	12.68	11.11	4.54	8.28	6.22	Contenido de Humedad :	Wn = 41.90%
Contenido de Humedad	%	29.55	30.52	32.22	29.07	29.71	29.42		
Número de Golpes		33	26	17	Promedio :		29.40		



Calicata :	C4
Estrato :	E2
Potencia :	0.90 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
33	29.55
26	30.52
17	32.22
25	30.67

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 4
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422			
Peso Inicial de la Muestra Seca	4510.00	Gr	Ubicación :	C4			
Peso de la Muestra Después del Lavado	1605.00	Gr	Estrato :	E2			
Pérdida por Lavado	2905.00	Gr	Potencia :	0.90 m			
			Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	% Q' Pasa	
			2 1/2	63.500	0.00	100.00	
			2	50.800	0.00	100.00	
			1 1/2	38.100	0.00	100.00	
			1	25.400	0.00	100.00	
			3/4	19.050	0.00	100.00	
			3/8	9.525	39.85	0.88	99.12
			4	4.760	20.41	0.45	98.66
			10	2.000	78.41	1.74	96.93
			20	0.840	136.21	3.02	93.91
			40	0.426	202.60	4.49	89.41
			60	0.250	281.35	6.24	83.17
			100	0.149	437.74	9.71	73.47
200	0.074	369.35	8.19	65.28			
Cazoleta		2944.08	65.28	0.00			
Total Retenido :		4510.00	100.00				

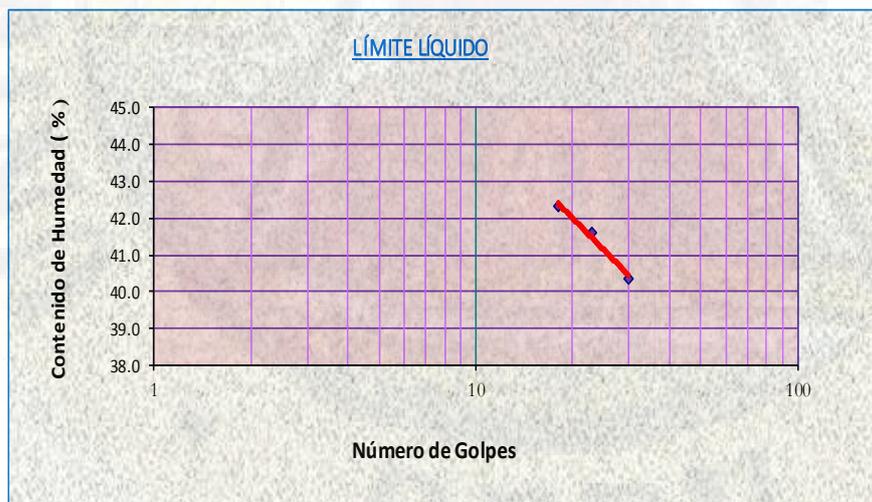
CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	65.28	Ubicación :	C4		Potencia : 0.90m
% Que pasa la malla N° 40	89.41	Estrato :	E2		
% Que pasa la malla N° 10	96.93				
Límite Líquido	LL = 30.67%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 29.40%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 1.27%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	ML		Clasificación de Suelos :	A-4	
Tipo de Suelo :	Limo de baja Plasticidad.		Suelo :	A-4(0)	
			Tipo de suelo :	Suelo Limoso.	



PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.		
TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 4
LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 4		
		Estrato : E3		
		Potencia : 0.40 m		
Tara Número	Unidades	T2	t2	T11
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	136.64	50.52	137.53
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	106.40	41.11	107.71
Peso de la Tara	Gr	35.86	15.82	37.10
Peso de la Muestra Seca	Gr	70.54	25.29	70.61
Peso del Agua	Gr	30.24	9.41	29.82
Contenido de Humedad	%	42.87	37.21	42.23
Promedio		40.77 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :		C4		Potencia : 0.40 m	
				Estrato :		E3			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unid.	t7	t9	t4	T10	T8	T9		
Peso de la Tara	Gr	15.76	15.27	15.81	35.62	36.60	35.67	Límite Líquido:	LL = 41.14%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	19.69	18.06	21.83	36.65	37.81	36.86	Límite Plástico:	LP = 24.70%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	18.56	17.24	20.04	36.45	37.57	36.62	Índice de Plasticidad :	IP = 16.44%
Peso de la Muestra Seca	Gr	2.80	1.97	4.23	0.83	0.97	0.95	Contenido de Humedad :	Wn = 40.77%
Contenido de Humedad	%	40.36	41.62	42.32	24.10	24.74	25.26		
Número de Golpes		30	23	18	Promedio :		24.70		

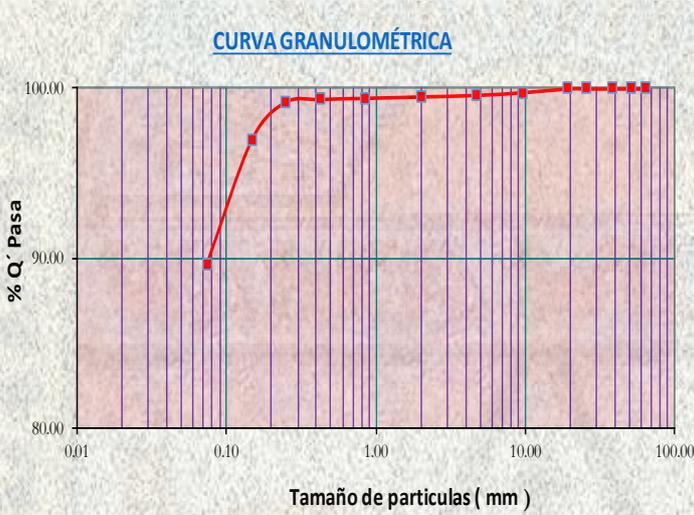


Calicata :	C4
Estrato :	E3
Potencia :	0.40 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
30	40.36
23	41.62
18	42.32
25	41.14

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.		
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 4	
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422	
Peso Inicial de la Muestra Seca	3655.00	Gr	Ubicación :	C4	
Peso de la Muestra Después del Lavado	400.00	Gr	Estrato :	E3	
Pérdida por Lavado	3255.00	Gr	Potencia :	0.40 m	

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
2 1/2	63.500		0.00	100.00
2	50.800		0.00	100.00
1 1/2	38.100		0.00	100.00
1	25.400		0.00	100.00
3/4	19.050		0.00	100.00
3/8	9.525	8.32	0.23	99.77
4	4.760	5.53	0.15	99.62
10	2.000	3.43	0.09	99.53
20	0.840	2.98	0.08	99.45
40	0.426	2.43	0.07	99.38
60	0.250	6.12	0.17	99.21
100	0.149	80.5	2.20	97.01
200	0.074	270.3	7.40	89.61
Cazoleta		3275.39	89.61	0.00
Total Retenido :		3655.00	100.00	



CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282		
% Que pasa la malla N° 200	89.89	Ubicación :	C3	Potencia :	0.45 m	
% Que pasa la malla N° 40	99.55	Estrato :	E4			
% Que pasa la malla N° 10	99.68					
Límite Líquido	LL =	41.48%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP =	25.13%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP =	16.34%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO			
Clasificación de suelos:	CL		Clasificación de Suelos :	A-7		
Tipo de Suelo :	Arcillas de Baja Plasticidad		Suelo :	A-7-6 (16)		
			Tipo de suelo :	Suelo Arcilloso		

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 5
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

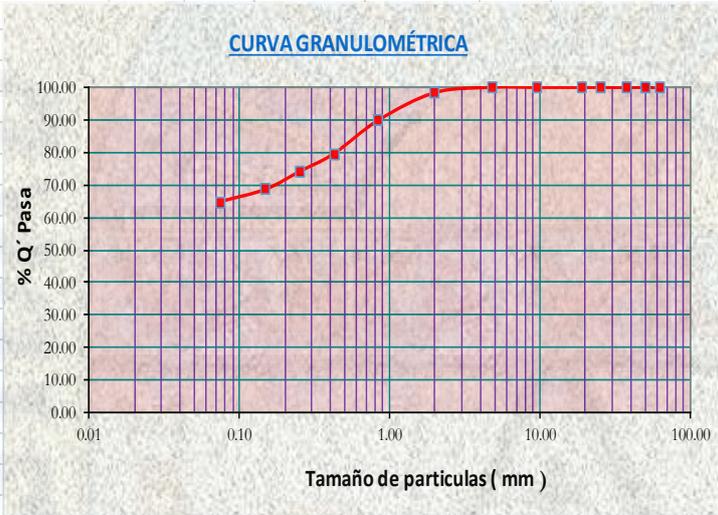
CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones :		Ubicación : C - 5		
Presencia de nivel freático a 2.30 m		Estrato : E1		
		Potencia : 0.60 m		
Tara Número	Unidades	T12	t12	T11
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	139.57	45.57	137.54
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	116.85	38.88	114.98
Peso de la Tara	Gr	35.68	15.37	35.40
Peso de la Muestra Seca	Gr	81.17	23.51	79.58
Peso del Agua	Gr	22.72	6.69	22.56
Contenido de Humedad	%	27.99	28.46	28.35
Promedio		28.27 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :		C5		Potencia : 0.60 m	
				Estrato :		E1			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unid.	M4	T11	T1	T10	T7	T2		
Peso de la Tara	Gr	35.82	35.64	36.33	35.62	36.65	35.81	Límite Líquido:	LL = 44.56%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	42.25	42.29	42.19	38.07	41.20	38.97	Límite Plástico:	LP = 40.59%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	40.27	40.24	40.38	37.36	39.86	38.08	Índice de Plasticidad :	IP = 3.98%
Peso de la Muestra Seca	Gr	4.45	4.60	4.05	1.74	3.21	2.27	Contenido de Humedad :	Wn = 28.27%
Contenido de Humedad	%	44.49	44.57	44.69	40.80	41.74	39.21		
Número de Golpes		29	23	21	Promedio :		40.59		



Calicata :	C5
Estrato :	E1
Potencia :	0.60 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
29	44.49
23	44.57
21	44.69
25	44.56

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.		
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 5	
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

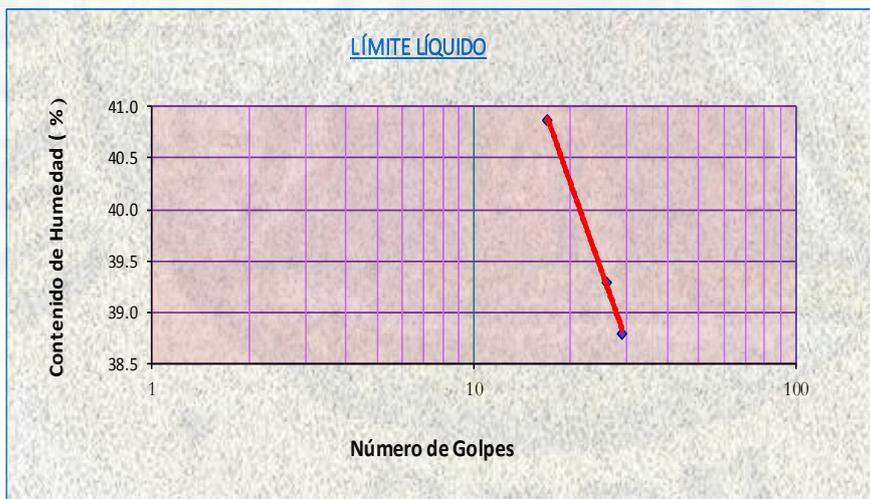
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422			
Peso Inicial de la Muestra Seca	3420.00	Gr	Ubicación :		C5		
Peso de la Muestra Después del Lavado	1200.00	Gr	Estrato :		E1		
Perdida por Lavado	2220.00	Gr	Potencia :		0.60 m		
			Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	% Q' Pasa (%)	
			2 1/2	63.500		0.00	100.00
			2	50.800		0.00	100.00
			1 1/2	38.100		0.00	100.00
			1	25.400		0.00	100.00
			3/4	19.050		0.00	100.00
			3/8	9.525		0.00	100.00
			4	4.760		0.00	100.00
			10	2.000	55.00	1.61	98.39
			20	0.840	290.00	8.48	89.91
			40	0.426	350.00	10.23	79.68
			60	0.250	190.00	5.56	74.12
			100	0.149	185.00	5.41	68.71
			200	0.074	130.00	3.80	64.91
Cazoleta		2220.00	64.91	0.00			
Total Retenido :			3420.00	100.00			

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282		
% Que pasa la malla N° 200	64.91	Ubicación :		C5	Potencia :	0.60 m
% Que pasa la malla N° 40	79.68	Estrato :		E1		
% Que pasa la malla N° 10	98.39					
Límite Líquido	LL =	44.56%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP =	40.59%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP =	3.98%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO			
Clasificación de suelos:	M L		Clasificación de Suelos :	A-5		
Tipo de Suelo :	Limo de baja Plasticidad		Suelo :	A-5 (4)		
			Tipo de suelo :	Suelo Limoso		

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 5
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Presencia de nivel freático a 2.30 m		Ubicación : C - 5		
		Estrato : E2		
		Potencia : 1.60 m		
Tara Número	Unidades	T11	t11	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	190.33	67.96	187.23
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	143.00	51.77	140.18
Peso de la Tara	Gr	35.65	15.69	35.60
Peso de la Muestra Seca	Gr	107.35	36.08	104.58
Peso del Agua	Gr	47.33	16.19	47.05
Contenido de Humedad	%	44.09	44.87	44.99
Promedio		44.65 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :			Calicata :			C5		Potencia : 1.60 m	
					Estrato :			E2			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia			
Tara Número	Unid.	1	2	3	1	2	3				
Peso de la Tara	Gr	28.59	28.48	28.35	28.45	28.40	28.34	Límite Líquido:	LL =	39.40%	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	49.88	51.06	54.03	36.00	39.04	33.99	Límite Plástico:	LP =	33.68%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	43.93	44.69	46.58	34.07	36.30	32.62	Índice de Plasticidad :	IP =	5.72%	
Peso de la Muestra Seca	Gr	15.34	16.21	18.23	5.62	7.90	4.28	Contenido de Humedad :	Wn =	44.65%	
Contenido de Humedad	%	38.79	39.30	40.87	34.34	34.68	32.01				
Número de Golpes		29	26	17	Promedio :		33.68				



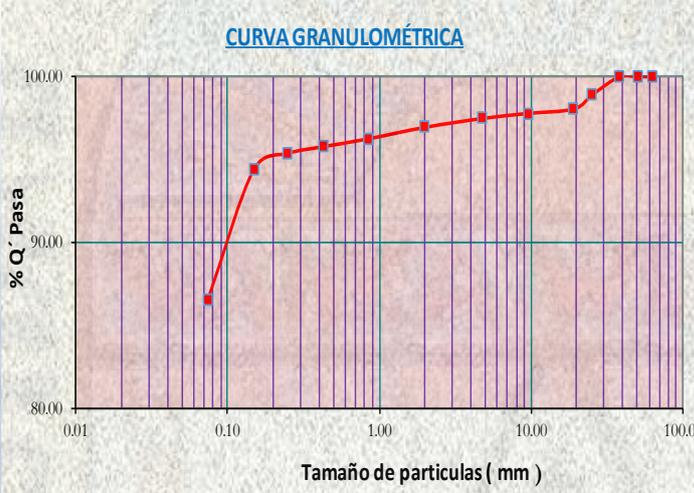
Calicata :	C5
Estrato :	E2
Potencia :	1.60 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
29	38.79
26	39.30
17	40.87
25	39.40

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.		
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 5	
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422	
Peso Inicial de la Muestra Seca	4175.00	Gr	Ubicación :	C5	
Peso de la Muestra Después del Lavado	600.00	Gr	Estrato :	E2	
Perdida por Lavado	3575.00	Gr	Potencia :	1.60 m	

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
		(gr.)	(%)	
2 1/2	63.500		0.00	100.00
2	50.800		0.00	100.00
1 1/2	38.100		0.00	100.00
1	25.400	44.64	1.07	98.93
3/4	19.050	36.79	0.88	98.05
3/8	9.525	11.34	0.27	97.78
4	4.760	12.7	0.30	97.47
10	2.000	22.28	0.53	96.94
20	0.840	29.38	0.70	96.24
40	0.426	19.52	0.47	95.77
60	0.250	16.99	0.41	95.36
100	0.149	40.77	0.98	94.39
200	0.074	330.17	7.91	86.48
Cazoleta		3610.42	86.48	0.00
Total Retenido :		4175.00	100.00	

CURVA GRANULOMÉTRICA



CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	86.48	Ubicación :	C5		
% Que pasa la malla N° 40	95.77	Estrato :	E2		
% Que pasa la malla N° 10	96.94			Potencia :	1.60 m
Límite Líquido	LL = 39.40%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 33.68%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 5.72%	D10 :	0.00		

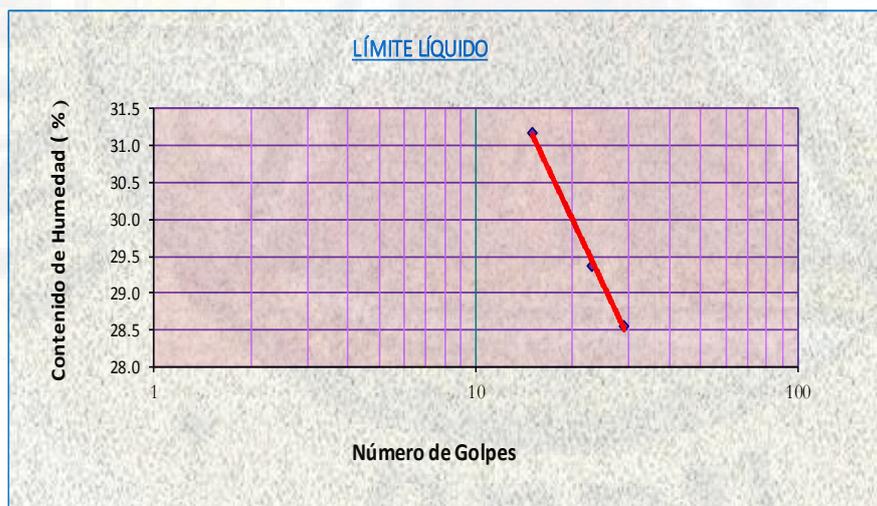
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS		CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO	
Clasificación de suelos:	M L	Clasificación de Suelos :	A-4
Tipo de Suelo :	Limo de baja Plasticidad.	Suelo :	A-4(7)
		Tipo de suelo :	Suelo Limoso



PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.		
TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 6
LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

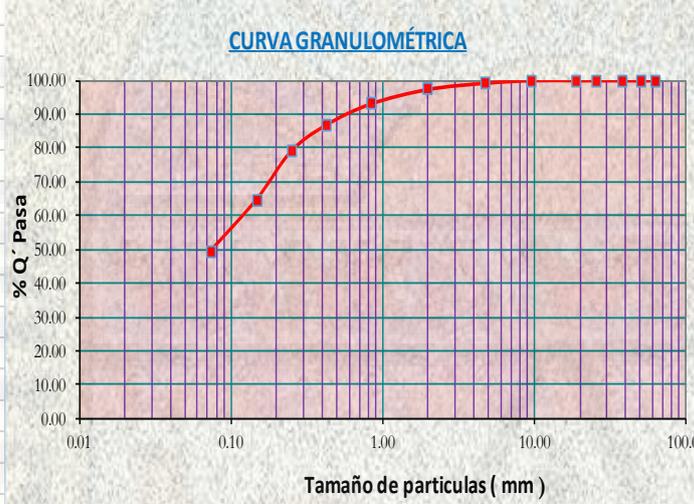
CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 6		
		Estrato : E1		
		Potencia : 0.50 m		
Tara Número	Unidades	T13	t13	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	143.98	55.05	144.00
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	123.76	47.64	123.68
Peso de la Tara	Gr	36.01	15.71	36.32
Peso de la Muestra Seca	Gr	87.75	31.93	87.36
Peso del Agua	Gr	20.22	7.41	20.32
Contenido de Humedad	%	23.04	23.21	23.26
Promedio		23.17 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :			Calicata :			C6		Potencia : 0.50 m	
		Estrato :			E1						
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia			
Tara Número	Unid.	1	2	3	1	2	3				
Peso de la Tara	Gr	36.55	35.68	15.79	15.81	15.65	36.60	Límite Líquido:	LL =	29.10%	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	57.98	55.68	37.59	23.27	22.76	47.00	Límite Plástico:	LP =	29.06%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	53.22	51.14	32.41	21.56	21.18	44.67	Índice de Plasticidad :	IP =	0.04%	
Peso de la Muestra Seca	Gr	16.67	15.46	16.62	5.75	5.53	8.07	Contenido de Humedad :	Wn =	23.17%	
Contenido de Humedad	%	28.55	29.37	31.17	29.74	28.57	28.87				
Número de Golpes		29	23	15	Promedio :		29.06				



Calicata :	C6
Estrato :	E1
Potencia :	0.50 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
29	28.55
23	29.37
15	31.17
25	29.10

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.		
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 6	
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422			
Peso Inicial de la Muestra Seca	3210.00	Gr	Ubicación :	C6			
Peso de la Muestra Después del Lavado	1655.00	Gr	Estrato :	E1			
Perdida por Lavado	1555.00	Gr	Potencia :	0.50 m			
<p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</p> 			Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	% Q' Pasa	
			2 1/2	63.500	0.00	100.00	
			2	50.800	0.00	100.00	
			1 1/2	38.100	0.00	100.00	
			1	25.400	0.00	100.00	
			3/4	19.050	0.00	100.00	
			3/8	9.525	0.00	100.00	
			4	4.760	25.03	0.78	99.22
			10	2.000	59.67	1.86	97.36
			20	0.840	138.48	4.31	93.05
			40	0.426	202.47	6.31	86.74
			60	0.250	252.33	7.86	78.88
			100	0.149	454.80	14.17	64.71
200	0.074	495.02	15.42	49.29			
Cazoleta		1582.20	49.29	0.00			
Total Retenido :		3210.00	100.00				

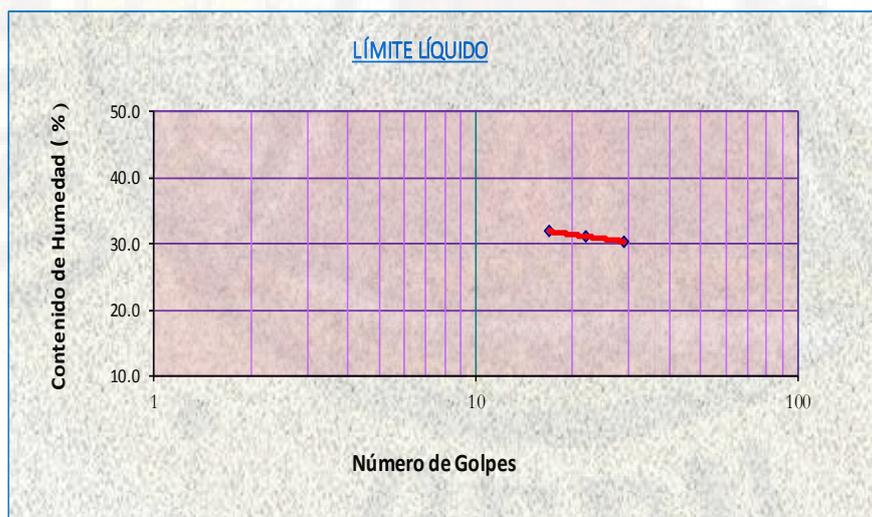
CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	49.29	Ubicación :	C6	Potencia :	0.50 m
% Que pasa la malla N° 40	86.74	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	97.36				
Límite Líquido	LL = 29.10%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 29.06%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 0.04%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	SM		Clasificación de Suelos :	A-4	
Tipo de Suelo :	Arena Limosa		Suelo :	A-4(0)	
			Tipo de suelo :	Suelo Limoso	



PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.		
TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 6
LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

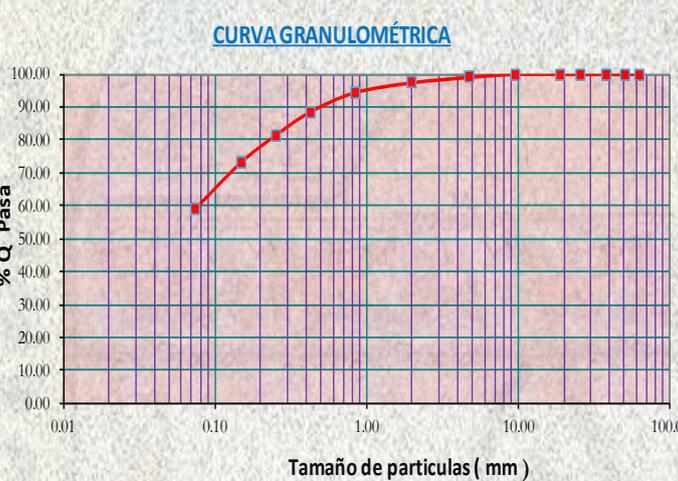
CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 6		
		Estrato : E2		
		Potencia : 0.80 m		
Tara Número	Unidades	T14	t14	3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	124.90	61.60	125.03
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	104.11	51.42	104.36
Peso de la Tara	Gr	35.89	16.19	36.62
Peso de la Muestra Seca	Gr	68.22	35.23	67.74
Peso del Agua	Gr	20.79	10.18	20.67
Contenido de Humedad	%	30.47	28.90	30.51
Promedio		29.96 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :			Calicata :			C6		Potencia : 0.80 m	
					Estrato :			E2			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia			
Tara Número	Unid.	1	2	3	1	2	3				
Peso de la Tara	Gr	36.71	36.39	35.60	35.69	29.38	28.09	Límite Líquido:	LL =	30.76%	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	64.81	65.37	58.28	41.85	34.74	35.61	Límite Plástico:	LP =	29.12%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	58.27	58.49	52.80	40.48	33.51	33.92	Índice de Plasticidad :	IP =	1.64%	
Peso de la Muestra Seca	Gr	21.56	22.10	17.20	4.79	4.13	5.83	Contenido de Humedad :	Wn =	29.96%	
Contenido de Humedad	%	30.33	31.13	31.86	28.60	29.78	28.99				
Número de Golpes		29	22	17	Promedio :		29.12				



Calicata :	C6
Estrato :	E2
Potencia :	0.80 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
29	30.33
22	31.13
17	31.86
25	30.76

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.		
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C-6	
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422		
Peso Inicial de la Muestra Seca	3380.00	Gr	Ubicación :	C6		
Peso de la Muestra Después del Lavado	1406.00	Gr	Estrato :	E2		
Pérdida por Lavado	1974.00	Gr	Potencia :	0.80 m		
<p style="text-align: center;">CURVA GRANULOMÉTRICA</p> 			Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	% Q' Pasa (%)
			2 1/2	63.500	0.00	100.00
			2	50.800	0.00	100.00
			1 1/2	38.100	0.00	100.00
			1	25.400	0.00	100.00
			3/4	19.050	0.00	100.00
			3/8	9.525	0.00	100.00
			4	4.760	31.29	99.07
			10	2.000	55.46	97.43
			20	0.840	102.24	94.41
			40	0.426	200.54	88.48
			60	0.250	244.27	81.25
			100	0.149	275.80	73.09
200	0.074	480.43	58.87			
Cazoleta		1989.97	58.87	0.00		
Total Retenido :			3380.00	100.00		

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	58.87	Ubicación :	C6	Potencia :	0.80 m
% Que pasa la malla N° 40	88.48	Estrato :	E2		
% Que pasa la malla N° 10	97.43				
Límite Líquido	LL = 30.76%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 29.12%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 1.64%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	M L	Clasificación de Suelos :	A-4		
Tipo de Suelo :	Limo de baja Plasticidad	Suelo :	A-4(0)		
		Tipo de suelo :	Suelo Limoso		

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.		
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.		
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C-6	
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH		

CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 6		
		Estrato : E3		
		Potencia : 0.80 m		
Tara Número	Unidades	T15	t15	T3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	182.82	67.02	192.23
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	171.15	63.15	180.23
Peso de la Tara	Gr	35.74	15.77	35.30
Peso de la Muestra Seca	Gr	135.41	47.38	144.93
Peso del Agua	Gr	11.67	3.87	12.00
Contenido de Humedad	%	8.62	8.17	8.28
Promedio		8.36 %		

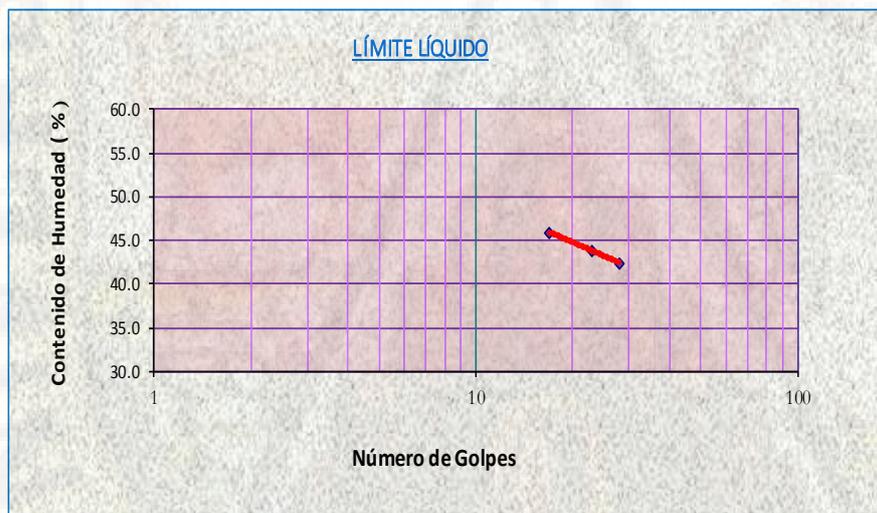
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422	
Peso Inicial de la Muestra Seca	3941.19	Gr	Ubicación :		C6
Peso de la Muestra Después del Lavado	3850.00	Gr	Estrato :		E3
Perdida por Lavado	91.19	Gr	Potencia :		0.80 m
CURVA GRANULOMÉTRICA					
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido (%)	% Q' Pasa	
2 1/2	63.500		0.00	100.00	
2	50.800		0.00	100.00	
1 1/2	38.100	92.33	2.34	97.66	
1	25.400	838.52	21.28	76.38	
3/4	19.050	326.58	8.29	68.10	
3/8	9.525	658.17	16.70	51.40	
4	4.760	406.62	10.32	41.08	
10	2.000	462.42	11.73	29.35	
20	0.840	579.04	14.69	14.65	
40	0.426	299.48	7.60	7.05	
60	0.250	107.60	2.73	4.32	
100	0.149	47.22	1.20	3.13	
200	0.074	30.33	0.77	2.36	
Cazoleta		92.88	2.36	0.00	
Total Retenido :		3941.19	100.00		

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	2.36	Ubicación :	C6	Potencia :	0.80 m
% Que pasa la malla N° 40	7.05	Estrato :	E3		
% Que pasa la malla N° 10	29.35				
Límite Líquido	LL = NP	D60 :	14.00	Cu :	24.56
Límite Plástico	LP = NP	D30 :	2.00	Cc :	0.50
Índice de plasticidad	IP = NP	D10 :	0.57		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	GW		Clasificación de Suelos :	A-1	
Tipo de Suelo :	Grava bien Graduada con Arena		Suelo :	A-1-a(0)	
			Tipo de suelo :	Material Granular: Grava con arena	

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 7	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

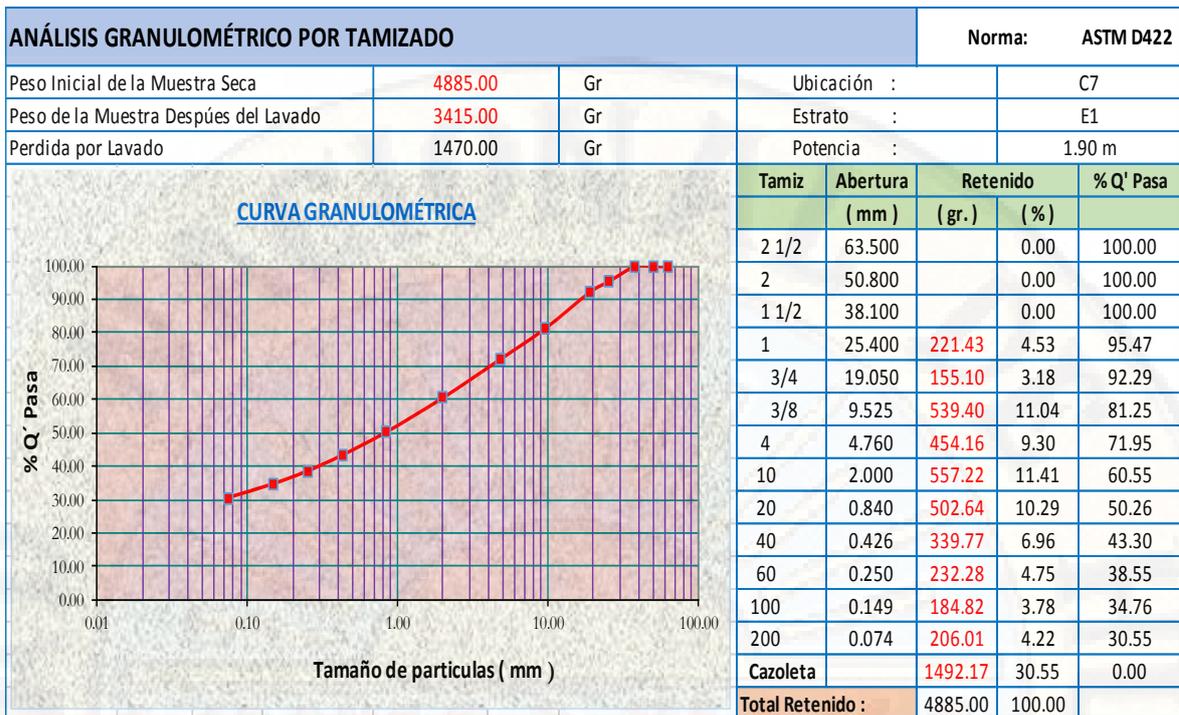
CONTENIDO DE HUMEDAD			Norma: ASTM D2216	
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 7		
		Estrato : E1		
		Potencia : 1.90 m		
Tara Número	Unidades	T8	t8	T13
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	151.74	52.70	154.12
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	131.62	44.36	133.14
Peso de la Tara	Gr	36.63	15.76	36.10
Peso de la Muestra Seca	Gr	94.99	28.60	97.04
Peso del Agua	Gr	20.12	8.34	20.98
Contenido de Humedad	%	21.18	29.16	21.62
Promedio		23.99 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :		C7		Potencia : 1.90 m	
				Estrato :		E1			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unid.	t1	t3	t2	t4	t10	t9		
Peso de la Tara	Gr	15.88	15.69	15.81	15.85	15.80	15.27	Límite Líquido:	LL = 43.25%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	26.35	25.76	24.42	17.95	17.45	17.07	Límite Plástico:	LP = 27.18%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	23.23	22.69	21.71	17.48	17.11	16.69	Índice de Plasticidad :	IP = 16.07%
Peso de la Muestra Seca	Gr	7.35	7.00	5.90	1.63	1.31	1.42	Contenido de Humedad :	Wn = 23.99%
Contenido de Humedad	%	42.45	43.86	45.93	28.83	25.95	26.76		
Número de Golpes		28	23	17	Promedio :		27.18		



Calicata :	C7
Estrato :	E1
Potencia :	1.90 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
28	42.45
23	43.86
17	45.93
25	43.25

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 7
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

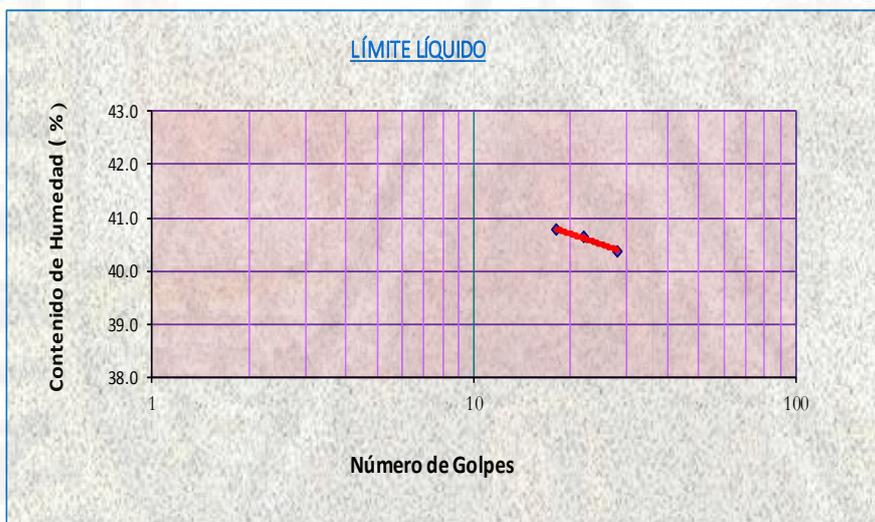


CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	30.55	Ubicación :	C7	Potencia :	1.90 m
% Que pasa la malla N° 40	43.30	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	60.55				
Límite Líquido	LL = 43.25%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 27.18%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 16.07%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	SM	Clasificación de Suelos :	A-2-7		
Tipo de Suelo :	Arena Limosa	Suelo :	A-2-7 (1)		
		Tipo de suelo :	Arena Limosa		

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 8	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

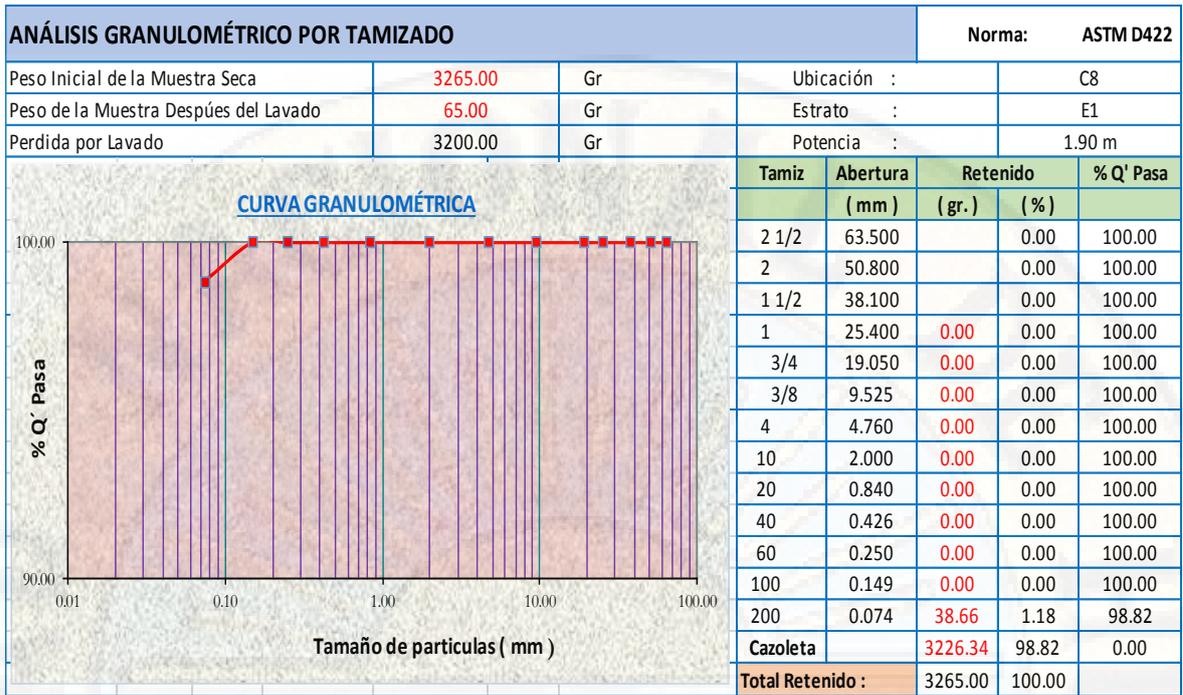
CONTENIDO DE HUMEDAD			Norma: ASTM D2216	
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 8		
		Estrato : E1		
		Potencia : 1.90 m		
Tara Número	Unidades	T7	T10	t17
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	153.09	145.48	57.67
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	116.85	112.74	45.16
Peso de la Tara	Gr	35.63	35.62	15.68
Peso de la Muestra Seca	Gr	81.22	77.12	29.48
Peso del Agua	Gr	36.24	32.74	12.51
Contenido de Humedad	%	44.62	42.45	42.44
Promedio		43.17 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :		C8		Potencia : 1.90 m	
				Estrato :		E1			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unid.	T7	T8	T6	t4	t9	t15		
Peso de la Tara	Gr	36.64	36.61	36.89	15.81	15.27	15.76	Límite Líquido: LL =	40.50%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	46.13	46.75	49.94	18.17	17.56	18.08	Límite Plástico: LP =	26.04%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	43.40	43.82	46.16	17.68	17.09	17.60	Índice de Plasticidad : IP =	14.46%
Peso de la Muestra Seca	Gr	6.76	7.21	9.27	1.87	1.82	1.84	Contenido de Humedad : Wn =	43.17%
Contenido de Humedad	%	40.38	40.64	40.78	26.20	25.82	26.09		
Número de Golpes		28	22	18	Promedio :		26.04		



Calicata :	C8
Estrato :	E1
Potencia :	1.90 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
28	40.38
22	40.64
18	40.78
25	40.50

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.	
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA : C - 8
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	



CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	98.82	Ubicación :	C8	Potencia :	1.90 m
% Que pasa la malla N° 40	100.00	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	100.00				
Límite Líquido	LL = 40.50%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 26.04%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 14.46%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	ML	Clasificación de Suelos :	A-7-6		
Tipo de Suelo :	Limo de Baja Plasticidad	Suelo :	A-7-6 (17)		
		Tipo de suelo :	Suelo Arcilloso		

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C-9	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 9		
		Estrato : E1		
		Potencia : 0.90 m		
Tara Número	Unidades	T5	T13	t15
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	217.32	201.93	63.96
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	203.31	187.95	58.83
Peso de la Tara	Gr	36.39	35.81	15.75
Peso de la Muestra Seca	Gr	166.92	152.14	43.08
Peso del Agua	Gr	14.01	13.98	5.13
Contenido de Humedad	%	8.39	9.19	11.91
Promedio		9.83 %		

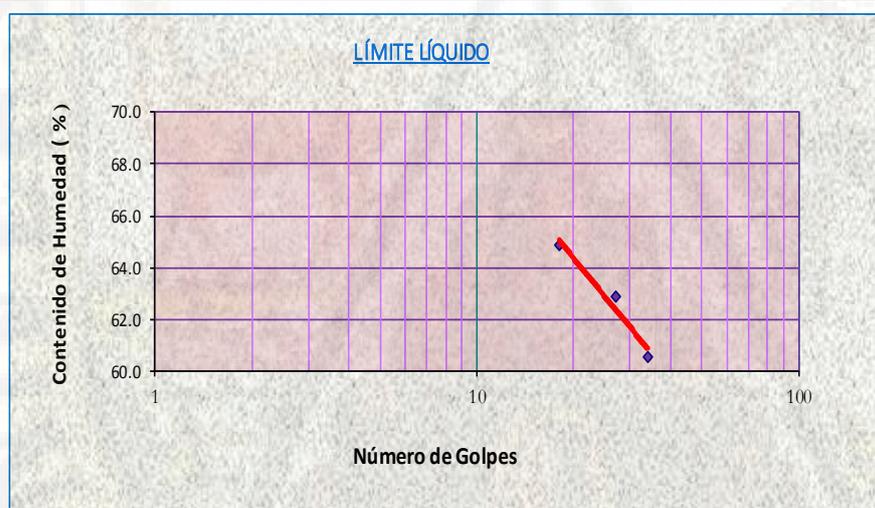
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422			
Peso Inicial de la Muestra Seca	4710.00	Gr	Ubicación :		C9		
Peso de la Muestra Después del Lavado	4510.00	Gr	Estrato :		E1		
Perdida por Lavado	200.00	Gr	Potencia :		0.90 m		
			Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido (%)	% Q' Pasa
			2 1/2	63.500		0.00	100.00
			2	50.800		0.00	100.00
			1 1/2	38.100	73.57	1.56	98.44
			1	25.400	223.12	4.74	93.70
			3/4	19.050	433.18	9.20	84.50
			3/8	9.525	967.7	20.55	63.96
			4	4.760	790.41	16.78	47.18
			10	2.000	701.05	14.88	32.29
			20	0.840	504.06	10.70	21.59
			40	0.426	345.10	7.33	14.26
			60	0.250	256.56	5.45	8.82
			100	0.149	136.74	2.90	5.91
			200	0.074	74.64	1.58	4.33
Cazoleta			203.87	4.33	0.00		
Total Retenido :			4710.00	100.00			

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282		
% Que pasa la malla N° 200	4.33	Ubicación : C9		Potencia :	0.90 m	
% Que pasa la malla N° 40	14.26	Estrato : E1				
% Que pasa la malla N° 10	32.29					
Límite Líquido	LL =	-	D60 :	8.00	Cu :	30.77
Límite Plástico	LP =	-	D30 :	1.60	Cc :	1.23
Índice de plasticidad	IP =	-	D10 :	0.26		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO			
Clasificación de suelos:		GW	Clasificación de Suelos :		A-1	
Tipo de Suelo :		Grava bien Graduada con Arena	Suelo :		A-1-a(0)	
			Tipo de suelo :		Material Granular: Grava con arena	

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C-9
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

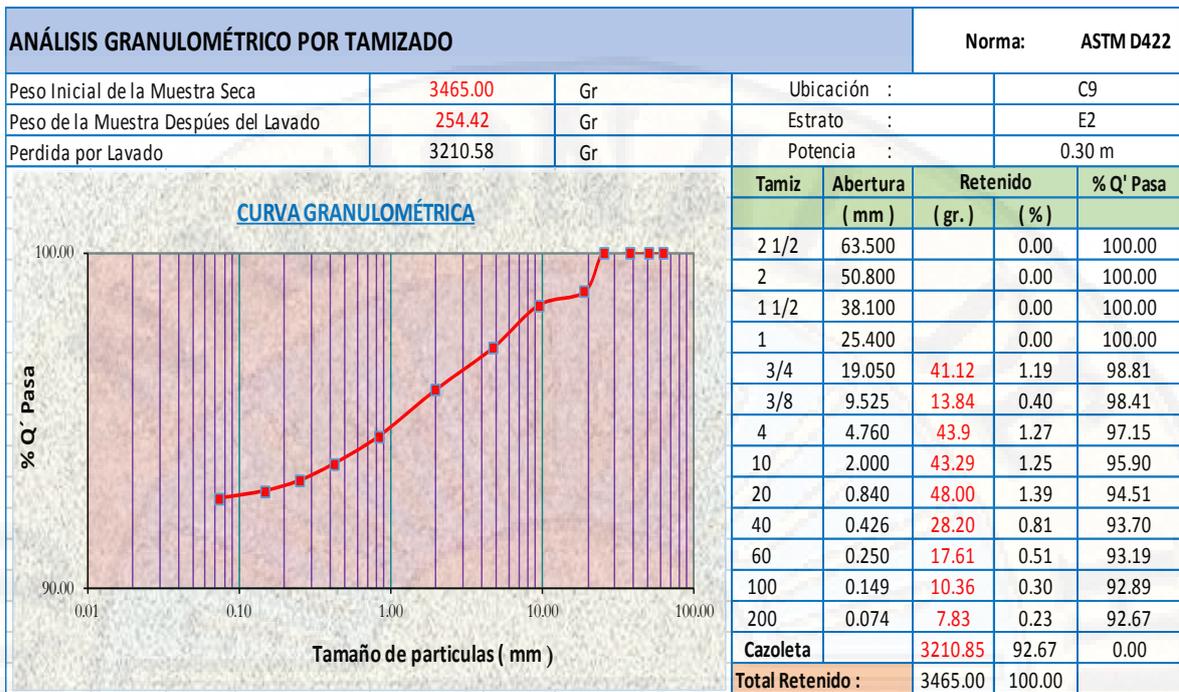
CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 9		
		Estrato : E2		
		Potencia : 0.30 m		
Tara Número	Unidades	T1	T16	t14
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	131.50	141.42	54.17
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	102.96	111.58	42.83
Peso de la Tara	Gr	36.32	35.60	16.16
Peso de la Muestra Seca	Gr	66.64	75.98	26.67
Peso del Agua	Gr	28.54	29.84	11.34
Contenido de Humedad	%	42.83	39.27	42.52
Promedio		41.54 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :			Calicata :			C9		Potencia : 0.30 m	
		Estrato :			E2						
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia			
Tara Número	Unid.	1	2	3	1	2	3				
Peso de la Tara	Gr	15.65	16.16	15.75	25.47	25.07	28.88	Límite Líquido:	LL =	62.90%	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	35.83	32.89	30.77	29.49	31.85	31.62	Límite Plástico:	LP =	50.74%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	28.22	26.43	24.86	28.15	29.54	30.70	Índice de Plasticidad :	IP =	12.15%	
Peso de la Muestra Seca	Gr	12.57	10.27	9.11	2.68	4.47	1.82	Contenido de Humedad :	Wn =	41.54%	
Contenido de Humedad	%	60.54	62.90	64.87	50.00	51.68	50.55				
Número de Golpes		34	27	18	Promedio :		50.74				



Calicata :	C9
Estrato :	E2
Potencia :	0.30 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
34	60.54
27	62.90
18	64.87
25	62.90

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA : C - 9
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

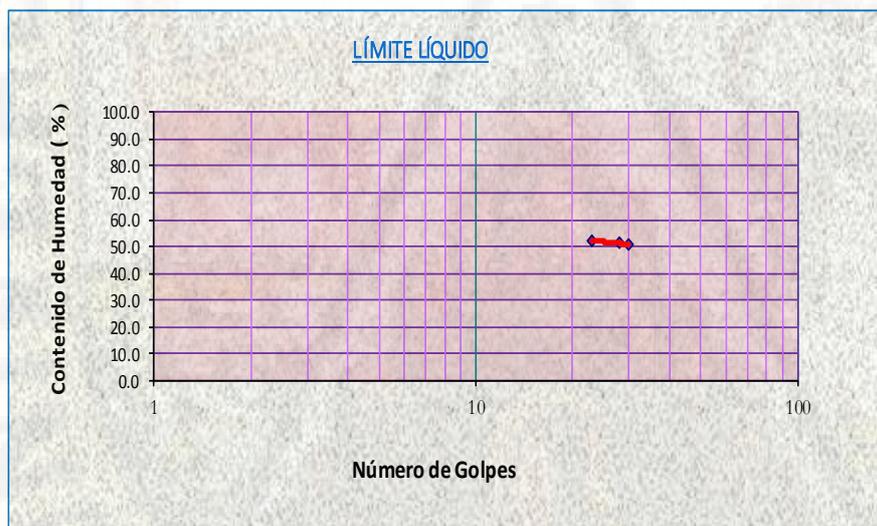


CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282		
% Que pasa la malla N° 200	92.67	Ubicación :	C9	Potencia :	0.30 m	
% Que pasa la malla N° 40	93.70	Estrato :	E2			
% Que pasa la malla N° 10	95.90					
Límite Líquido	LL = 62.90%	D60 :	0.00	Cu :	0.00	
Límite Plástico	LP = 50.74%	D30 :	0.00	Cc :	0.00	
Índice de plasticidad	IP = 12.15%	D10 :	0.00			
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO			
Clasificación de suelos:	MH		Clasificación de Suelos :	A-7		
Tipo de Suelo :	Limos de Alta Plasticidad		Suelo :	A-7-5(20)		
			Tipo de suelo :	Suelo Arcilloso		

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.				
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Canto.				
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C-9		
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH				

CONTENIDO DE HUMEDAD			Norma: ASTM D2216	
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C-9		
		Estrato : E3		
		Potencia : 0.60 m		
Tara Número	Unidades	T2	T12	t12
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	132.19	133.70	56.41
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	107.04	108.63	46.02
Peso de la Tara	Gr	35.81	35.64	15.35
Peso de la Muestra Seca	Gr	71.23	72.99	30.67
Peso del Agua	Gr	25.15	25.07	10.39
Contenido de Humedad	%	35.31	34.35	33.88
Promedio		34.51 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :		C9		Potencia : 0.60 m	
				Estrato :		E3			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unid.	t1	t3	t2	t10	t11	t13		
Peso de la Tara	Gr	15.88	15.69	15.80	15.79	15.67	15.70	Límite Líquido:	LL = 51.81%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	25.78	24.74	24.52	17.36	17.02	17.10	Límite Plástico:	LP = 30.09%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	22.46	21.66	21.53	16.99	16.71	16.78	Índice de Plasticidad :	IP = 21.72%
Peso de la Muestra Seca	Gr	6.58	5.97	5.73	1.20	1.04	1.08	Contenido de Humedad :	Wn = 34.51%
Contenido de Humedad	%	50.46	51.59	52.18	30.83	29.81	29.63		
Número de Golpes		30	28	23	Promedio :		30.09		



Calicata :	C9
Estrato :	E3
Potencia :	0.60 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
30	50.46
28	51.59
23	52.18
25	51.81

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C-9
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

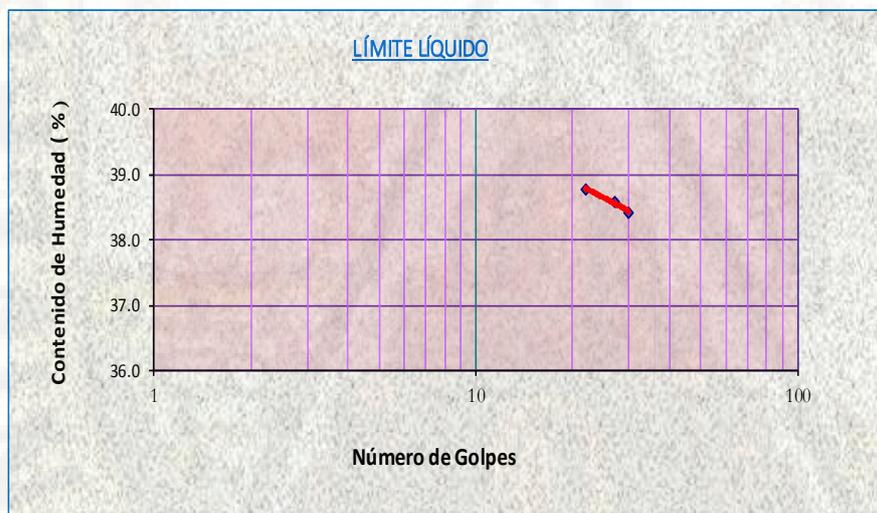
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422			
Peso Inicial de la Muestra Seca	3475.00	Gr	Ubicación :		C9		
Peso de la Muestra Después del Lavado	85.00	Gr	Estrato :		E3		
Pérdida por Lavado	3390.00	Gr	Potencia :		0.60 m		
			Tamiz	Abertura	Retenido	% Q' Pasa	
				(mm)	(gr.)	(%)	
			2 1/2	63.500		0.00	100.00
			2	50.800		0.00	100.00
			1 1/2	38.100		0.00	100.00
			1	25.400		0.00	100.00
			3/4	19.050		0.00	100.00
			3/8	9.525	10.72	0.31	99.69
			4	4.760	7.62	0.22	99.47
			10	2.000	11.19	0.32	99.15
			20	0.840	5.22	0.15	99.00
			40	0.426	16.04	0.46	98.54
			60	0.250	13.16	0.38	98.16
			100	0.149	8.56	0.25	97.91
200	0.074	8.80	0.25	97.66			
Cazoleta		3393.69	97.66	0.00			
Total Retenido :		3475.00	100.00				

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282		
% Que pasa la malla N° 200	97.66	Ubicación :	C9	Potencia :	0.60 m	
% Que pasa la malla N° 40	98.54	Estrato :	E3			
% Que pasa la malla N° 10	99.15					
Límite Líquido	LL =	51.81%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP =	30.09%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP =	21.72%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO			
Clasificación de suelos:	MH		Clasificación de Suelos :	A-7-5		
Tipo de Suelo :	Limo de Alta Plasticidad		Suelo :	A-7-5 (26)		
			Tipo de suelo :	Suelo Arcilloso		

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 10	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

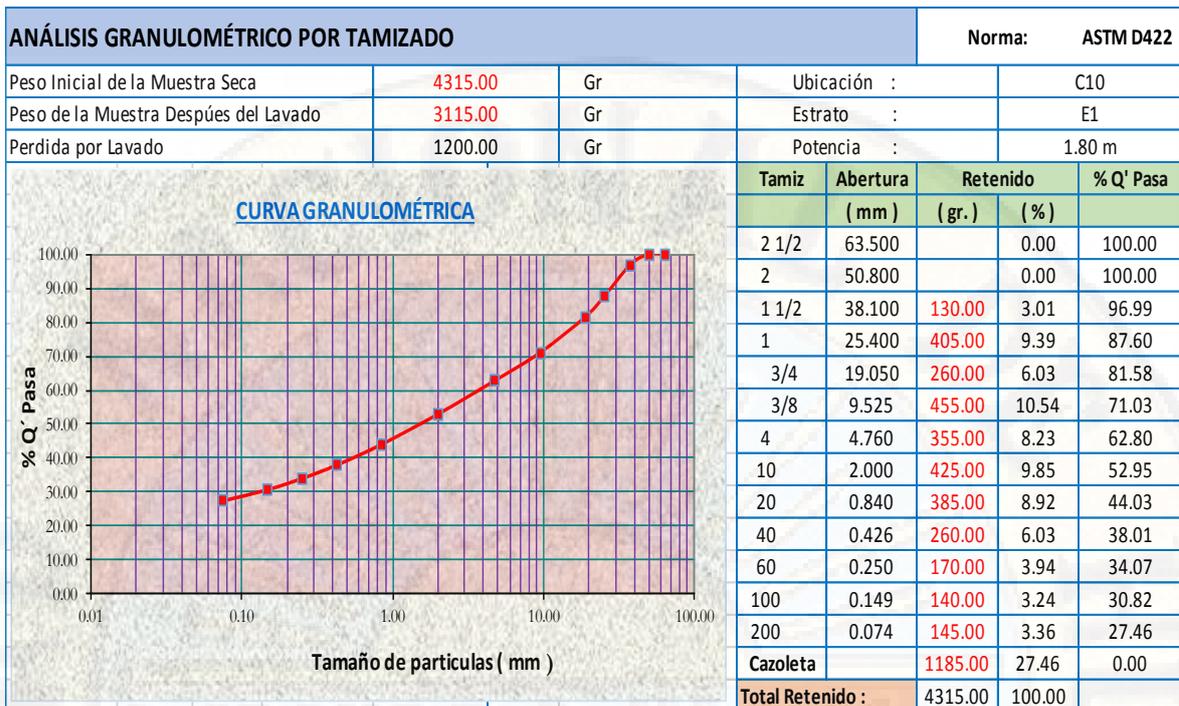
CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C -10		
		Estrato : E1		
		Potencia : 1.80 m		
Tara Número	Unidades	T3	T5	t4
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	180.75	179.34	70.33
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	156.53	156.43	61.23
Peso de la Tara	Gr	36.55	36.39	15.82
Peso de la Muestra Seca	Gr	119.98	120.04	45.41
Peso del Agua	Gr	24.22	22.91	9.10
Contenido de Humedad	%	20.19	19.09	20.04
Promedio		19.77 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :		C10		Potencia : 1.80 m		
				Estrato :		E1				
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia		
Tara Número	Unid.	t13	t8	t10	t8	t6	t17			
Peso de la Tara	Gr	15.70	15.74	15.78	15.74	15.68	15.67	Límite Líquido:	LL =	38.64%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	27.95	26.55	28.27	17.12	16.57	17.03	Límite Plástico:	LP =	17.95%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	24.55	23.54	24.78	16.91	16.43	16.83	Índice de Plasticidad :	IP =	20.69%
Peso de la Muestra Seca	Gr	8.85	7.80	9.00	1.17	0.75	1.16	Contenido de Humedad :	Wn =	19.77%
Contenido de Humedad	%	38.42	38.59	38.78	17.95	18.67	17.24			
Número de Golpes		30	27	22	Promedio :		17.95			



Calicata :	C10
Estrato :	E1
Potencia :	1.80 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
30	38.42
27	38.59
22	38.78
25	38.64

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 10
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

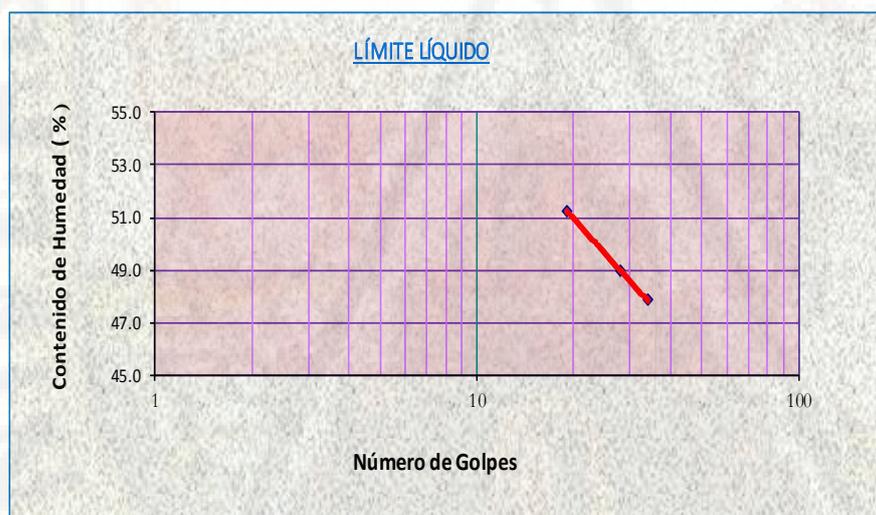


CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	27.46	Ubicación :	C10	Potencia :	1.80 m
% Que pasa la malla N° 40	38.01	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	52.95				
Límite Líquido	LL = 38.64%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 17.95%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 20.69%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	G C		Clasificación de Suelos :	A-2-6	
Tipo de Suelo :	Grava Arcillosa		Suelo :	A-2-6 (1)	
			Tipo de suelo :	Grava Arcillosa	

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 11	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

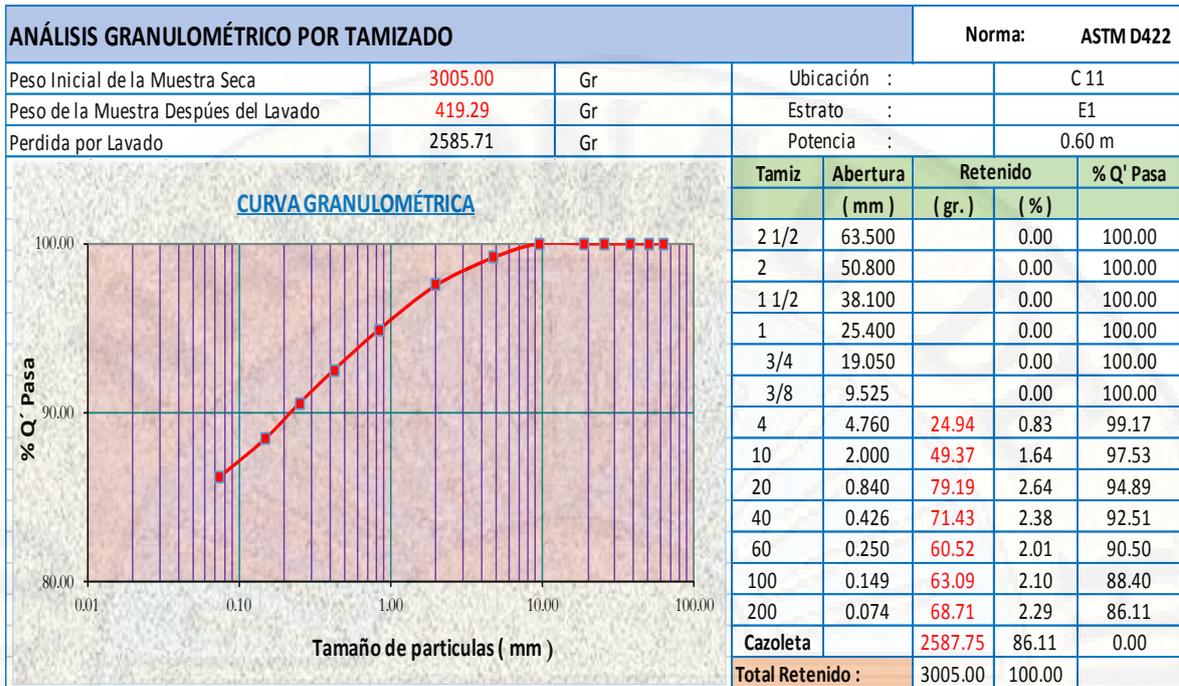
CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 11		
		Estrato : E1		
		Potencia : 0.60 m		
Tara Número	Unidades	T11	T14	T15
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	144.13	134.59	137.80
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	114.58	106.75	109.43
Peso de la Tara	Gr	35.60	36.01	35.69
Peso de la Muestra Seca	Gr	78.98	70.74	73.74
Peso del Agua	Gr	29.55	27.84	28.37
Contenido de Humedad	%	37.41	39.36	38.47
Promedio		38.41 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :			Calicata :			C 11		Potencia : 0.60 m	
					Estrato :			E1			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia			
Tara Número	Unid.	1	2	3	1	2	3				
Peso de la Tara	Gr	36.88	36.63	36.39	15.65	15.75	16.16	Límite Líquido:	LL =	49.64%	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	58.23	58.02	54.39	18.56	18.46	18.00	Límite Plástico:	LP =	36.92%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	51.32	50.99	48.29	17.77	17.74	17.50	Índice de Plasticidad :	IP =	12.72%	
Peso de la Muestra Seca	Gr	14.44	14.36	11.90	2.12	1.99	1.34	Contenido de Humedad :	Wn =	38.41%	
Contenido de Humedad	%	47.85	48.96	51.26	37.26	36.18	37.31				
Número de Golpes		34	28	19	Promedio :		36.92				



Calicata :	C11
Estrato :	E1
Potencia :	0.60 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
34	47.85
28	48.96
19	51.26
25	49.64

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 11
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

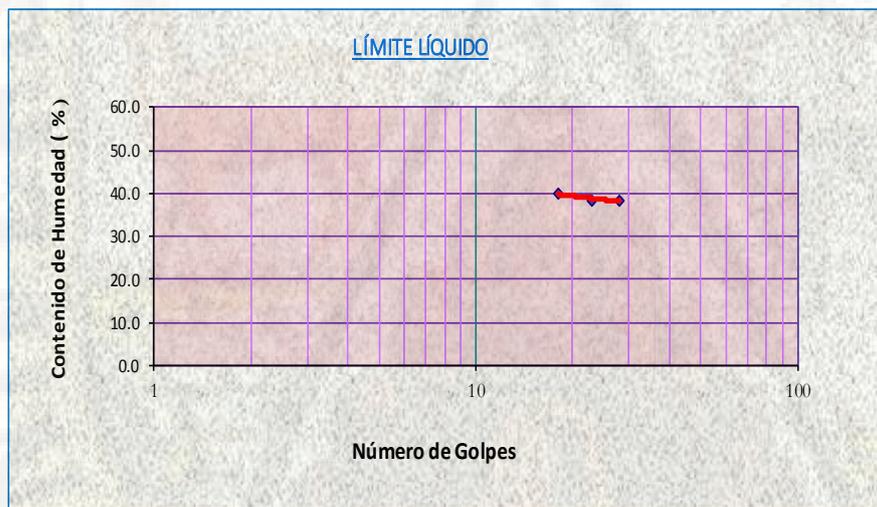


CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	86.11	Ubicación :	C11	Potencia :	0.60 m
% Que pasa la malla N° 40	92.51	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	97.53				
Límite Líquido	LL = 49.64%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 36.92%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 12.72%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	M L		Clasificación de Suelos :	A-7	
Tipo de Suelo :	Limo de Baja Plasticidad		Suelo :	A-7-5(15)	
			Tipo de suelo :	Suelo Arcilloso	

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 11	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C -11		
		Estrato : E2		
		Potencia : 1.30 m		
Tara Número	Unidades	T4	T8	T9
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	163.11	162.18	175.41
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	123.67	123.90	131.55
Peso de la Tara	Gr	36.71	36.60	35.68
Peso de la Muestra Seca	Gr	86.96	87.30	95.87
Peso del Agua	Gr	39.44	38.28	43.86
Contenido de Humedad	%	45.35	43.85	45.75
Promedio		44.98 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :			C11		Potencia : 1.30 m	
				Estrato :			E2			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia		
Tara Número	Unid.	T2	T12	T11	t1	t2	t3			
Peso de la Tara	Gr	35.81	35.64	35.64	15.88	15.80	15.69	Límite Líquido:	LL =	38.54%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	48.48	43.63	45.03	18.39	17.67	17.49	Límite Plástico:	LP =	28.67%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	44.97	41.41	42.35	17.82	17.25	17.10	Índice de Plasticidad :	IP =	9.87%
Peso de la Muestra Seca	Gr	9.16	5.77	6.71	1.94	1.45	1.41	Contenido de Humedad :	Wn =	44.98%
Contenido de Humedad	%	38.32	38.47	39.94	29.38	28.97	27.66			
Número de Golpes		28	23	18	Promedio :		28.67			



Calicata :	C11
Estrato :	E2
Potencia :	1.30 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
28	38.32
23	38.47
18	39.94
25	38.54

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA : C - 11
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422		
Peso Inicial de la Muestra Seca	2985.00	Gr	Ubicación :	C11		
Peso de la Muestra Después del Lavado	290.00	Gr	Estrato :	E2		
Perdida por Lavado	2695.00	Gr	Potencia :	1.30 m		
			Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	% Q' Pasa
			2 1/2	63.500	0.00	100.00
			2	50.800	0.00	100.00
			1 1/2	38.100	0.00	100.00
			1	25.400	0.00	100.00
			3/4	19.050	0.00	100.00
			3/8	9.525	0.00	100.00
			4	4.760	0.00	100.00
			10	2.000	0.00	100.00
			20	0.840	0.00	100.00
			40	0.426	0.00	100.00
			60	0.250	0.00	100.00
			100	0.149	0.00	100.00
			200	0.074	243.89	8.17
Cazoleta		2741.11	91.83	0.00		
Total Retenido :			2985.00	100.00		

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	91.83	Ubicación :	C11	Potencia :	1.30 m
% Que pasa la malla N° 40	100.00	Estrato :	E2		
% Que pasa la malla N° 10	100.00				
Límite Líquido	LL = 38.54%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 28.67%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 9.87%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	ML	Clasificación de Suelos :	A-4		
Tipo de Suelo :	Limo de Baja Plasticidad	Suelo :	A-4 (11)		
		Tipo de suelo :	Suelo Limoso		

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 12	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

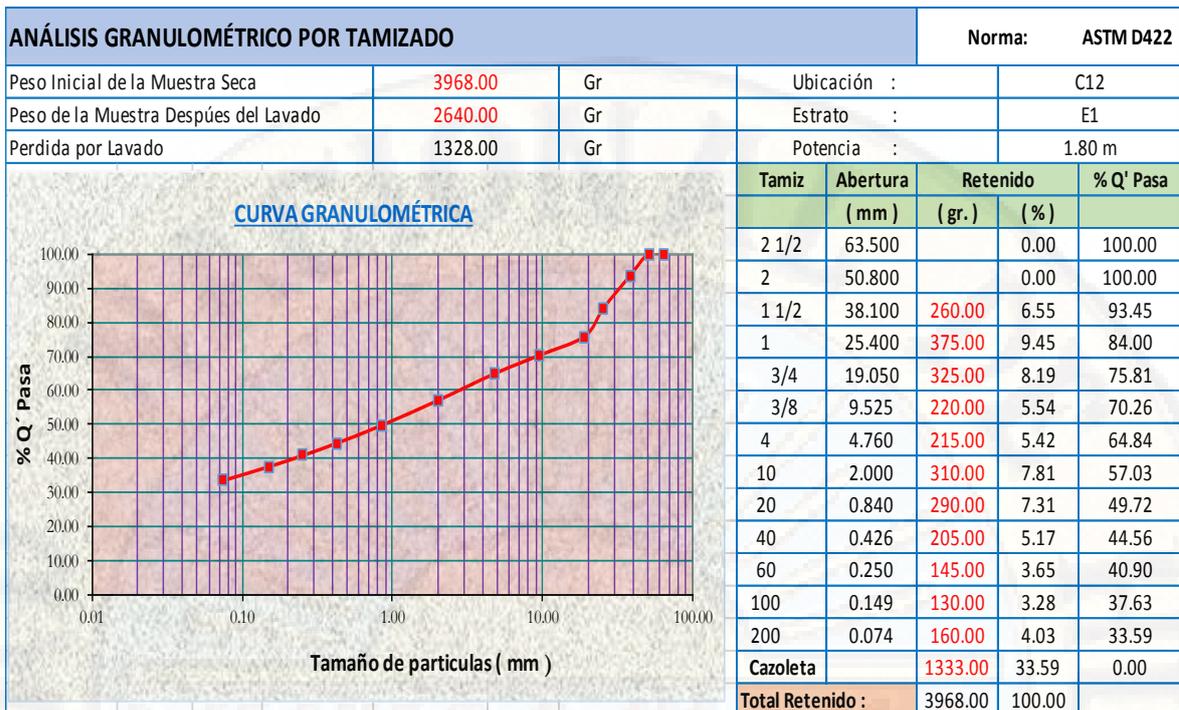
CONTENIDO DE HUMEDAD			Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.			Ubicación : C -12		
			Estrato : E1		
			Potencia : 1.80 m		
Tara Número	Unidades	T11	T9	T16	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	167.69	140.89	151.63	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	140.42	119.08	128.16	
Peso de la Tara	Gr	35.60	35.68	35.60	
Peso de la Muestra Seca	Gr	104.82	83.40	92.56	
Peso del Agua	Gr	27.27	21.81	23.47	
Contenido de Humedad	%	26.02	26.15	25.36	
Promedio			25.84 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :		C12		Potencia : 1.80 m	
				Estrato :		E1			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unid.	t1	t3	t2	t9	t4	t15		
Peso de la Tara	Gr	15.88	15.69	15.80	15.27	15.82	15.75	Límite Líquido:	LL = 41.13%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	26.69	23.73	26.53	16.72	17.20	17.13	Límite Plástico:	LP = 26.05%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	23.56	21.39	23.31	16.42	16.92	16.84	Índice de Plasticidad :	IP = 15.09%
Peso de la Muestra Seca	Gr	7.68	5.70	7.51	1.15	1.10	1.09	Contenido de Humedad :	Wn = 25.84%
Contenido de Humedad	%	40.76	41.05	42.88	26.09	25.45	26.61		
Número de Golpes		28	24	18	Promedio :		26.05		



Calicata :	C12
Estrato :	E1
Potencia :	1.80 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
28	40.76
24	41.05
18	42.88
25	41.13

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 12
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	



CLASIFICACIÓN DE SUELOS			Norma: ASTM D2487 ASTM D3282		
% Que pasa la malla N° 200	33.59	Ubicación :	C12	Potencia :	1.80 m
% Que pasa la malla N° 40	44.56	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	57.03				
Límite Líquido	LL = 41.13%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 26.05%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 15.09%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	GM	Clasificación de Suelos :	A-2-7		
Tipo de Suelo :	Grava Limosa	Suelo :	A-2-7 (1)		
		Tipo de suelo :	Grava Limosa		

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 13	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

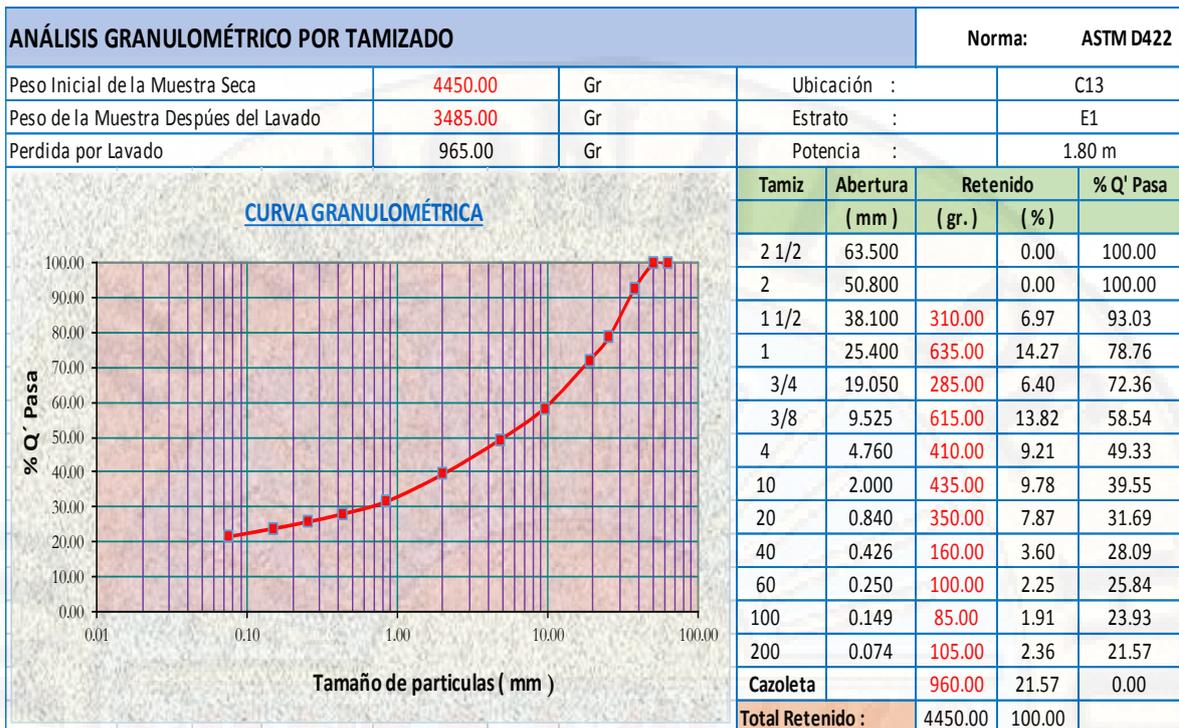
CONTENIDO DE HUMEDAD			Norma: ASTM D2216	
Observaciones : Ninguna.		Ubicación :	C -13	
		Estrato :	E1	
		Potencia :	1.80 m	
Tara Número	Unidades	T7	T14	T15
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	157.96	169.28	156.69
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	140.34	151.91	139.88
Peso de la Tara	Gr	35.63	36.01	35.69
Peso de la Muestra Seca	Gr	104.71	115.90	104.19
Peso del Agua	Gr	17.62	17.37	16.81
Contenido de Humedad	%	16.83	14.99	16.13
Promedio		15.98 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :		C13		Potencia : 1.80 m	
				Estrato :		E1			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unid.	t7	t12	t5	T4	T10	T9		
Peso de la Tara	Gr	15.77	15.35	15.66	36.73	35.62	35.67	Límite Líquido:	LL = 39.47%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	25.72	25.32	25.09	39.85	37.28	37.32	Límite Plástico:	LP = 27.50%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	22.93	22.49	22.36	39.17	36.93	36.96	Índice de Plasticidad :	IP = 11.97%
Peso de la Muestra Seca	Gr	7.16	7.14	6.70	2.44	1.31	1.29	Contenido de Humedad :	Wn = 15.98%
Contenido de Humedad	%	38.97	39.64	40.75	27.87	26.72	27.91		
Número de Golpes		30	22	18	Promedio :		27.50		



Calicata :	C13
Estrato :	E1
Potencia :	1.80 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
30	38.97
22	39.64
18	40.75
25	39.47

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA : C - 13
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

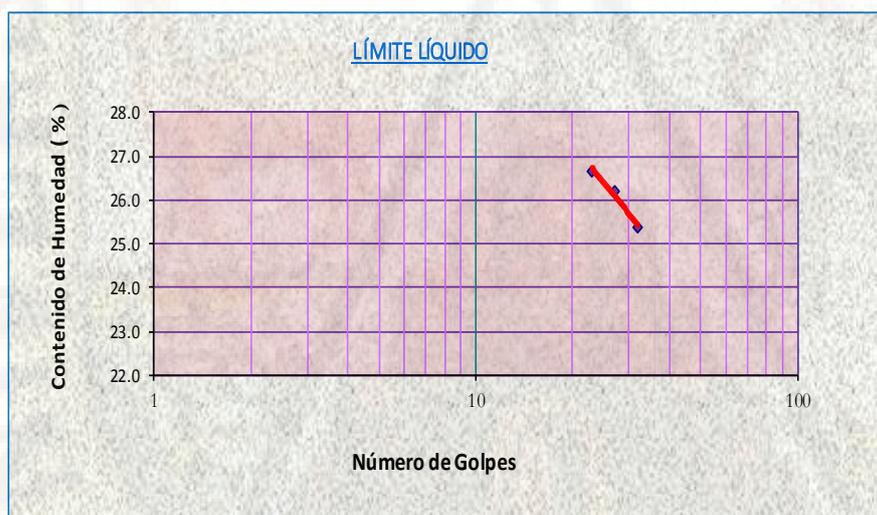


CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	21.57	Ubicación :	C13	Potencia :	1.80 m
% Que pasa la malla N° 40	28.09	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	39.55				
Límite Líquido	LL = 39.47%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 27.50%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 11.97%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	GM	Clasificación de Suelos :	A-2-6		
Tipo de Suelo :	Grava Limosa	Suelo :	A-2-6 (0)		
		Tipo de suelo :	Grava Limosa		

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 14	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C -14		
		Estrato : E1		
		Potencia : 1.20 m		
Tara Número	Unidades	T2	T5	T8
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	209.99	208.14	210.98
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	205.46	203.65	206.38
Peso de la Tara	Gr	35.81	36.39	36.60
Peso de la Muestra Seca	Gr	169.65	167.26	169.78
Peso del Agua	Gr	4.53	4.49	4.60
Contenido de Humedad	%	2.67	2.68	2.71
Promedio		2.69 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :			Calicata :			C14		Potencia : 1.20 m	
					Estrato :			E1			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia			
Tara Número	Unid.	t17	t16	t6	T1	T3	T5				
Peso de la Tara	Gr	15.67	15.75	15.68	36.31	36.55	36.38	Límite Líquido:	LL =	26.40%	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	30.10	27.16	32.73	38.37	39.42	40.25	Límite Plástico:	LP =	16.92%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	27.18	24.79	29.14	38.07	39.00	39.70	Índice de Plasticidad :	IP =	9.48%	
Peso de la Muestra Seca	Gr	11.51	9.04	13.46	1.76	2.45	3.32	Contenido de Humedad :	Wn =	2.69%	
Contenido de Humedad	%	25.37	26.22	26.67	17.05	17.14	16.57				
Número de Golpes		32	27	23	Promedio :		16.92				



Calicata :	C14
Estrato :	E1
Potencia :	1.20 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
32	25.37
27	26.22
23	26.67
25	26.40

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 14
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422	
Peso Inicial de la Muestra Seca	5815.00	Gr	Ubicación :	C14	
Peso de la Muestra Después del Lavado	5195.00	Gr	Estrato :	E1	
Perdida por Lavado	620.00	Gr	Potencia :	1.20 m	

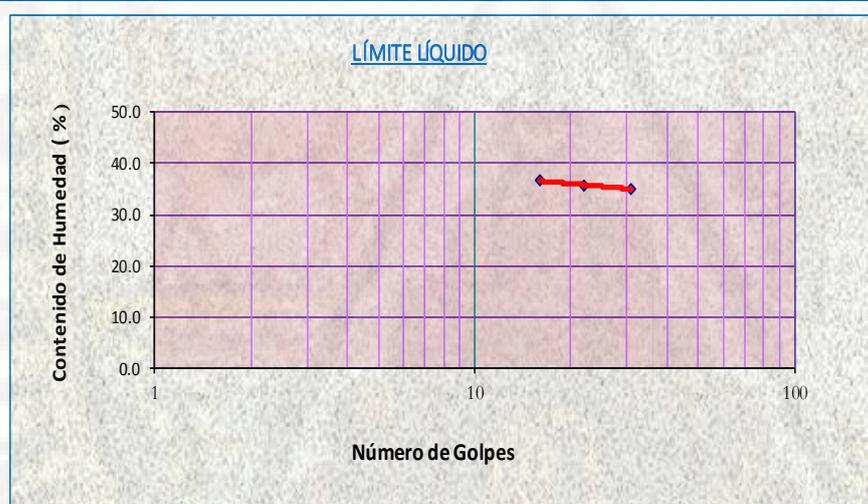
CURVA GRANULOMÉTRICA	Tamiz	Abertura	Retenido		% Q' Pasa
		(mm)	(gr.)	(%)	
	2 1/2	63.500		0.00	100.00
	2	50.800		0.00	100.00
	1 1/2	38.100	465.00	8.00	92.00
	1	25.400	650.00	11.18	80.83
	3/4	19.050	310.00	5.33	75.49
	3/8	9.525	855.00	14.70	60.79
	4	4.760	940.00	16.17	44.63
	10	2.000	825.00	14.19	30.44
	20	0.840	535.00	9.20	21.24
	40	0.426	290.00	4.99	16.25
	60	0.250	140.00	2.41	13.84
	100	0.149	95.00	1.63	12.21
	200	0.074	100.00	1.72	10.49
	Cazoleta		610.00	10.49	0.00
Total Retenido :		5815.00	100.00		

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	10.49	Ubicación :	C14	Potencia :	1.20 m
% Que pasa la malla N° 40	16.25	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	30.44				
Límite Líquido	LL = 26.40%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 16.92%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 9.48%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	GP-GC	Clasificación de Suelos :	A-2-4		
Tipo de Suelo :	Grava Arcillosa mal Graduada	Suelo :	A-2-4 (0)		
		Tipo de suelo :	Grava Arcillosa		

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 14	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 14		
		Estrato : E2		
		Potencia : 0.70 m		
Tara Número	Unidades	T1	T3	T6
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	177.77	166.87	167.73
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	154.22	147.53	147.49
Peso de la Tara	Gr	36.32	36.55	36.88
Peso de la Muestra Seca	Gr	117.90	110.98	110.61
Peso del Agua	Gr	23.55	19.34	20.24
Contenido de Humedad	%	19.97	17.43	18.30
Promedio		18.57 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :			Calicata :			C14		Potencia : 0.70 m	
		Estrato :			E2						
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia			
Tara Número	Unid.	1	2	3	1	2	3				
Peso de la Tara	Gr	36.71	35.69	36.55	16.16	15.75	15.65	Límite Líquido:	LL =	35.52%	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	52.52	49.16	61.36	18.97	19.90	18.19	Límite Plástico:	LP =	24.93%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	48.42	45.61	54.71	18.41	19.06	17.69	Índice de Plasticidad :	IP =	10.59%	
Peso de la Muestra Seca	Gr	11.71	9.92	18.16	2.25	3.31	2.04	Contenido de Humedad :	Wn =	18.57%	
Contenido de Humedad	%	35.01	35.79	36.62	24.89	25.38	24.51				
Número de Golpes		31	22	16	Promedio :		24.93				



Calicata :	C14
Estrato :	E2
Potencia :	0.70 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
31	35.01
22	35.79
16	36.62
25	35.52

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.	
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA : C - 14
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

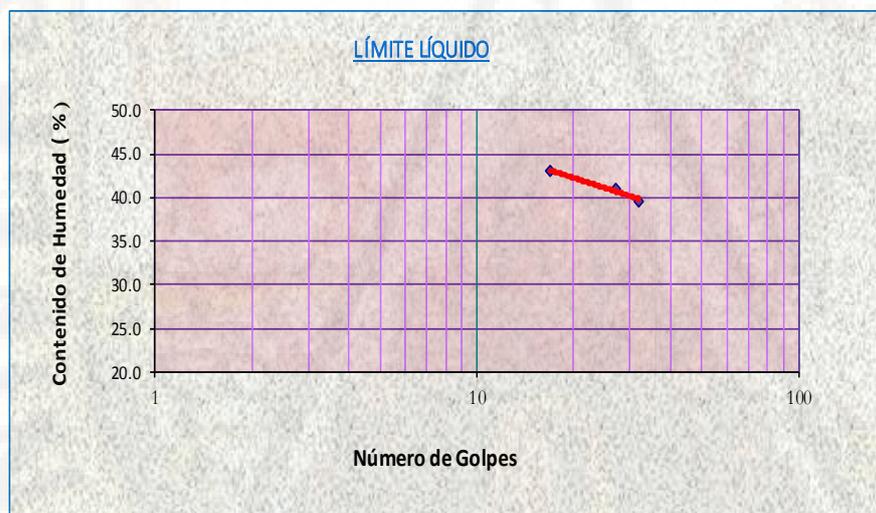
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422		
Peso Inicial de la Muestra Seca	4205.00	Gr	Ubicación :	C14		
Peso de la Muestra Después del Lavado	3195.00	Gr	Estrato :	E2		
Perdida por Lavado	1010.00	Gr	Potencia :	0.70 m		
			Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	% Q' Pasa (%)
			2 1/2	63.500		100.00
			2	50.800	233.06	94.46
			1 1/2	38.100	230.99	88.96
			1	25.400	282.74	82.24
			3/4	19.050	132.55	79.09
			3/8	9.525	463.12	68.07
			4	4.760	364.3	59.41
			10	2.000	432.04	49.14
			20	0.840	361.35	40.54
			40	0.426	232.63	35.01
			60	0.250	159.39	31.22
			100	0.149	133.84	28.04
			200	0.074	165.48	24.10
Cazoleta		1013.51	24.10	0.00		
Total Retenido :		4205.00	100.00			

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	24.10	Ubicación :	C14	Potencia :	0.70 m
% Que pasa la malla N° 40	35.01	Estrato :	E2		
% Que pasa la malla N° 10	49.14				
Límite Líquido	LL = 35.52%	D60 :	4.90	Cu :	10.43
Límite Plástico	LP = 24.93%	D30 :	0.20	Cc :	0.02
Índice de plasticidad	IP = 10.59%	D10 :	0.47		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	GC	Clasificación de Suelos :	A-1		
Tipo de Suelo :	Grava Arcillosa con Arena	Suelo :	A-1-b(0)		
		Tipo de suelo :	Material Granular: Grava con arena		

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 15	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 15		
		Estrato : E1		
		Potencia : 0.75 m		
Tara Número	Unidades	T4	T12	t4
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	140.90	146.66	50.88
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	114.51	118.32	42.03
Peso de la Tara	Gr	36.71	35.64	15.82
Peso de la Muestra Seca	Gr	77.80	82.68	26.21
Peso del Agua	Gr	26.39	28.34	8.85
Contenido de Humedad	%	33.92	34.28	33.77
Promedio		33.99 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :			Calicata :			C15		Potencia : 0.75 m	
					Estrato :			E1			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia			
Tara Número	Unid.	1	2	3	1	2	3				
Peso de la Tara	Gr	35.80	35.65	36.55	35.60	25.47	25.07	Límite Líquido:	LL =	41.11%	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	55.40	66.24	66.47	43.72	30.81	28.91	Límite Plástico:	LP =	31.38%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	49.84	57.34	57.47	41.83	29.52	27.98	Índice de Plasticidad :	IP =	9.73%	
Peso de la Muestra Seca	Gr	14.04	21.69	20.92	6.23	4.05	2.91	Contenido de Humedad :	Wn =	33.99%	
Contenido de Humedad	%	39.60	41.03	43.02	30.34	31.85	31.96				
Número de Golpes		32	27	17	Promedio :		31.38				



Calicata :	C15
Estrato :	E1
Potencia :	0.75 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
32	39.60
27	41.03
17	43.02
25	41.11

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 15
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

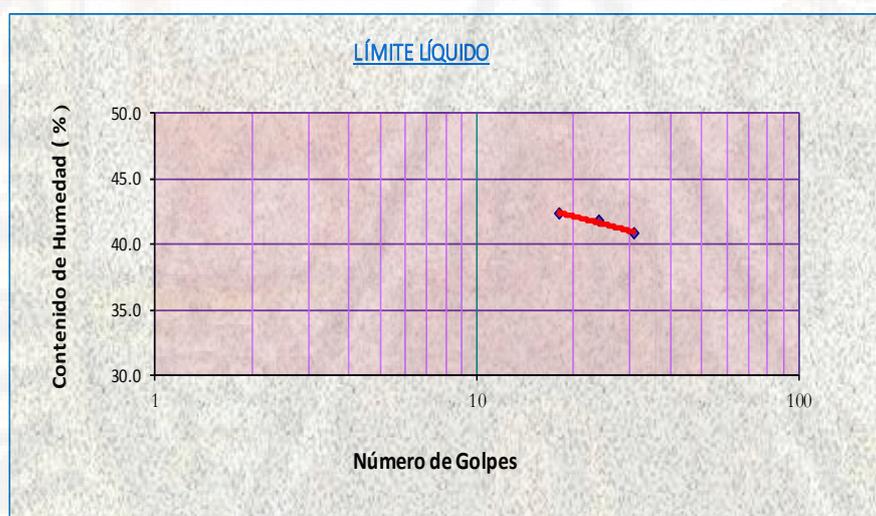
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422			
Peso Inicial de la Muestra Seca	3155.00	Gr	Ubicación :	C15			
Peso de la Muestra Después del Lavado	317.20	Gr	Estrato :	E1			
Pérdida por Lavado	2837.80	Gr	Potencia :	0.75 m			
			Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido (%)	% Q' Pasa
			2 1/2	63.500		0.00	100.00
			2	50.800		0.00	100.00
			1 1/2	38.100		0.00	100.00
			1	25.400		0.00	100.00
			3/4	19.050		0.00	100.00
			3/8	9.525		0.00	100.00
			4	4.760	3.14	0.10	99.90
			10	2.000	13.76	0.44	99.46
			20	0.840	44.03	1.40	98.07
			40	0.426	50.07	1.59	96.48
			60	0.250	39.70	1.26	95.22
			100	0.149	56.63	1.79	93.43
200	0.074	105.00	3.33	90.10			
Cazoleta		2842.67	90.10	0.00			
Total Retenido :		3155.00	100.00				

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	90.10	Ubicación :	C15	Potencia :	0.75 m
% Que pasa la malla N° 40	96.48	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	99.46				
Límite Líquido	LL = 41.11%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 31.38%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 9.73%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	ML	Clasificación de Suelos :	A-5		
Tipo de Suelo :	Limo de Baja Plasticidad	Suelo :	A-5(11)		
		Tipo de suelo :	Suelo Limoso		

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 15	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

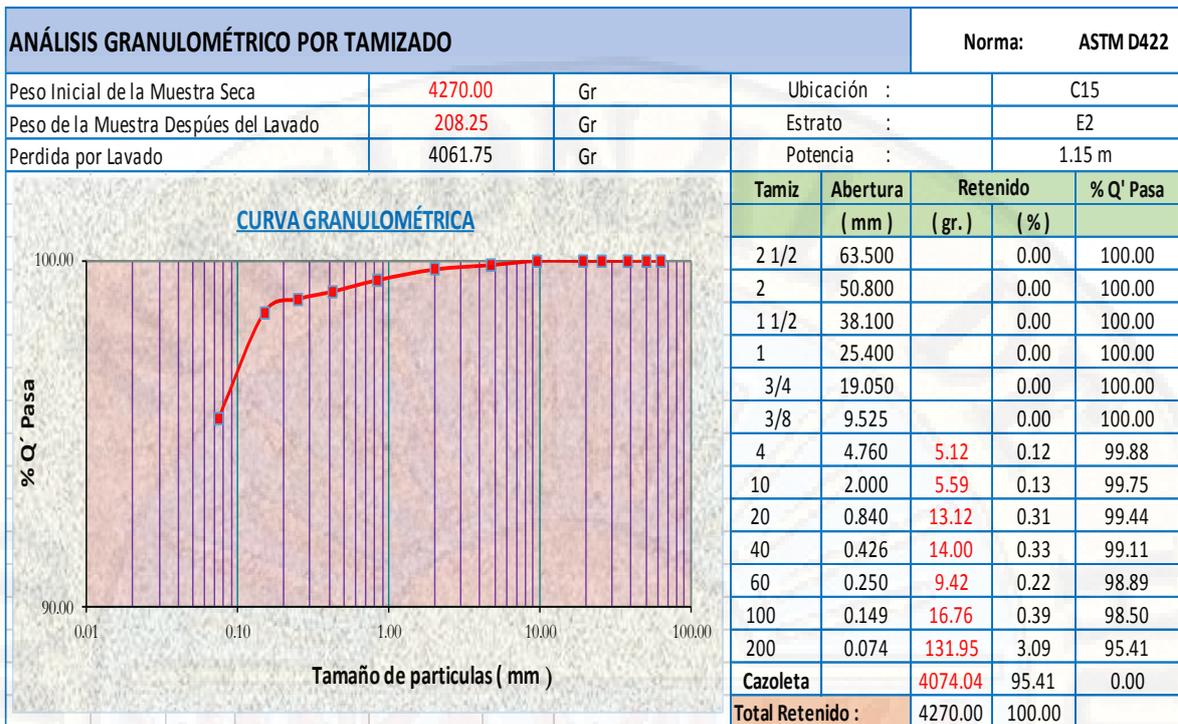
CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Ninguna.		Ubicación : C - 15		
		Estrato : E2		
		Potencia : 1.15 m		
Tara Número	Unidades	T10	T13	t17
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	164.37	155.40	69.60
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	126.31	119.84	53.63
Peso de la Tara	Gr	35.62	35.81	15.68
Peso de la Muestra Seca	Gr	90.69	84.03	37.95
Peso del Agua	Gr	38.06	35.56	15.97
Contenido de Humedad	%	41.97	42.32	42.08
Promedio		42.12 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :			Calicata :			C15		Potencia : 1.15 m	
		Estrato :			E2						
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia			
Tara Número	Unid.	T2	T14	T1	1	2	3				
Peso de la Tara	Gr	35.81	36.32	36.01	28.36	28.88	28.65	Límite Líquido:	LL =	41.52%	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	60.47	56.64	62.60	31.82	33.64	33.28	Límite Plástico:	LP =	33.20%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	53.32	50.65	54.69	30.95	32.45	32.14	Índice de Plasticidad :	IP =	8.32%	
Peso de la Muestra Seca	Gr	17.51	14.33	18.68	2.59	3.57	3.49	Contenido de Humedad :	Wn =	42.12%	
Contenido de Humedad	%	40.83	41.80	42.34	33.59	33.33	32.66				
Número de Golpes		31	24	18	Promedio :		33.20				



Calicata :	C15
Estrato :	E2
Potencia :	1.15 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
31	40.83
24	41.80
18	42.34
25	41.52

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 15
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

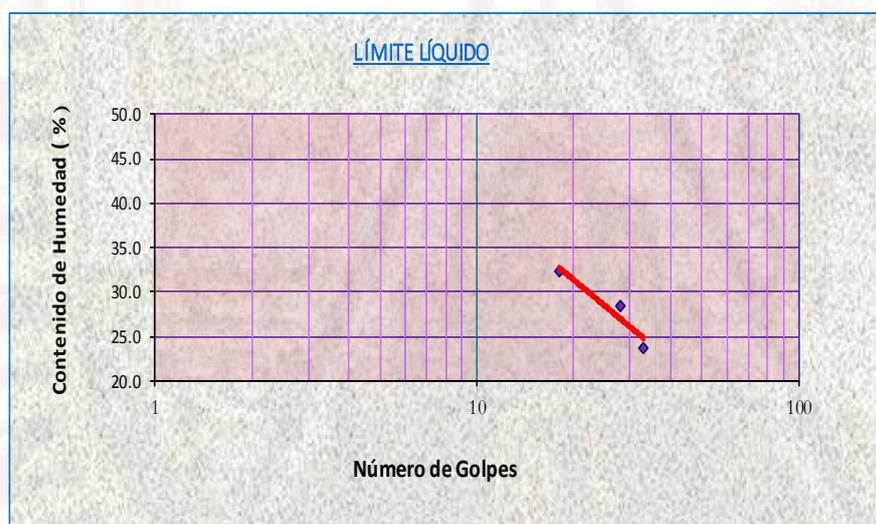


CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	95.41	Ubicación :	C15	Potencia :	1.15 m
% Que pasa la malla N° 40	99.11	Estrato :	E2		
% Que pasa la malla N° 10	99.75				
Límite Líquido	LL = 41.52%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 33.20%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 8.32%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	ML	Clasificación de Suelos :	A-5		
Tipo de Suelo :	Limo de Baja Plasticidad	Suelo :	A-5(11)		
		Tipo de suelo :	Suelo Limoso		

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 16	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

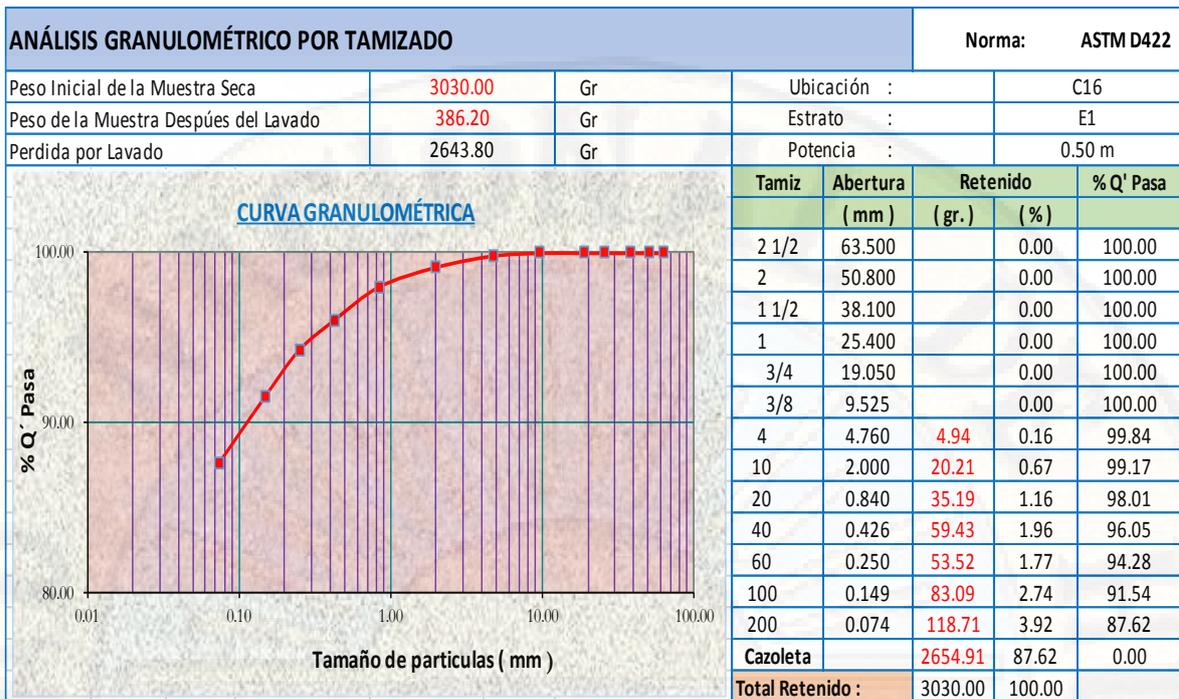
CONTENIDO DE HUMEDAD		Norma: ASTM D2216		
Observaciones : Presencia de nivel freático a 0.70 m		Ubicación : C - 16		
		Estrato : E1		
		Potencia : 0.50 m		
Tara Número	Unidades	T1	T2	T3
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	167.49	158.52	72.72
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	132.43	125.96	57.75
Peso de la Tara	Gr	38.74	38.93	18.80
Peso de la Muestra Seca	Gr	93.69	87.03	38.95
Peso del Agua	Gr	35.06	32.56	14.97
Contenido de Humedad	%	37.42	37.41	38.43
Promedio		37.76 %		

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :			Calicata :			C16		Potencia : 0.50 m	
					Estrato :			E1			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia			
Tara Número	Unid.	1	2	3	1	2	3				
Peso de la Tara	Gr	36.09	35.22	15.33	15.79	15.63	36.58	Límite Líquido:	LL =	27.91%	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	56.72	55.08	37.33	22.87	22.54	46.64	Límite Plástico:	LP =	24.25%	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	52.76	50.68	31.95	21.54	21.16	44.65	Índice de Plasticidad :	IP =	3.66%	
Peso de la Muestra Seca	Gr	16.67	15.46	16.62	5.75	5.53	8.07	Contenido de Humedad :	Wn =	37.76%	
Contenido de Humedad	%	23.76	28.46	32.37	23.13	24.95	24.66				
Número de Golpes		33	28	18	Promedio :		24.25				



Calicata :	C16
Estrato :	E1
Potencia :	0.50 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
33	23.76
28	28.46
18	32.37
25	27.91

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA, PROVINCIA DE HUANCVELICA.	
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA : C - 16
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

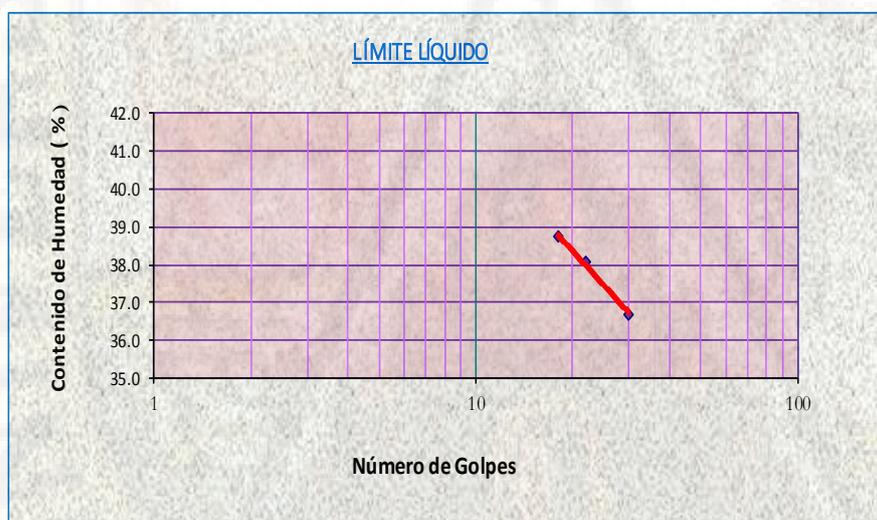


CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	87.62	Ubicación :	C16	Potencia :	0.50 m
% Que pasa la malla N° 40	96.05	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	99.17				
Límite Líquido	LL = 27.91%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 24.25%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 3.66%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	ML	Clasificación de Suelos :	A-4		
Tipo de Suelo :	Limo de Baja Plasticidad	Suelo :	A-4(3)		
		Tipo de suelo :	Suelo Limoso		

	PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.			
	TESISTAS :	Bach. Lucia Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.			
	FECHA DE MUESTREO :	Marzo del 2018	CALICATA :	C - 17	
	LUGAR :	Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH			

CONTENIDO DE HUMEDAD			Norma: ASTM D2216		
Observaciones :		Ubicación : C -17			
Presencia de nivel freático a 0.60 m		Estrato : E1			
		Potencia : 0.50 m			
Tara Número	Unidades	T8	t5	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	161.98	57.30	153.70	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	128.72	46.05	122.68	
Peso de la Tara	Gr	36.62	15.65	36.32	
Peso de la Muestra Seca	Gr	92.10	30.40	86.36	
Peso del Agua	Gr	33.26	11.25	31.02	
Contenido de Humedad	%	36.11	37.01	35.92	
Promedio		36.35 %			

LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación :		Calicata :		C17		Potencia : 0.50 m	
				Estrato :		E1			
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número	Unid.	t1	t3	t2	t9	t10	t4		
Peso de la Tara	Gr	15.88	15.69	15.80	15.27	15.80	15.85	Límite Líquido:	LL = 37.46%
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	27.32	26.75	25.40	17.58	17.50	17.93	Límite Plástico:	LP = 27.68%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	24.25	23.70	22.72	17.08	17.13	17.48	Índice de Plasticidad :	IP = 9.77%
Peso de la Muestra Seca	Gr	8.37	8.01	6.92	1.81	1.33	1.63	Contenido de Humedad :	Wn = 36.35%
Contenido de Humedad	%	36.68	38.08	38.73	27.62	27.82	27.61		
Número de Golpes		30	22	18	Promedio :		27.68		



Calicata :	C17
Estrato :	E1
Potencia :	0.50 m
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
30	36.68
22	38.08
18	38.73
25	37.46

	PROYECTO : ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA DE HUANCAVELICA.	
	TESISTAS : Bach. Lucía Huayra Canales. Bach. Cinthia Paitan Ccanto.	
	FECHA DE MUESTREO : Marzo del 2018	CALICATA : C - 17
	LUGAR : Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNH	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				Norma: ASTM D422	
Peso Inicial de la Muestra Seca	4878.00	Gr	Ubicación :	C17	
Peso de la Muestra Después del Lavado	3386.00	Gr	Estrato :	E1	
Pérdida por Lavado	1492.00	Gr	Potencia :	0.50 m	

CURVA GRANULOMÉTRICA	Tamiz	Abertura (mm)	Retenido		% Q' Pasa
			(gr.)	(%)	
	2 1/2	63.500		0.00	100.00
	2	50.800		0.00	100.00
	1 1/2	38.100		0.00	100.00
	1	25.400	185.40	3.80	96.20
	3/4	19.050	175.10	3.59	92.61
	3/8	9.525	542.10	11.11	81.50
	4	4.760	450.72	9.24	72.26
	10	2.000	556.18	11.40	60.85
	20	0.840	495.22	10.15	50.70
	40	0.426	340.00	6.97	43.73
	60	0.250	275.13	5.64	38.09
	100	0.149	178.90	3.67	34.42
	200	0.074	202.01	4.14	30.28
	Cazoleta		1477.24	30.28	0.00
	Total Retenido :		4878.00	100.00	

CLASIFICACIÓN DE SUELOS				Norma: ASTM D2487 ASTM D3282	
% Que pasa la malla N° 200	30.28	Ubicación :	C17	Potencia :	0.50 m
% Que pasa la malla N° 40	43.73	Estrato :	E1		
% Que pasa la malla N° 10	60.85				
Límite Líquido	LL = 37.46%	D60 :	0.00	Cu :	0.00
Límite Plástico	LP = 27.68%	D30 :	0.00	Cc :	0.00
Índice de plasticidad	IP = 9.77%	D10 :	0.00		
CLASIFICACIÓN SEGÚN SUCS			CLASIFICACIÓN SEGÚN AASHTO		
Clasificación de suelos:	SM	Clasificación de Suelos :	A-2-4		
Tipo de Suelo :	Arena Limosa	Suelo :	A-2-4 (0)		
		Tipo de suelo :	Arena Limosa		



ANEXO D: REGISTRO DE SONDEO DPL



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-1

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
CHICO DISTRITO DE HUANCAMELICA PROVINCIA DE HUANCAMELICA

UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica

FECHA : 12/04/2018

PROF. ALCANZADA (m) : 3.00

REALIZADO : Bach. Lucia Huayra Canales

NIVEL FREÁTICO (m) : 2.20

Bach. Cinthia Paitan Ccanto

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA Nº de golpes N _{DPL} = 10 cm
			N SPT	φ (°) suelo friccionant	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo	
0.20	Grava bien Graduada con limo	GP-GM	14	31.7	-	
1.00			8	27.6	-	
1.20	Arena limosa	SM	10	29.1	-	
2.00			11	29.8	-	
3.00			-	-	-	
4.00						
5.00						
6.00						
7.00						
8.00						

OBSERVACIONES :



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-2

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO
 DISTRITO DE HUANCAMELICA PROVINCIA DE HUANCAMELICA

UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica **FECHA** : 12/04/2018

PROF.ALCANZADA (m) : 1.60 **REALIZADO** : Bach. Lucia Huayra Canales

NIVEL FREATICO (m) : 0.20 **Bach. Cinthia Paitan Ccanto**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA Nº de golpes N _{dPL} = 10 cm
			N SPT	φ (°) suelo friccionante	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo	
0.20	▽ Limo inorganico de alta plasticidad	MH	2	-	0.56	
1.00	Material Granular	(GW,GP)	17	33.4	-	
1.20			17	33.4	-	
2.00			35	38.5	-	
3.00						
4.00						
5.00						
6.00						
7.00						
8.00						

OBSERVACIONES : Se paró el ensayo a 2.00 m por el rechazo del suelo.



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-3

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA PROVINCIA DE HUANCVELICA

UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica

FECHA : 12/04/2018

PROF.ALCANZADA (m) : 3.00

REALIZADO : Bach. Lucia Huayra Canales

NIVEL FREATICO (m) : N.A

Bach. Cinthia Paitan Ccanto

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA N _{DPL} = $\frac{\text{N}^\circ \text{ de golpes}}{10 \text{ cm}}$
			N SPT	ϕ (°) suelo friccionante	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo	
0.20	Grava bien graduada	GW	6	26.0	-	
	Arena Limosa	SM	2	21.3	-	
1.00 1.20	Limo inorganico de baja plasticidad	ML	3	-	0.68	
2.00	Arcilla de baja plasticidad	CL	7	-	0,76	
			4	-	-	
			5	-	-	
3.00						
4.00						
5.00						
6.00						
7.00						
8.00						

OBSERVACIONES :



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-4

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
 CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA PROVINCIA DE HUANCVELICA

UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica **FECHA** : 12/04/2018

PROF.ALCANZADA (m) : 2.50 **REALIZADO** : Bach. Lucia Huayra Canales

NIVEL FREATICO (m) : N.A Bach. Cinthia Paitan Ccanto

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA	
			N SPT	φ (°) suelo friccionant	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo	N° de golpes N _{DPL} = 10 cm	
0.20	Grava bien gradada	GW	27	38.2	-		
1.00			14	31.7	-		
2.00	Limo inorganico de baja plasticidad	ML	4	-	0.60		
			5	-	0.62		
3.00	Arcilla de baja plasticidad	CL	5	-	0.71		
4.00							
5.00							
6.00							
7.00							
8.00							

OBSERVACIONES :



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-5

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
 CHICO DISTRITO DE HUANCAMELICA PROVINCIA DE HUANCAMELICA
UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica **FECHA** : 12/04/2018
PROF.ALCANZADA (m) : 3.00 **REALIZADO** : Bach. Lucia Huayra Canales
NIVEL FREATICO (m) : 2.20 Bach. Cinthia Paitan Ccanto

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA Nº de golpes N _{DPL} = 10 cm
			N SPT	φ (°) suelo riccionant	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo	
0.20	Limo inorganico de baja plasticidad	ML	3	-	0.60	
1.00			4	-	0.64	
1.20			4	-	0.64	
2.00			5	-	0.68	
2.20			-	-	-	
3.00						
4.00						
5.00						
6.00						
7.00						
8.00						

OBSERVACIONES :



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-6

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
 CHICO DISTRITO DE HUANCAMELICA PROVINCIA DE HUANCAMELICA

UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica **FECHA** : 12/04/2018

PROF.ALCANZADA (m) : 2.00 **REALIZADO** : Bach. Lucia Huayra Canales

NIVEL FREATICO (m) : N.A Bach. Cinthia Paitan Ccanto

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA
			N SPT	ϕ (°) suelo friccionant	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo	Nº de golpes 10 cm
0.20	Arena limosa	SM	3	22.7	-	
1.00	Limo inorganico de baja plasticidad	ML	28	-	0.85	
2.00	Grava bien graduada	GW	13	31.1	-	
2.10	Grava bien graduada	GW	29	36.1	-	
3.00						
4.00						
5.00						
6.00						
7.00						
8.00						

OBSERVACIONES : Se paró el ensayo a 2.10 m por el rechazo del suelo.



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-7

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
CHICO DISTRITO DE HUANCAMELICA PROVINCIA DE HUANCAMELICA

UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica

FECHA : 12/04/2018

PROF.ALCANZADA (m) : 3.00

REALIZADO : Bach. Lucia Huayra Canales

NIVEL FREATICO (m) : N.A

Bach. Cinthia Paitan Ccanto

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA Nº de golpes 10 cm
			N SPT	ϕ (°) suelo friccionant	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo	
0.20	Arena limosa	SM	8	27.6	-	
1.00			8	27.6	-	
1.20			8	27.6	-	
2.00			8	27.6	-	
2.50			-	-		
3.00			-	-		
4.00						
5.00						
6.00						
7.00						
8.00						

OBSERVACIONES :



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-8

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
 CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA PROVINCIA DE HUANCVELICA
UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica **FECHA** : 12/04/2018
PROF.ALCANZADA (m) : 3.00 **REALIZADO** : Bach. Lucia Huayra Canales
NIVEL FREATICO (m) : N.A **Bach. Cinthia Paitan Ccanto**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA Nº de golpes N _{DPL} = 10 cm
			N SPT	φ (°) suelo friccionant	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo	
0.20	Limo inorganico de baja plasticidad	ML	5	-	0.68	
1.00			7	-	0.76	
1.20			9	-	0.84	
2.00			13	-	0.88	
3.00			-	-		
4.00			-	-		
5.00			-	-		
6.00			-	-		
7.00			-	-		
8.00			-	-		

OBSERVACIONES :



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-9

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
 CHICO DISTRITO DE HUANCAMELICA PROVINCIA DE HUANCAMELICA

UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica

PROF.ALCANZADA (m) : 3.00

NIVEL FREATICO (m) : N.A

FECHA : 13/04/2018

REALIZADO : Bach. Lucia Huayra Canales
 Bach. Cinthia Paitan Ccanto

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA Nº de golpes N _{DPL} = 10 cm
			N SPT	φ (°) suelo friccionant	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo	
0.20	Grava bien graduada	GW	12	30.5	-	
1.00			MH	8	27.6	
2.00	6	-		0.74		
	6	-		0.74		
	-	-		-		
3.00			-	-		
4.00				-	-	
5.00				-	-	
6.00				-	-	
7.00				-	-	
8.00				-	-	

OBSERVACIONES :



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-10

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
 CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA PROVINCIA DE HUANCVELICA

UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica

PROF.ALCANZADA (m) : 1.90

NIVEL FREATICO (m) : N.A

FECHA : 13/04/2018

REALIZADO : Bach. Lucia Huayra Canales
 Bach. Cinthia Paitan Ccanto

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA N ^o de golpes N _{DPL} = 10 cm	
			N SPT	φ (°) suelo friccionant	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo		
0.20	Grava Arcillosa	GC	11	29.8	-		
1.00			13	31.1	-		
1.80			18	34.0	-		
2.00			34	38.1	-		
2.20							
3.00							
4.00							
5.00							
6.00							
7.00							
8.00							

OBSERVACIONES : Se paró el ensayo a 2.00 m por el rechazo del suelo.



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-11

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
 CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA PROVINCIA DE HUANCVELICA

UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica **FECHA** : 13/04/2018

PROF.ALCANZADA (m) : 3.50 **REALIZADO** : Bach. Lucia Huayra Canales

NIVEL FREATICO (m) : N.A **Bach. Cinthia Paitan Ccanto**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA
			N SPT	φ (°) suelo friccionante	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo	Nº de golpes N _{DPL} = 10 cm
0.20	Limo inorganico de baja plasticidad	ML	4	-	0.64	
1.00			4	-	0.64	
1.20			5	-	0.68	
2.00			5	-	0.68	
3.00			-	-		
4.00			-	-		
5.00			-	-		
6.00			-	-		
7.00			-	-		
8.00			-	-		

OBSERVACIONES :



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-12

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
 CHICO DISTRITO DE HUANCAMELICA PROVINCIA DE HUANCAMELICA

UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica **FECHA** : 13/04/2018

PROF.ALCANZADA (m) : 1.60 **REALIZADO** : Bach. Lucia Huayra Canales

NIVEL FREATICO (m) : N.A **Bach. Cinthia Paitan Ccanto**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA N _{DPL} = $\frac{N^{\circ} \text{ de golpes}}{10 \text{ cm}}$
			N SPT	ϕ (°) suelo friccionant	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo	
0.20 1.00 1.20 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 7.00 8.00	Grava limosa	GM	20 31 36	35.0 39.9 39.3	- - -	

OBSERVACIONES : Se paró el ensayo a 1.80 m por el rechazo del suelo.



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-13

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
 CHICO DISTRITO DE HUANCAMELICA PROVINCIA DE HUANCAMELICA
UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica **FECHA** : 13/04/2018
PROF. ALCANZADA (m) : 1.70 **REALIZADO** : Bach. Lucia Huayra Canales
NIVEL FREÁTICO (m) : N.A. **Bach. Cinthia Paitan Ccanto**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA
			N SPT	φ (°) suelo friccionant	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo	N _{DPL} N° de golpes 10 cm
0.20	Grava limosa	GM	13	31.1	-	
1.00			16	32.9	-	
1.20			36	39.6	-	
2.00						2.0
3.00						3.0
4.00						4.0
5.00						5.0
6.00						6.0
7.00						7.0
8.00						8.0

OBSERVACIONES : Se paró el ensayo a 1.70 m por el rechazo del suelo.



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-14

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
 CHICO DISTRITO DE HUANCAMELICA PROVINCIA DE HUANCAMELICA

UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica **FECHA** : 13/04/2018

PROF.ALCANZADA (m) : 2.30 **REALIZADO** : Bach. Lucia Huayra Canales

NIVEL FREATICO (m) : N.A **Bach. Cinthia Paitan Ccanto**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA N ^o de golpes N _{DPL} = 10 cm
			N SPT	φ (°) suelo friccionant	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo	
0.20	Grava mal graduada con arcilla	GP-GC	11	29.8	-	
1.00			11	29.8	-	
2.00	Grava arcillosa	GC	16	32.9	-	
2.30			33	36.7	-	
3.00						
4.00						
5.00						
6.00						
7.00						
8.00						

OBSERVACIONES : Se paró el ensayo a 2.30 m por el rechazo del suelo.



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : **DPL-15**

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA PROVINCIA DE HUANCVELICA

UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica

FECHA : 13/04/2018

PROF.ALCANZADA (m) : 3.00

REALIZADO : Bach. Lucia Huayra Canales

NIVEL FREATICO (m) : N.A

Bach. Cinthia Paitan Ccanto

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES		ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA Nº de golpes N _{DPL} = 10 cm
			N SPT	ϕ (°) suelo riccionant	
0.20	Limo inorganico de baja plasticidad	ML	3	-	0.60
1.00			6	-	0.72
1.20			7	-	0.76
2.00			8	-	0.80
3.00			-	-	
4.00			-	-	
5.00					
6.00					
7.00					
8.00					

OBSERVACIONES :



REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-16

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
 CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA PROVINCIA DE HUANCVELICA

UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica **FECHA** : 13/04/2018

PROF.ALCANZADA (m) : 1.50 **REALIZADO** : Bach. Lucia Huayra Canales
 Bach. Cinthia Paitan Ccanto

NIVEL FREATICO (m) : 0.70

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA Nº de golpes 10 cm
			N SPT	φ (°) suelo friccionante	c (Kg/cm²) suelo cohesivo	
0.20	Limo de Baja Plasticidad	ML	12	-	0.96	
1.00	Material Granular	(GW,GP)	24	33.0	-	
1.20			19	29.6	-	
2.00			25	34.0	-	
3.00						
4.00						
5.00						
6.00						
7.00						
8.00						

OBSERVACIONES : Se paró el ensayo a 2.00 m por el rechazo del suelo.



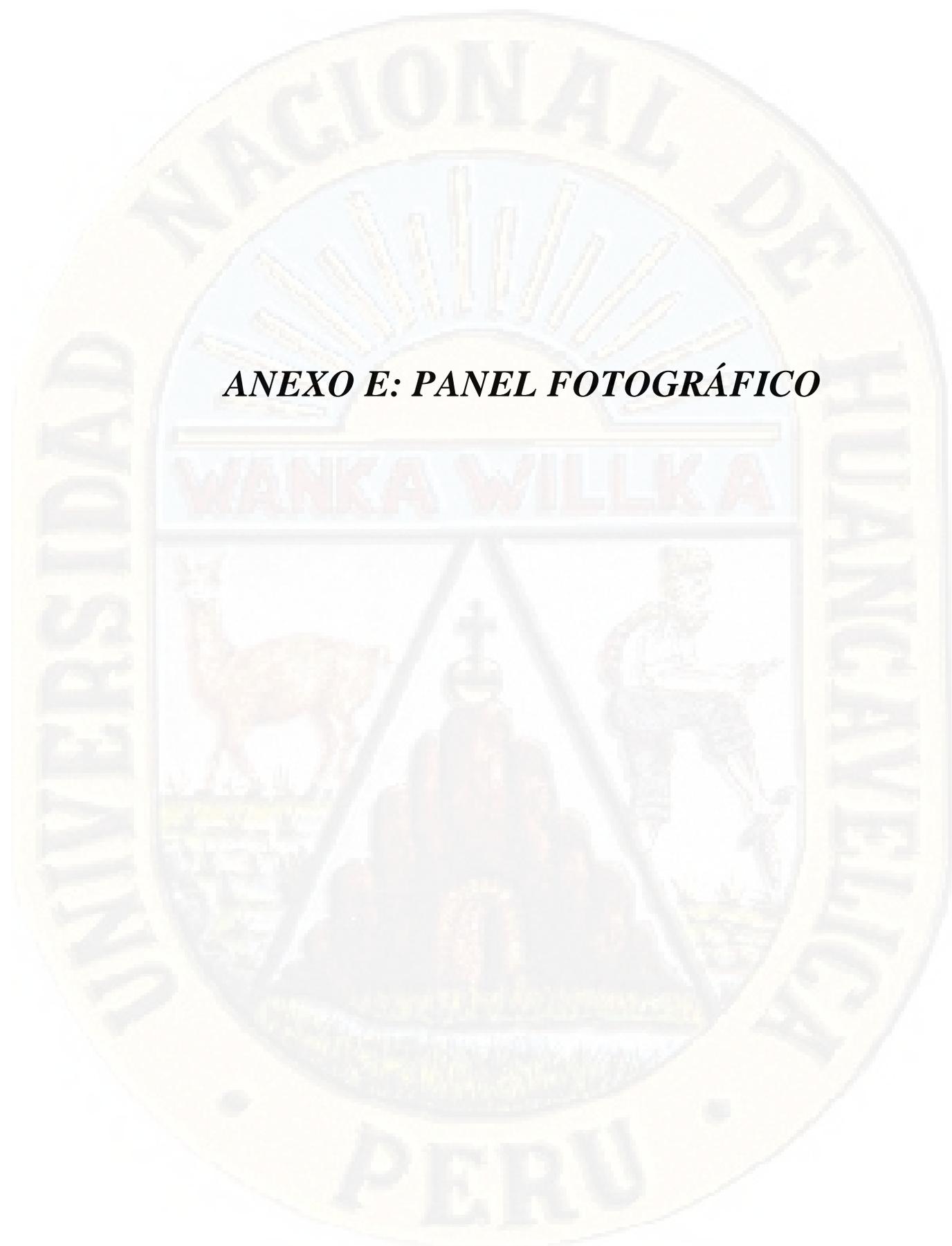
REGISTRO DE SONDAJE

SONDAJE : DPL-17

PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI
 CHICO DISTRITO DE HUANCVELICA PROVINCIA DE HUANCVELICA
UBICACIÓN : Chuñuranra-Huancavelica **FECHA** : 13/04/2018
PROF.ALCANZADA (m) : 3.00 **REALIZADO** : Bach. Lucia Huayra Canales
NIVEL FREATICO (m) : 0.60 **Bach. Cinthia Paitan Ccanto**

PROF. (m)	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA LIGERA N _{DPL} = $\frac{\text{N}^\circ \text{ de golpes}}{10 \text{ cm}}$	
			N SPT	ϕ (°) suelo friccionante	c (Kg/cm ²) suelo cohesivo		
0.20	Limo inorganico de baja plasticidad	SM	8	27.6	-		
1.00	Material Granular	(GW-GP)	27	33.2	-		
1.20			10	29.1	-		
2.00			10	29.1	-		
2.50			27	34.0	-		
2.80			28	35.0	-		
3.00							
4.00							
5.00							
6.00							
7.00							
8.00							

OBSERVACIONES :



ANEXO E: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 16: Durante el reconocimiento de la zona se evidencio la presencia de agua en el área de estudio.



Fotografía 17: Se visualiza presencia de agua en la zona.



Fotografía 18: Se evidencia la presencia de nivel freático durante la excavación de calicata.



Fotografía 19: Excavación de calicata con el apoyo de una retroexcavadora.



Fotografía 20: Excavación de calicata hasta una profundidad de 2.50 m.



Fotografía 21: Extracción de muestras de suelo.



Fotografía 22: Medición de la profundidad de la calicata.



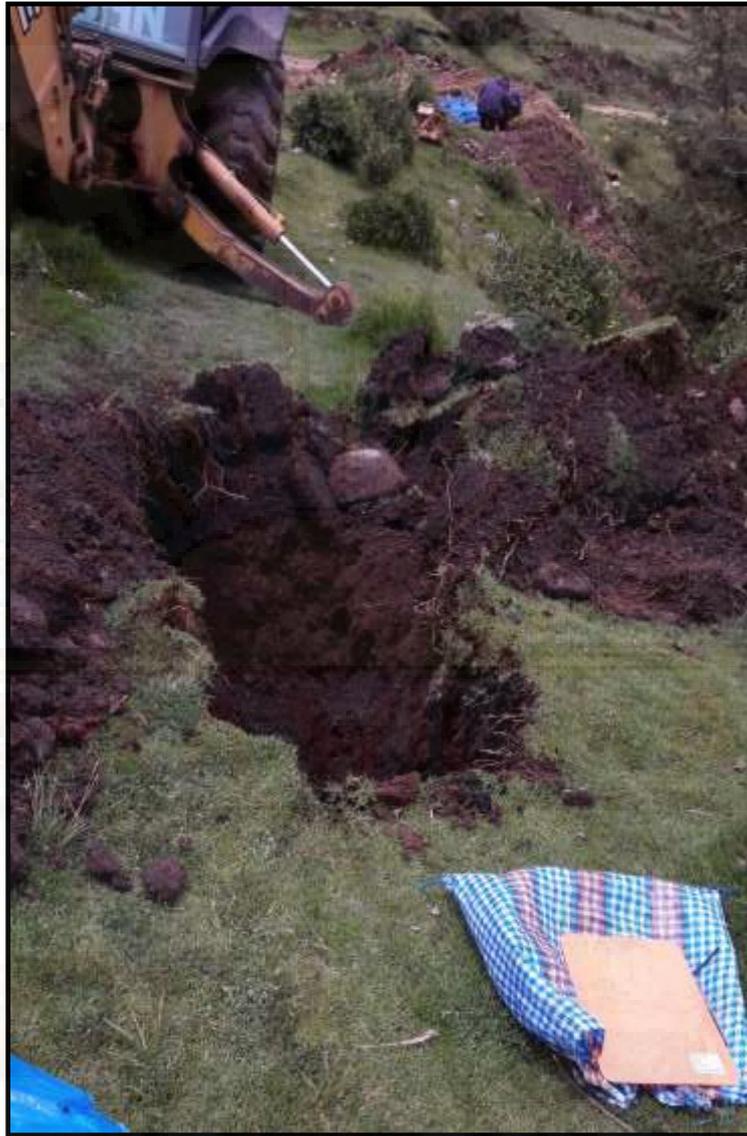
Fotografía 23: Se visualiza la excavación de calicata en forma manual.



Fotografía 24: Vista de calicata N° 3



Fotografía 25: Se visualiza la presencia de nivel freático en calicata C5.



Fotografía 26: Excavación de calicata C-7.

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICO LIGERO (DPL)



Fotografía 27: Se visualiza el marcado de niveles de referencia cada 10 cm en las varillas de acero.



Fotografía 28: Se visualiza el ensamblaje del equipo DPL-5.



Fotografía 29: Registro del número de golpes por cada 10 cm.



Fotografía 30: Ejecución del ensayo DPL-9



Fotografía 31: Se visualiza la ejecución del ensayo DPL-17



Fotografía 32: Se visualiza la ejecución del ensayo DPL-16



Fotografía 33: Se visualiza la ejecución del ensayo DPL-6.



Fotografía 34: Se visualiza la ejecución del ensayo DPL-8



Fotografía 35: Cuarteo de muestra.



Fotografía 36: Muestra secada en horno (24 horas).



Fotografía 37: Lavado de muestra.



Fotografía 38: Secado de muestra lavada en horno (24 horas).



Fotografía 39: Peso de muestra seca para el tamizado.



Fotografía 40: Realización de tamizado de muestra.



Fotografía 41: Tamizado de muestra seca por la malla N° 40 para la realización de Límites.



Fotografía 42: Preparación de muestra para la elaboración de Límites de Atterberg.



Fotografía 43: Realización de ensayo de Límite Plástico.



Fotografía 44: Realización de ensayo de Límite Líquido.



Fotografía 45: Visualización de cierre de ranura de ½ pulg.



Fotografía 46: Visualización de extracción de muestra.



Fotografía 47: Secado de Límite Líquido y Límite Plástico en horno (24 horas).



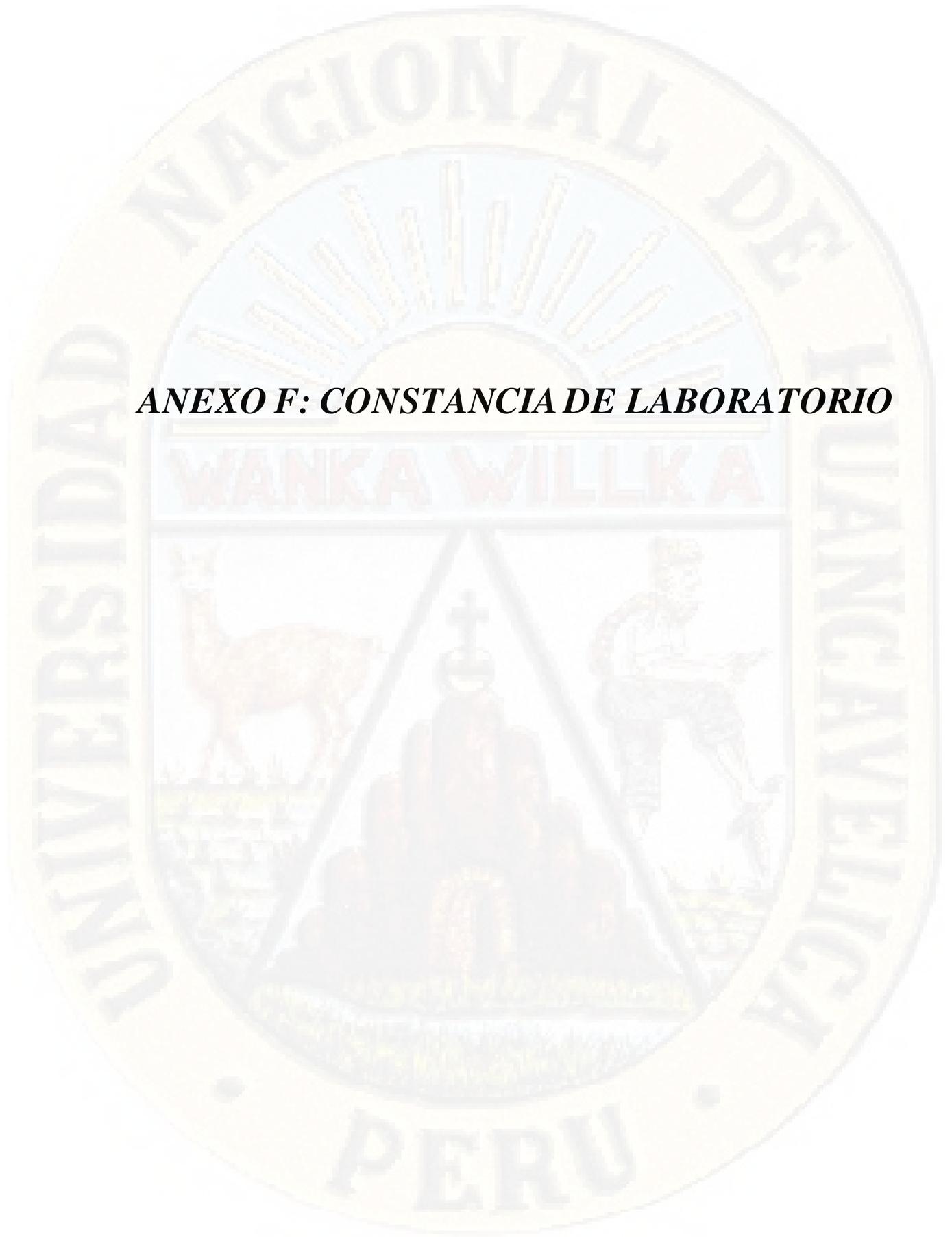
Fotografía 48: Peso de Límite Líquido y Límite Plástico para la obtención del contenido de humedad.



Fotografía 49: Visualización de ensayo de Límite Plástico.



Fotografía 50: Visualización de ensayo de Límite Líquido.



ANEXO F: CONSTANCIA DE LABORATORIO



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

EL JEFE DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL HUANCAVELICA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA, otorga la presente:

CONSTANCIA

A: **HUAYRA CANALES LUCIA y PAITAN CCANTO CINTHIA**, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica, quienes han concluido con el desarrollo los siguientes ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la EPICH:

- Ensayo de contenido de humedad (30 ensayos)
- Ensayo de análisis granulométrico por tamizado (30 ensayos)
- Ensayo de límite de Atteberg (30 ensayos)
- Ensayo de Peso específico de suelos (30 ensayos)

Durante el periodo de ejecución Enero - marzo del año 2018, del proyecto de tesis: "ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAVELICA, PROVINCIA HUANCAVELICA".

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para fines que estime por conveniente.

Huancavelica, 30 de mayo de 2018.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
ESCUELA ACADÉMICA DE INGENIERIA CIVIL HUACA
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EPICH

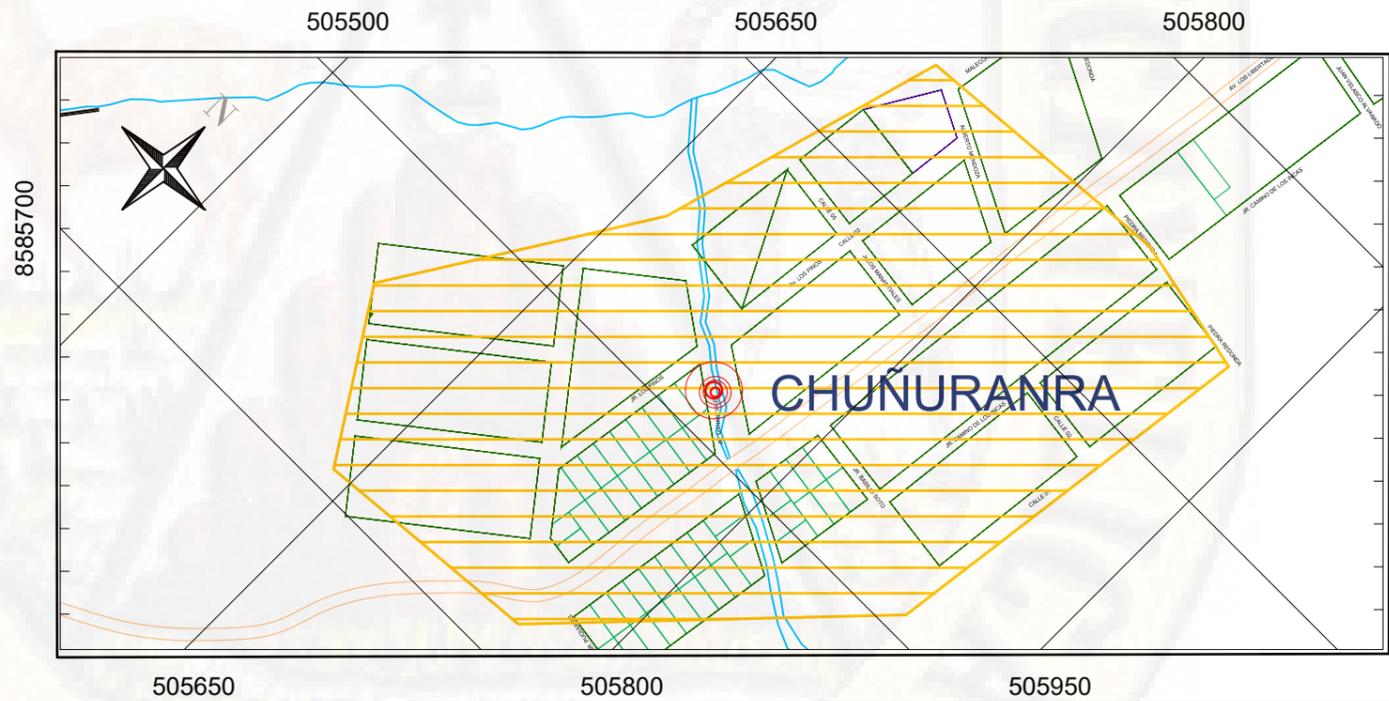
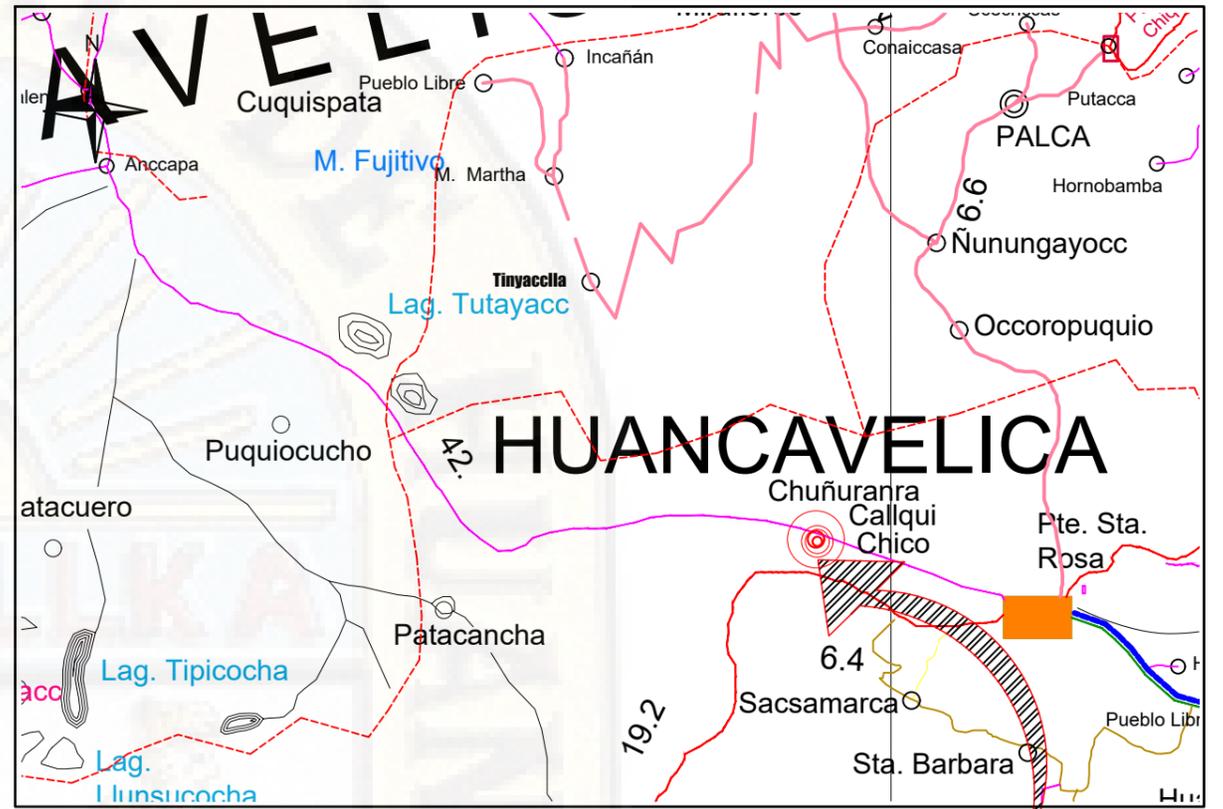
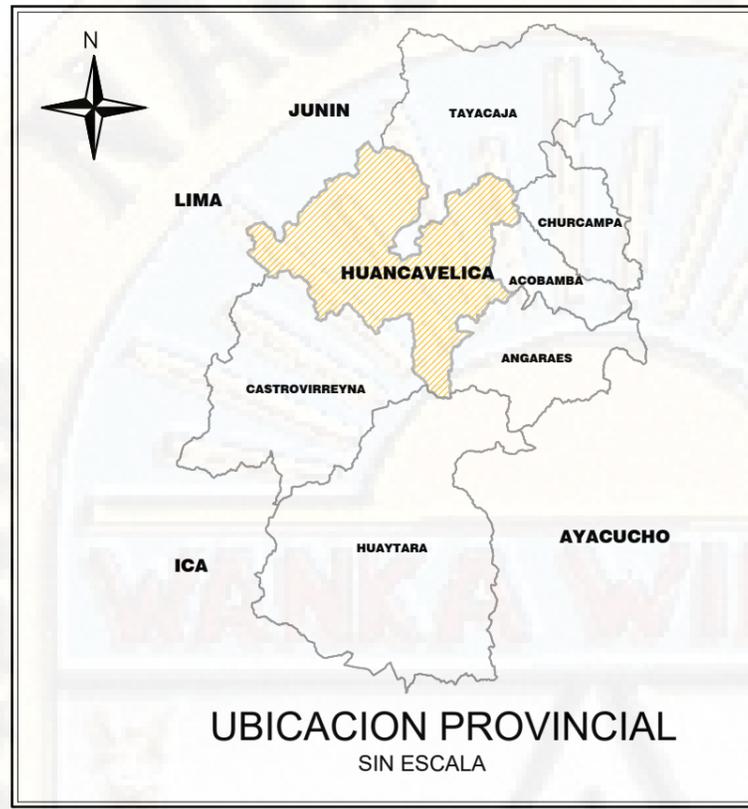
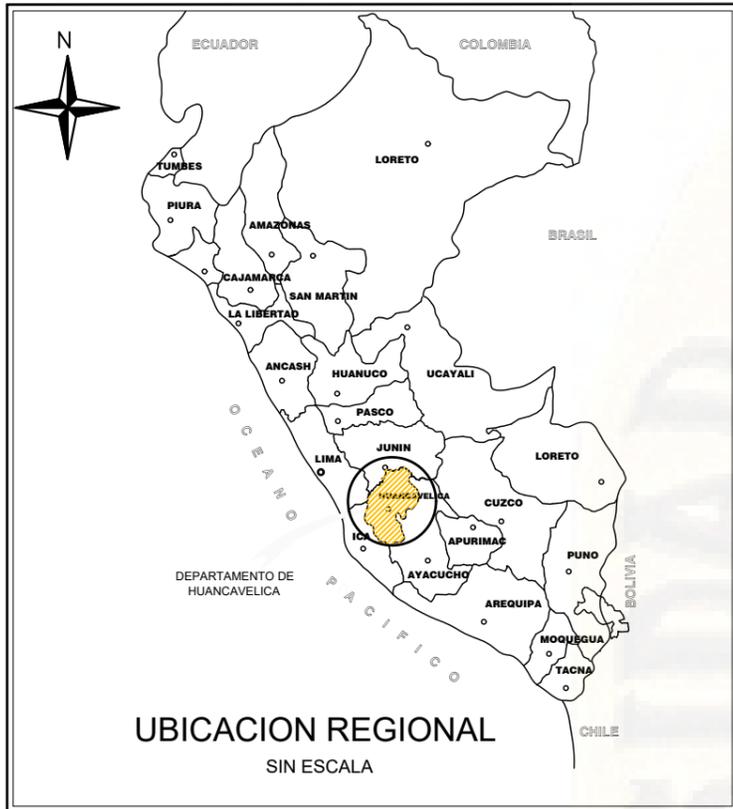
Ing. Judith Martínez Quispe
JEFE

Nº 003-2018

C. c.
Archivo
AP



ANEXO G: PLANOS



LOCALIZACIÓN

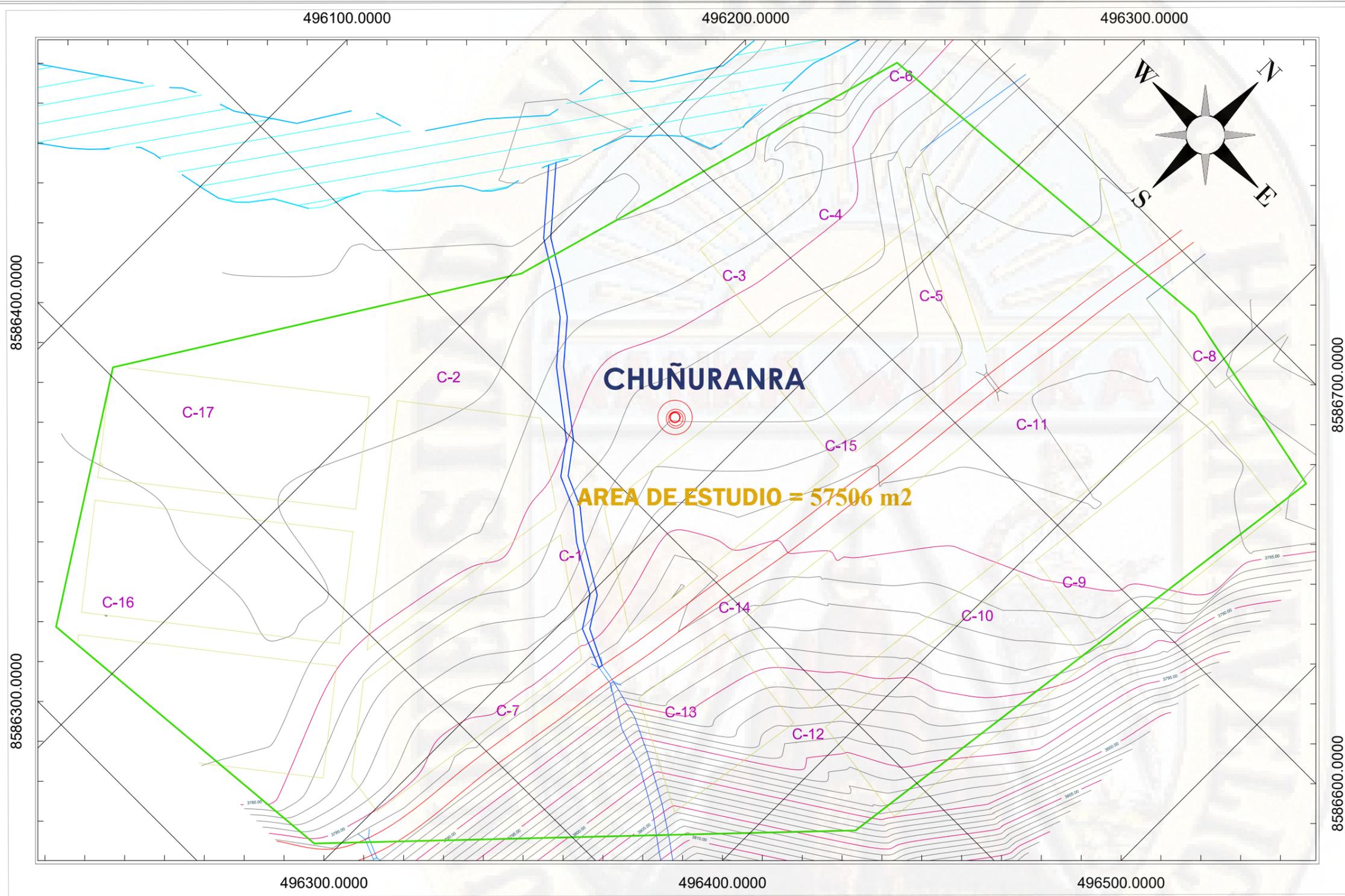
LOCALIZACION
ESCALA: 1/3500



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAMELICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAMELICA

PROYECTO :	ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAMELICA PROVINCIA DE HUANCAMELICA	
TESISTAS :	<ul style="list-style-type: none"> ❖ HUAYRA CANALES LUCIA ❖ PAITAN CCANTO CINTHIA 	UBICACION Y LOCALIZACION <ul style="list-style-type: none"> ❖ LUGAR : CHUÑURANRA ❖ CENTRO POBLADO : CALLQUI CHICO ❖ PROVINCIA : HUANCAMELICA ❖ DEPARTAMENTO : HUANCAMELICA
PLANO :	PLANO DE UBICACION Y LOCALIZACION	
		ESCALA: INDICADA





CUADRO DE CALICATAS			
N° CALICATAS	ESTE	NORTE	COTA
C - 01	496287.08	8586464.71	3780.92
C - 02	496211.59	8586478.61	3778.36
C - 03	496257.87	8586575.96	3779.75
C - 04	496266.76	8586615.44	3779.92
C - 05	496312.34	8586620.31	3782.31
C - 06	496249.71	8586667.85	3779.74
C - 07	496310.2	8586410.20	3785.86
C - 08	496396.02	8586673.73	3783.46
C - 09	496420.02	8586584.38	3785.41
C - 10	496403.09	8586550.65	3787.05
C - 11	496368.89	8586612.35	3783.99
C - 12	496390.29	8586478.55	3794.23
C - 13	496352.85	8586452.11	3792.08
C - 14	496340.15	8586491.81	3786.99
C - 15	496326.25	8586559.05	3783.3
C - 16	496175.63	8586333.10	3778.35
C - 17	496156.63	8586406.20	3777.97

LEYENDA	
Calicata	
Limite de la Zona Estudio	
Curvas mayores	
Curvas menores	
Carretera	
Rio Ichu	
Riachuelo	

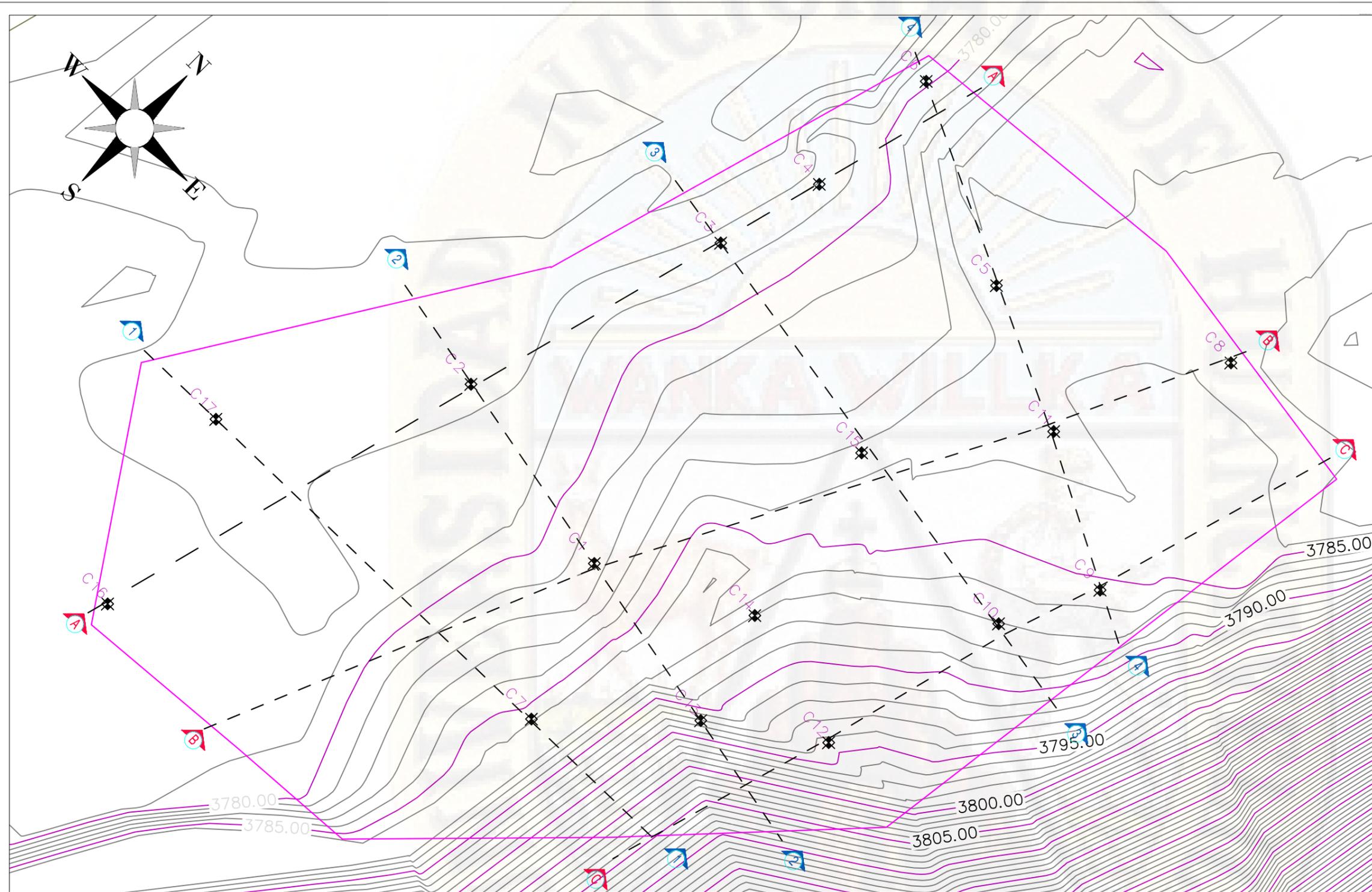
PLANO DE UBICACION DE CALICATAS
ESC: 1/1500



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
 FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA

<p>PROYECTO : ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAVELICA PROVINCIA DE HUANCAVELICA</p> <p>TESISTAS : ❖ HUAYRA CANALES LUCIA ❖ PAITAN CCANTO CINTHIA</p> <p>PLANO : UBICACION DE CALICATAS</p>	<p>UBICACION Y LOCALIZACION</p> <p>❖ LUGAR : CHUÑURANRA ❖ CENTRO POBLADO : CALLQUI CHICO ❖ PROVINCIA : HUANCAVELICA ❖ DEPARTAMENTO : HUANCAVELICA</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>
---	--	------------------------------------





LEYENDA	
Calicata	
Limite de la Zona estudio	
Curvas mayores	
Curvas menores	
Cortes Transversales	
Corte Longitudinales	

CORTES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES
ESC: 1/1500



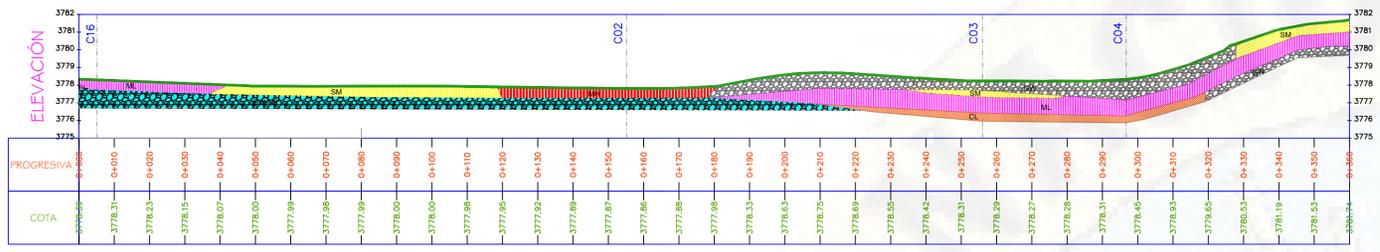
UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
 FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCAVELICA

PROYECTO :	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCAVELICA PROVINCIA DE HUANCAVELICA	
TESISTAS :	<ul style="list-style-type: none"> ❖ HUAYRA CANALES LUCIA ❖ PAITAN CCANTO CINTHIA 	UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN <ul style="list-style-type: none"> ❖ LUGAR : CHUÑURANRA ❖ CENTRO POBLADO : CALLQUI CHICO ❖ PROVINCIA : HUANCAVELICA ❖ DEPARTAMENTO : HUANCAVELICA
PLANO :	CORTES LONGITUDINALES TRANSVERSALES	

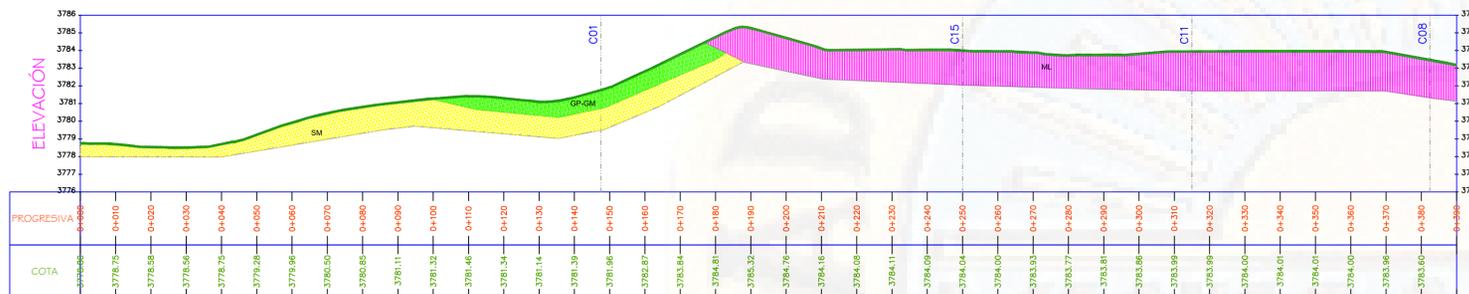
ESCALA:
INDICADA



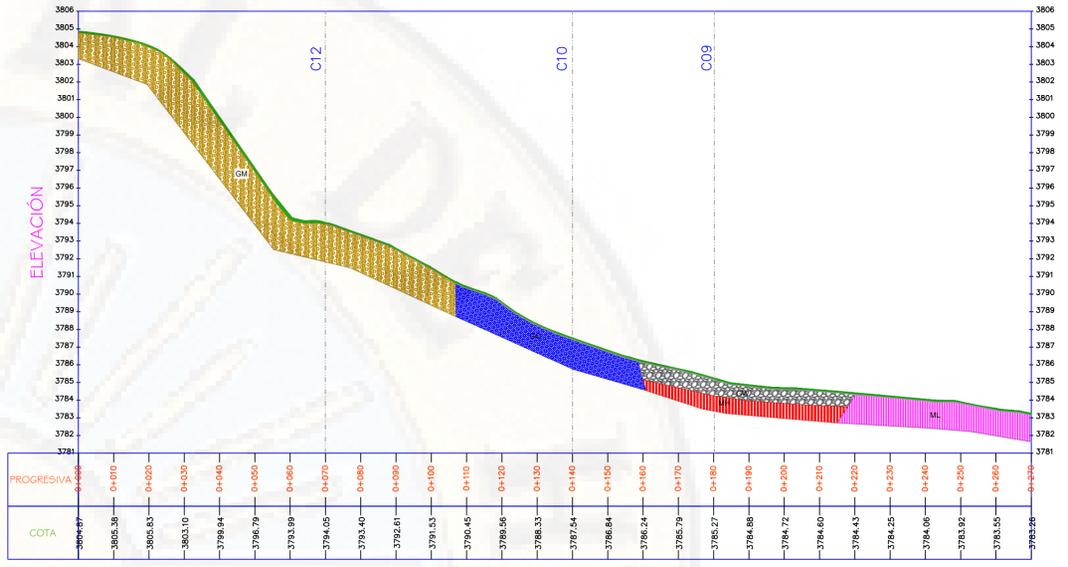
CORTE A-A



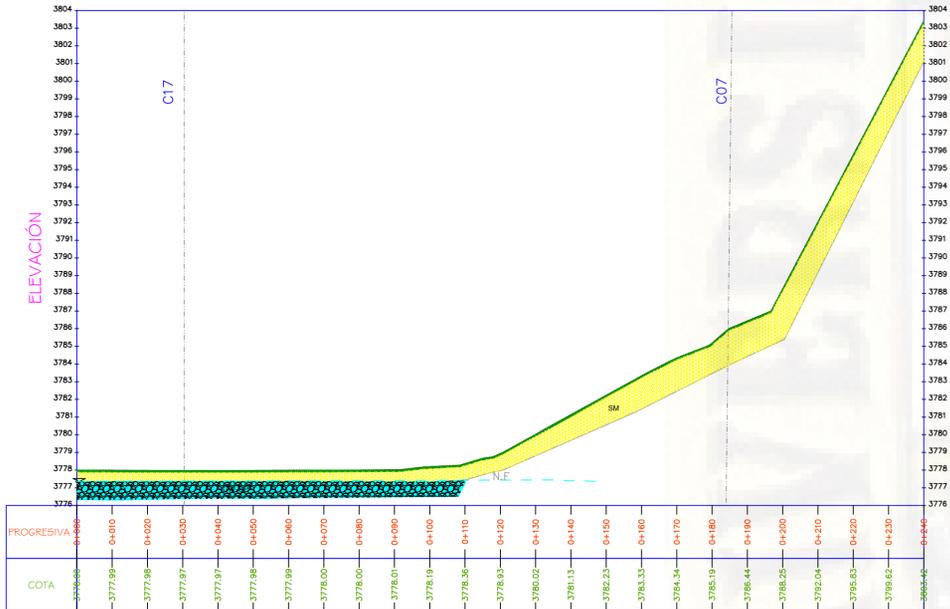
CORTE B-B



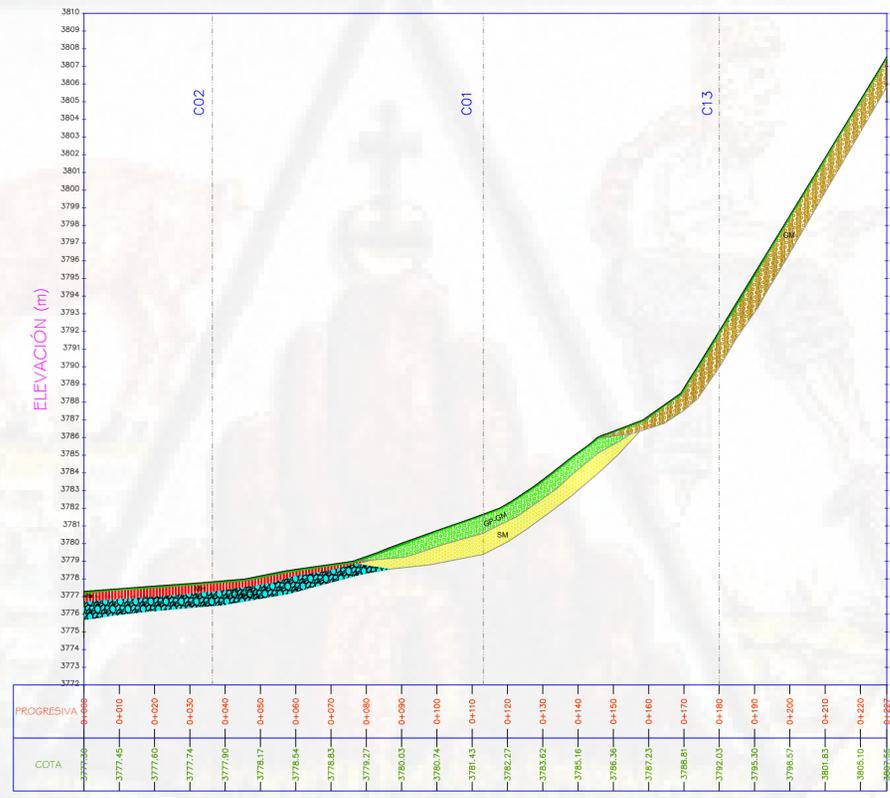
CORTE C-C



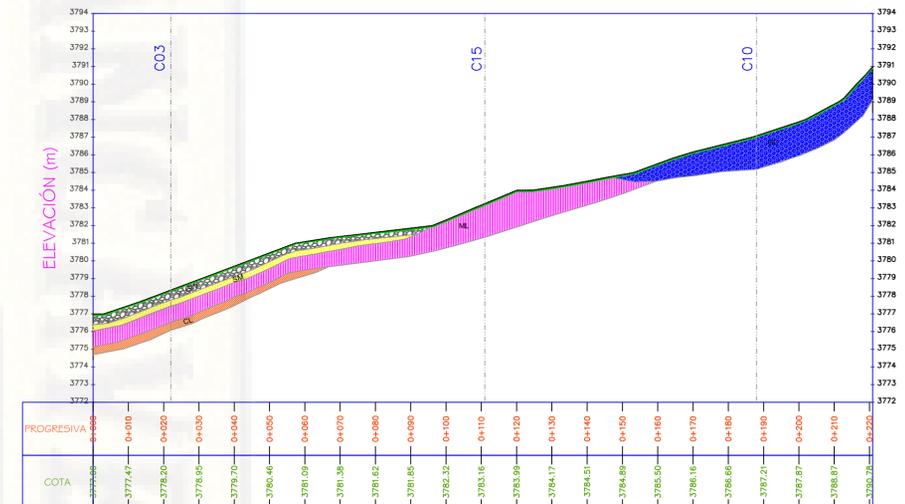
CORTE 1-1



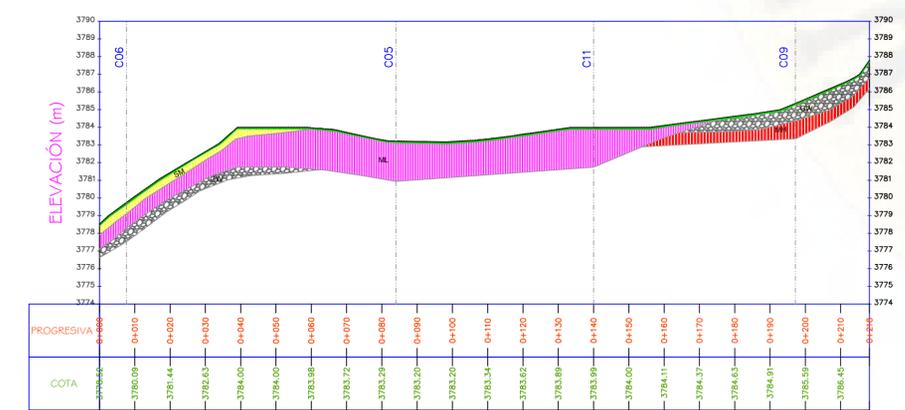
CORTE 2-2



CORTE 3-3



CORTE 4-4



LEYENDA

SUELOS GRANULARES

GW	Grava bien Graduada
GC	Grava Arcillosa
GM	Grava Limosa
GP-GC	Grava Arcillosa mal Graduada
GP-GM	Grava Limosa mal Graduada
GW-GP	Grava bien y mal Graduada
SM	Arena Limosa

LEYENDA

SUELOS FINOS

ML	Limo de Baja Plasticidad
CL	Arcilla de Baja Plasticidad
MH	Limo de Alta Plasticidad
Pt	Material Orgánico



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA
 FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCVELICA

PROYECTO :
 TESISISTAS :
 PLANO :

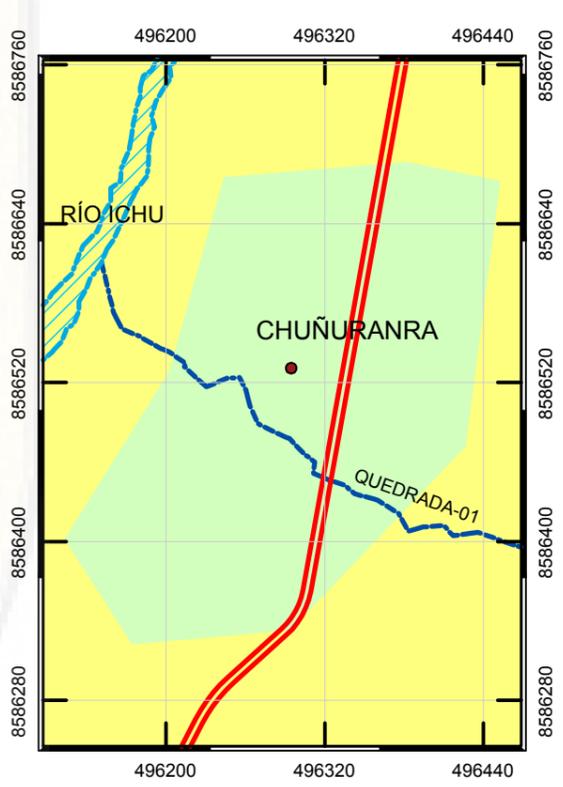
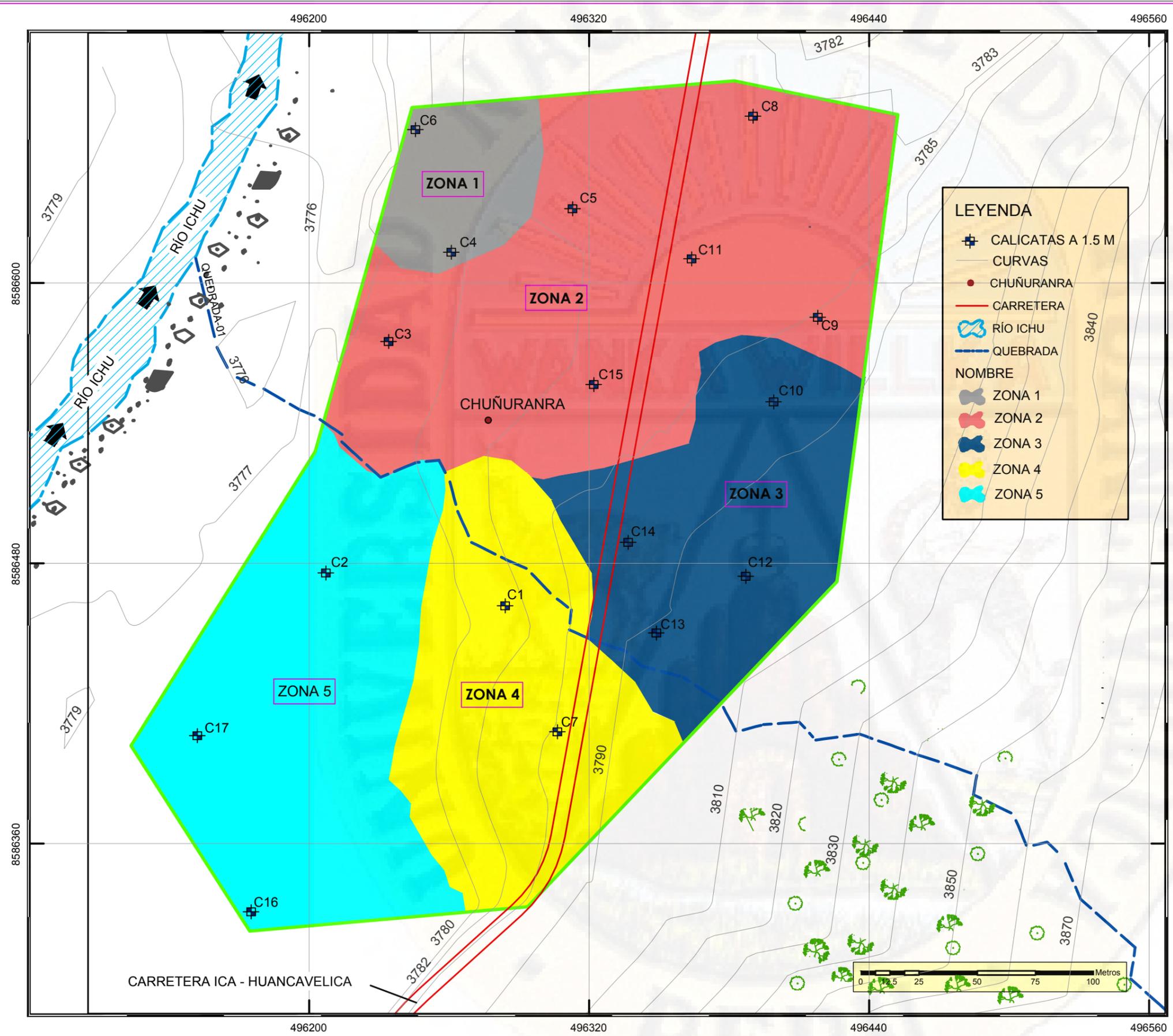
ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO POBLADO DE CALLQUI CHICO DEL DISTRITO DE HUANCVELICA PROVINCIA DE HUANCVELICA

- HUAYRA CANALES LUCIA
 - PAITAN CCANTO CINTHIA
- PERFILES ESTATIGRAFICOS

- UBICACION Y LOCALIZACION**
- LUGAR : CHUÑURANRA
 - CENTRO POBLADO : CALLQUI CHICO
 - PROVINCIA : HUANCVELICA
 - DEPARTAMENTO : HUANCVELICA

ESCALA:
 1/1000





Sistema de coordenadas : Planas
 Sistema de proyección cartográfica : Universal Transversal Mercator - UTM.
 Datum : World Geodetic System 1984, DatumWGS84.
 Zona de proyección : 18 SUR
 Cuadrícula UTM : L

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELLA FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL - HUANCABELLA

PROYECTO: ZONIFICACION GEOTECNICA DEL SECTOR DE CHUÑURANRA DEL CENTRO PUEBLO DE CALLES CINCO DEL DISTRITO DE HUANCABELLA PROVINCIA DE HUANCABELLA.
TEMA: HUELLAS DE CALLES CINCO DEL DISTRITO DE HUANCABELLA PROVINCIA DE HUANCABELLA.
INVESTIGADOR: GIANFRANCESCO BARRERA
ASISTENTE: GIANFRANCESCO BARRERA
PROFUNDIDAD: MAYOR A 1.50 M.

PLANO: TS-02