

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINAS Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS

**ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL
CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA - SALINAS DEL DISTRITO DE
VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE
CUSCO**

PRESENTADO POR:

- Br. ERICK GERARDO LEIVA PADILLA
- Br. MARLENI YUCRA GUILLEN

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO GEÓLOGO**

ASESOR:

Dr. FREDY VICTOR BUSTAMANTE PRADO

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Estudio Geológico, geotécnico e Hidrológico para la creación del camino vial Pampa Colpacasa - Salinas del Distrito de Vitabamba, de la provincia de La Convención - Departamento de Cusco

presentado por: Erick Gerardo Leiva Pavilla con DNI Nro.: 70182829 presentado por: Marleni Yurra Guillen con DNI Nro.: 7070328 para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Geólogo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 1 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 7 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 09 de Febrero de 2024

Fredy Víctor Bustamante Prado
Firma

Post firma Fredy Víctor Bustamante Prado

Nro. de DNI 29457667

ORCID del Asesor 0000-0001-6291-7541

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259:327729573

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS + PLANOS.pdf

AUTOR

Erick, Marleni Leiva, Yucra

RECUENTO DE PALABRAS

31536 Words

RECUENTO DE CARACTERES

155985 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

169 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

56.6MB

FECHA DE ENTREGA

Feb 9, 2024 10:30 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Feb 9, 2024 10:33 AM GMT-5

● 7% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 20 palabras)
- Material citado

INDICE

AGRADECIMIENTO.....	5
INTRODUCCION.....	6
RESUMEN.....	7
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES.....	13
1.1. UBICACIÓN.....	14
1.2. ACCESIBILIDAD.....	15
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL.....	16
1.3.2. FORMULACION DE PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3.3. FUNDAMENTACION DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO.....	17
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	17
1.6. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION.....	18
1.6.2. HIPOTESIS ESPECÍFICAS.....	18
1.7. VARIABLES.....	19
1.8. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.8.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.8.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.9. PROCEDIMIENTO DEL TRABAJO.....	20
1.9.1. ETAPA DE PRE-CAMPO.....	20
1.9.2. ETAPA DE CAMPO I.....	21
1.9.3. ETAPA DE CAMPO II.....	21
1.9.4. ETAPA DE POST-CAMPO.....	22
CAPITULO II: MARCO TEORICO CONCEPTUAL – REFERENCIAL.....	23
2.1. MARCO REFERENCIAL.....	24
2.2. MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL.....	26
2.2.1. NORMATIVA VIGENTE.....	26
2.2.2. CONCEPTOS BASICOS.....	26
2.2.2.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEFINIDAS DE LA VÍA.....	26
2.2.2.2. CAMINO VECINAL.....	27
2.2.2.3. EROSION.....	28
2.2.2.4. HIDROLOGIA.....	30
2.2.2.5. GEOMECANICA DE SUELOS.....	34
2.2.2.6. GEOLOGIA REGIONAL.....	40
2.2.2.7. GEOMORFOLOGIA REGIONAL.....	47
CAPITULO III: GEOMORFOLOGIA LOCAL, GEOLOGIA LOCAL Y TOPOGRAFIA.....	52
3.1. GEOMORFOLOGIA LOCAL.....	53
3.1.1. Unidades Geomorfológicas.....	53

3.1.2.	Análisis de Pendientes.....	55
3.2.	GEOLOGIA LOCAL	57
3.2.1.	Estratigrafía local.....	57
3.2.1.1.	Formación Muñani (P-m).....	57
3.2.1.2.	Grupo Ambo (Cm-a)	58
3.2.1.3.	Depósitos Fluvio Glaciares (Qh-fl)	59
3.2.1.4.	Formación Collpaccasa (KsP-cc)	60
3.2.2.	Geología Estructural.....	60
3.2.2.1.	Fallas Inversas	60
3.2.2.2.	Eje de Sinclinal.....	61
3.3.	TOPOGRAFÍA.....	63
3.3.1.1.	Altitud media del Área de Trabajo	63
3.3.1.2.	Recopilación de información.....	63
3.3.1.3.	Trabajo de campo	63
CAPITULO IV: CARACTERIZACION HIDROLOGIA		69
4.1.	ANALISIS HIDROLÓGICO DE LA VIA	70
4.2.	ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA	70
4.2.1.	PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA CUENCA COLLPACCASA	70
4.2.2.	ANALISIS HIDROLOGICO DE LA CUENCA	71
4.3.	BALANCE HIDRICO DE LA INTERCUENCA COLLPACCASA	85
4.3.1.	ANALISIS DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL	85
4.3.2.	ANALISIS DE HORAS DE SOL MEDIA ANUAL	86
4.3.3.	EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL.....	87
4.3.4.	EVAPOTRANSPIRACION REAL	87
4.3.5.	CAUDAL ANUAL – METODO DE LUTZ SCHOLTZ.....	88
4.3.6.	BALANCE HIDRICO DE LA INTERCUENCA COLLPACCASA	89
CAPITULO V: EVALUACION GEOTECNICA.....		91
5.1.	GENERALIDADES.....	92
5.2.	EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE 92	
5.2.1.	NORMATIVA.....	93
5.2.2.	ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-421)	94
5.2.3.	LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423) Y LIMITE PLASTICO (ASTM D-424).....	94
5.2.4.	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)	95
5.2.5.	CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)	95
5.2.6.	CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR (ASTM D-1883)	96
5.3.	EVALUACION DE CANTERA.....	98
5.3.1.	NORMATIVIDAD.....	98
5.3.2.	PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA CANTERA	99
CAPITULO VI: ANALISIS Y RESULTADOS		101
6.1.	ANALISIS TOPOGRÁFICO	102

6.2. ANÁLISIS HIDROLÓGICO.....	102
6.3. ANÁLISIS GEOTÉCNICO Y GEOMECÁNICO.....	103
CONCLUSIONES.....	105
RECOMENDACIONES.....	107
BIBLIOGRAFIA.....	108
ANEXOS.....	110

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por guiarme en todas las etapas de mi vida profesional, a mi familia en especial a nuestros Padres por el apoyo incondicional que siempre nos brindan, a nosotros por poner esfuerzo dedicación para alcanzar nuestros éxitos.

Por último, agradecerles a los docentes que han sido parte del camino universitario, por transmitir los conocimientos necesarios, para hoy poder estar aquí cumpliendo una etapa importante en nuestras vidas y ser parte de esta hermosa carrera y en especial por haber pasado años universitarios, y el orgullo de pertenecer a la tricentenaria Universidad San Antonio Abad del Cusco.

“El esfuerzo y la dedicación rinden sus frutos y encuentran sentido en la sabiduría del camino recorrido y en la alegría del triunfo”

INTRODUCCION

El área de estudio en la comunidad de Salinas, ubicada en el Distrito de Vilcabamba, en nuestros días carece de una vía de Carrozable. El proyecto propone la implementación de un camino vecinal transitable que cumpla con todos los requisitos geométricos, la confección de la rasante y el afirmado. También se considera la implementación de sistemas de drenajes para la evacuación de aguas pluviales, utilizando alcantarillas, badenes y cunetas para canalizar el recurso hídrico que se encuentran en la zona.

La dificultad de acceso impide que los residentes lleguen de manera práctica y eficaz para una satisfacer las necesidades básicas, como salud y educación, entre otros. Considerando también, el traslado de productos hacia los centros de comercios provinciales y regionales para su venta se ve obstaculizado, y en caso de lograrlo, los costos asociados son elevados. Esta situación, a su vez, influye en el precio final de los productos.

RESUMEN

La zona de Salinas se encuentra en el Distrito de Vilcabamba, dentro de la Provincia de la Convención. Actualmente, los centros poblados carecen de una vía de acceso. El proyecto propone la implementación de un camino vecinal no pavimentado de 4.63 km que cumpla con todos los requisitos geométricos, la rasante y afirmado. También, se contempla la implementación de un sistema de drenaje para facilitar la evacuación de aguas pluviales, así como el direccionamiento del recurso hídrico haciendo el uso de alcantarillado, badenes y cunetas laterales.

En el área de estudio de este proyecto se exhibe la presencia de materiales rocosos y arcillosos propios de la formación geológica Collpaccasa. Adicionalmente, su ubicación en el Valle del Río Vilcabamba conlleva una notable variación altitudinal, oscilando entre los 3500 y 4000 m.s.n.m., generando pendientes pronunciadas.

El objetivo general de esta investigación consistió en llevar a cabo estudios geológicos, geotécnicos e hidrológicos, con metas específicas que incluían la determinación de las características del entorno geológico e hidrológico, así como el análisis de las propiedades físicas y mecánicas, geológicas e hidrológicas de los diversos materiales presentes. Asimismo, se buscó establecer las características topográficas de la zona del proyecto. Las conclusiones derivadas indican que la caracterización geológica, hidrológica y geotécnica confirma la viabilidad del proyecto, al cumplir inicialmente con las especificaciones mínimas establecidas por las Normas de Diseño de Carreteras (DG-2001), las especificaciones técnicas generales para la construcción de carreteras (EG-2000), el Manual Ambiental para el diseño y construcción de vías, y el Manual de diseño de carreteras no pavimentadas.

La siguiente tesis cuenta con cinco (5) capítulos:

El primer capítulo aborda los aspectos metodológicos, incluyendo los objetivos, variables, población muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como las técnicas de procesamiento y las limitaciones de la investigación.

El segundo capítulo se enfoca en aspectos generales de la investigación, como la ubicación, accesibilidad, marco teórico, marco conceptual y referencial.

El tercer capítulo, titulado "Geología y Geomorfología", analiza los aspectos geomorfológicos específicos de la zona de estudio. Además, presenta mapas diseñados

conjuntamente con la descripción de los materiales encontrados en esa área.

En el cuarto capítulo se llevan a cabo los estudios hidrológicos, centrándose principalmente en el análisis de las microcuencas identificadas en la zona y determinando su caudal para el diseño de las estructuras hidráulicas.

El quinto capítulo se dedica a determinar las características geomecánicas y geotécnicas esenciales para la viabilidad del proyecto, realizando ensayos de laboratorio principalmente en las canteras que se utilizarán en la ejecución del proyecto.

En el sexto capítulo se presentan los resultados e interpretaciones obtenidos en la investigación, integrando diversos datos y herramientas. Además, se diseñan planos y mapas, principalmente para la interpretación y aplicación en la ejecución del proyecto.

Palabras clave

Geología, geomorfología, hidrología, geotecnia, precipitación, caudal, camino vecinal.

ABSTRACT

The Salinas area is located in the Vilcabamba District, within the Convention Province. Currently, populated centers lack an access road. The project proposes the implementation of a 4.63 km unpaved local road that meets all geometric, grade and road requirements. Also, the implementation of a drainage system is contemplated to facilitate the evacuation of rainwater, as well as the direction of water resources using sewers, speed bumps and side ditches.

In the study area of this project, the presence of rocky and clayey materials typical of the Collpaccasa geological formation is exhibited. Additionally, its location in the Vilcabamba River Valley entails a notable altitudinal variation, ranging between 3500 and 4000 meters above sea level, generating steep slopes.

The general objective of this research was to carry out geological, geotechnical and hydrological studies, with specific goals that included the determination of the characteristics of the geological and hydrological environment, as well as the analysis of the physical and mechanical, geological and hydrological properties of the various materials present. Likewise, we sought to establish the topographic characteristics of the project area. The conclusions derived indicate that the geological, hydrological and geotechnical characterization confirms the viability of the project, by initially complying with the minimum specifications established by the Highway Design Standards (DG-2001), the general technical specifications for the construction of highways (EG -2000), the Environmental Manual for the design and construction of roads, and the Design Manual for unpaved roads.

The following thesis has five (5) chapters:

The first chapter addresses the methodological aspects, including objectives, variables, sample population, data collection techniques and instruments, as well as processing techniques and limitations of the research.

The second chapter focuses on general aspects of the research, such as location, accessibility, theoretical framework, conceptual and referential framework.

The third chapter, titled "Geology and Geomorphology", analyzes the specific geomorphological aspects of the study area. In addition, it presents maps designed together with the description of the materials found in that area.

In the fourth chapter, hydrological studies are carried out, focusing mainly on the analysis of the microbasins identified in the area and determining their flow for the design of hydraulic structures.

The fifth chapter is dedicated to determining the geomechanical and geotechnical characteristics

essential for the viability of the project, carrying out laboratory tests mainly in the quarries that will be used in the execution of the project.

The sixth chapter presents the results and interpretations obtained in the research, integrating various data and tools. In addition, plans and maps are designed, mainly for interpretation and application in the execution of the project.

Keywords

Geology, geomorphology, hydrology, geotechnics, precipitation, flow, local road.

LISTADO DE IMÁGENES

- Imagen N° 1: Tipos de caminos
Imagen N° 2: Ciclo Hidrológico
Imagen N° 3: Columna Estratigráfica de los Grupos Ambo y Copacabana
Imagen N° 4: Vista del Grupo Mitu, se observa intercalación de areniscas y lutitas de tonalidades rojas
Imagen N° 5: Columna Litoestratigráfica del Grupo Yuncaypata y la base de la Formación Collpaccasa
Imagen N° 6: Vista de areniscas feldespáticas intercaladas con limolitas rojas, propios de la Formación Ccollpaccasa (Peo-cc)
Imagen N° 7: Conglomerados y areniscas rojas de origen fluvial.
Imagen N° 8: Bancos de gravas y arenas
Imagen N° 9: Vista de montaña en roca sedimentaria de la zona de estudio
Imagen N° 10: Vista de vertiente en roca volcánico – sedimentaria correspondiente a las partes mas elevadas
Imagen N° 11: Vista de valle glaciar presentes en gran porcentaje en el área de estudio
Imagen N° 12: Vista de la formación Muñani presentes en grandes paquetes, dentro de la zona de estudio
Imagen N° 13: Medición del rumbo y buzamiento de las formaciones encontradas
Imagen N° 14: Vista de conglomerados con clastos sub angulosos de origen volcánico propios del Grupo Ambo
Imagen N° 15: Vista del Grupo Ambo
Imagen N° 16: Vista depósitos Fluvio Glaciares
Imagen N° 17: Vista panorámica de los depósitos Fluvio-glaciares
Imagen N° 18: Presencia de areniscas cuarzosas con intercalación de lutitas rojas propias de la formación Collpaccasa
Imagen N° 19: Presencia de falla inversa en el área de trabajo
Imagen N° 20: Presencia de falla inversa en el área de trabajo
Imagen N° 21: Presencia de pliegues tipo sinclinal, se observa el eje presente en el área de trabajo
Imagen N° 22: Sección geológica del mapa geológico obtenido a partir del trabajo en campo
Imagen N° 23: Vista del estacionamiento de la estación total, para el levantamiento topográfico
Imagen N° 24: Punto de Cambio del levantamiento topográfico
Imagen N° 25: Método de levantamiento topográfico
Imagen N° 26: Armado de la estación total para el inicio de la toma de datos
Imagen N° 27: Trabajos de levantamiento topográfico con la estación total Topcom
Imagen N° 28: Vista del Software AutoCAD Civil 3D para la realización de las secciones transversales
Imagen N° 29: Apertura de calicatas de 1.5x1.5x2.0, con ayuda de herramientas manuales
Imagen N° 30: Apertura de calicatas de 1.5x1.5x2.0, con ayuda de herramientas manuales
Imagen N° 31: Ensayo de granulometria
Imagen N° 32: Ensayo de Limite líquido y Limite plástico
Imagen N° 33: Ensayo de Limite líquido y Limite plástico
Imagen N° 34: Ensayo de Proctor
Imagen N° 35: Ensayo de CBR

LISTADO DE TABLAS

- Tabla N° 1: Ubicación del proyecto
Tabla N° 2: Datos Generales de la zona de estudio
Tabla N° 3: Datos de precipitación de la zona
Tabla N° 4: Sectores directamente ligados
Tabla N° 5: Cuadro de variables identificadas
Tabla N° 6: Características técnicas de vías
Tabla N° 7: Tipología de la Guía para formular el plan vial provincial participativo (PVPP)
Tabla N° 8: Resumen de unidades geomorfológicas presentes en la zona de estudio con su porcentaje de influencia
Tabla N° 9: Gráfico de Área vs Geomorfología de la zona de estudio

Tabla N° 10: Resumen de pendientes presentes en la zona de estudio con su porcentaje de influencia
 Tabla N° 11: Gráfico de % pendiente vs área de la zona de estudio
 Tabla N° 12: Tabla de los datos obtenidos a partir del trabajo en campo
 Tabla N° 13: Cuadro de Puntos de cambio dados
 Tabla N° 14: Cuadro de Factor de forma en las cuencas hidrográficas
 Tabla N° 15: Cuadro de Coeficiente de compacidad de cuencas hidrográficas
 Tabla N° 16: Cuadro de las estaciones meteorológicas usadas en el estudio hidrológico
 Tabla N° 17: Cuadro de datos hidrológicos de los quebradas de estudio, obtenidos del software ArcGis
 Tabla N° 18: Cuadro para la obtención de la altura media de toda la cuenca
 Tabla N° 19: Grafico de la recta para obtener los valores correspondientes a la fórmula de la recta
 Tabla N° 20: Cuadro resumen de las áreas halladas para la obtención de la altura media de la cuenca en estudio.
 Tabla N° 21: Cuadro resumen de la obtención de los datos para la superficie o área topográfica
 Tabla N° 22: Cuadro resumen para la obtención de la pendiente media o pendiente superficial
 Tabla N° 23: Cuadro resumen de la longitud del cauce.
 Tabla N° 24: Cuadro resumen para la obtención de la pendiente media del cauce.
 Tabla N° 25: REGISTRO DE ESTACIÓN METEOROLÓGICA - MACHUPICCHU
 Tabla N° 26: REGISTRO DE ESTACIÓN METEOROLÓGICA – QUILLABAMBA
 Tabla N° 27: REGISTRO DE ESTACIÓN METEOROLÓGICA – QUILLABAMBA
 Tabla N° 28: Cuadro de regionalización de datos pluviométricos
 Tabla N° 29: Grafico de relación precipitación – altitud
 Tabla N° 30: Cuadro de regionalización de intensidad de humedad
 Tabla N° 31: Cuadro de intensidades ordenadas decrecientemente
 Tabla N° 32: Cuadro de intensidades de acuerdo a la ley de distribución de Gumbel
 Tabla N° 33: Cuadro de periodo de retorno donde se resalta el periodo de retorno para 20 años
 Tabla N° 34: Grafico IDF
 Tabla N° 35: Cuadro resumen para la obtención del tiempo de concentración
 Tabla N° 36: Cuadro resumen para la obtención del coeficiente de escurrimiento
 Tabla N° 37: Cuadro resumen para la obtención del coeficiente de escurrimiento según Mac Mach
 Tabla N° 38: Cuadro resumen para la obtención del caudal máximo por quebrada
 Tabla N° 39: Cuadro comparativo entre el periodo de retorno y el tipo de estructura
 Tabla N° 40: Regionalización de temperatura media por regresión lineal
 Tabla N° 41: Grafica de Recta de temperatura vs altitud
 Tabla N° 42: Gráfica de Temperatura mensual de la cuenca Collpaccasa
 Tabla N° 43: Regionalización de horas de sol mensuales
 Tabla N° 44: Evapotranspiración potencial de la intercuenca Collpaccasa
 Tabla N° 45: Evapotranspiración real de la intercuenca Collpaccasa
 Tabla N° 46: Determinación de caudales o escorrentía superficial en la intercuenca Collpaccasa
 Tabla N° 47: Gráfico de caudales generados cada mes en la intercuenca Collpaccasa
 Tabla N° 40: Cuadro de las ubicación de las calicatas aperturadas en la zona de estudio
 Tabla N° 41: Cuadro de los normas técnicas de acuerdo a los ensayos realizados
 Tabla N° 42: Cuadro de los resultados de los ensayos realizados y su interpretación
 Tabla N° 43: Cuadro resumes de las propiedades mecánicas de las muestras anilizadas
 Tabla N° 44: Cuadro resumes de las normas técnicas para cada ensayo realizado
 Tabla N° 45: Cuadro resumen de las propiedades físicas de la cantera
 Tabla N° 46: Cuadro resumen de las propiedades mecánicas de la cantera
 Tabla N° 47: Cuadro resumes de las propiedades de la cantera a utilizar
 Tabla N° 48: Cuadro de Puntos topográficos tomados para el levantamiento topográfico
 Tabla N° 49: Tabla de cálculo de corte de terreno

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1.UBICACIÓN

La vía Collpaccasa - Salinas está hidrológicamente situada en la Cuenca de Vilcabamba, perteneciente al Distrito de Vilcabamba, en la provincia de la Convención y en el Departamento del Cusco.

DEPARTAMENTO	CUSCO
PROVINCIA	LA CONVENCION
DISTRITO	VILCABAMBA

Tabla N° 1: Ubicación del proyecto
Fuente: Elaboración propia

Geográficamente el tramo en estudio está comprendido en las siguientes coordenadas:

N.º	COORDENADAS UTM		ALTITUD	LUGAR
	ESTE	NORTE		
1	764050	8542400	3912	Collpaccasa - Inicio
2	763065	8542354	3896	Salinas - Final
LONGITUD DE LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA - SALINAS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO.				
1	Collpaccasa - Inicio			4+683.39 km.
2	Salinas - Final			

Tabla N° 2: Datos Generales de la zona de estudio
Fuente: Elaboración propia

• CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS Y CLIMATOLÓGICAS

• CLIMA:

La elevación en la zona de influencia del proyecto ronda los 3,900 metros sobre el nivel del mar. En relación al clima, este se caracteriza por ser frío, con lluvias intensas durante la temporada de lluvias que abarca desde diciembre hasta marzo. El área del proyecto se extiende aproximadamente sobre 20,000 metros cuadrados, incluyendo terrenos propicios para la agricultura y áreas no cultivadas.

• TEMPERATURA

La temperatura promedio anual se mantiene alrededor de los 7°C, alcanzando su máximo de 15°C durante los meses de junio y julio.

El área geográfica que alberga la zona de Salinas, presenta principalmente características de un valle interandino, sin embargo, específicamente dicho

sector incluye llanuras destinadas a la agricultura, irrigadas por el río Vilcabamba. La altitud en la zona que abarca el proyecto se sitúa en aproximadamente 3,900 metros sobre el nivel del mar. El clima es frío y experimenta lluvias de manera regular durante la temporada de lluvias, que inicia en diciembre hasta marzo.

- **HUMEDAD RELATIVA**

La humedad relativa anual asciende 15 % teniendo un intervalo entre 30.8 % durante el mes de marzo.

- **PRECIPITACIONES**

En base a la Información Hidrográfica de las Estaciones de Quillabamba, Machupicchi y San Pablo se tiene:

La precipitación Anual	1,146.1 mm
Precipitación Mínima med. Anual	2.4 mm (en agosto)

Tabla N° 3: Datos de precipitación de la zona
Fuente: SENAMHI

1.2.ACCESIBILIDAD

Red Vial Vinculada al proyecto

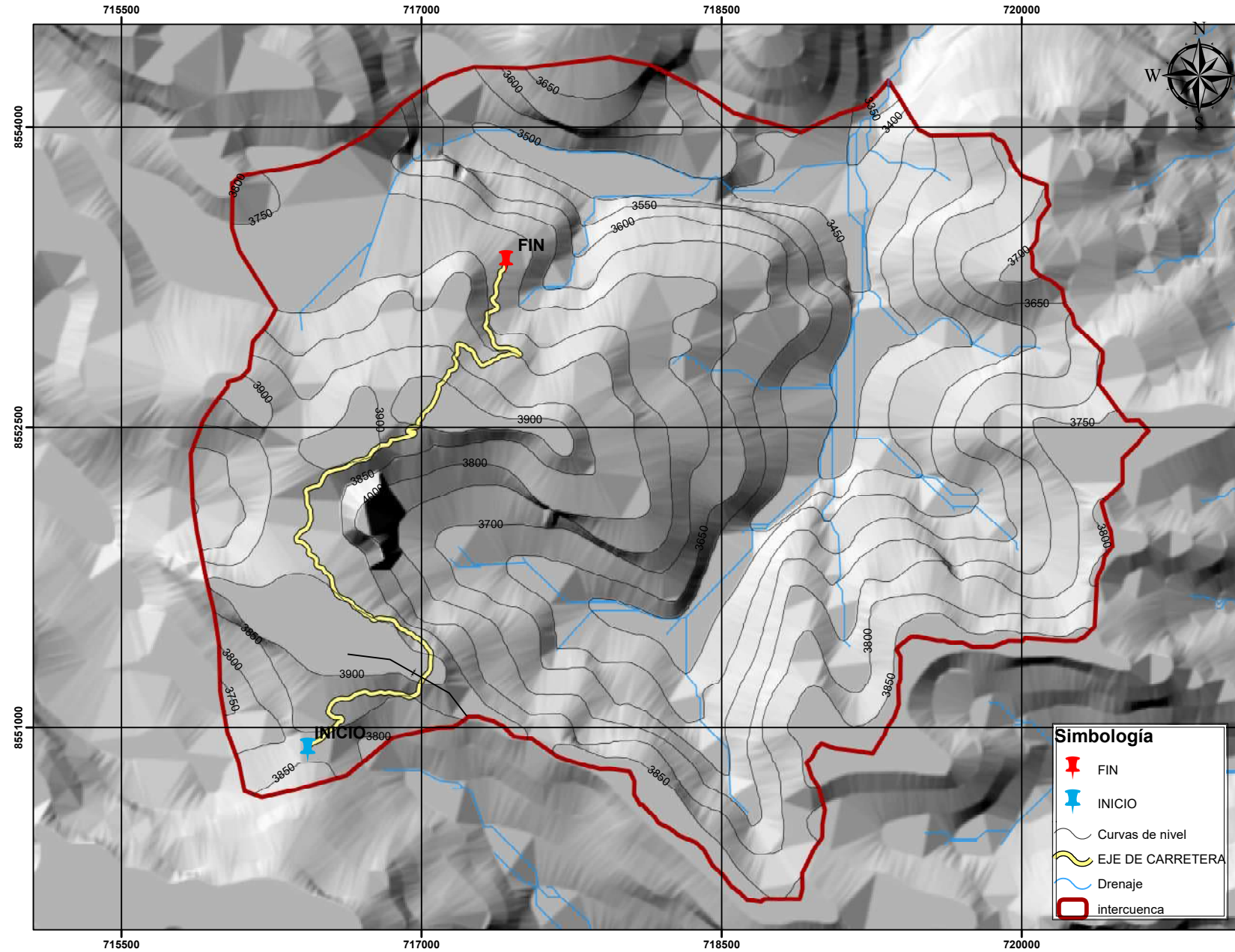
La ruta de acceso, partiendo desde la capital del departamento de Cusco, a través de la Carretera Cusco a Quillabamba; Quillabamba – Vilcabamba; Vilcabamba – Abra Collpaccasa.

- **SECTORES DE INFLUENCIA DIRECTA**

N	SECTORES
1	Collpaccasa
2	Salinas

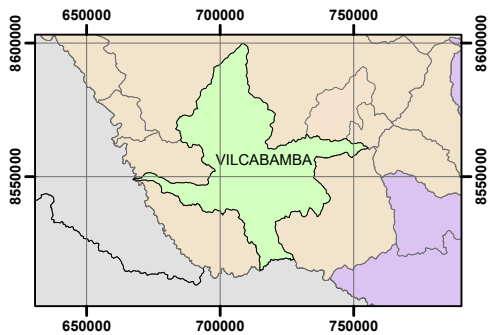
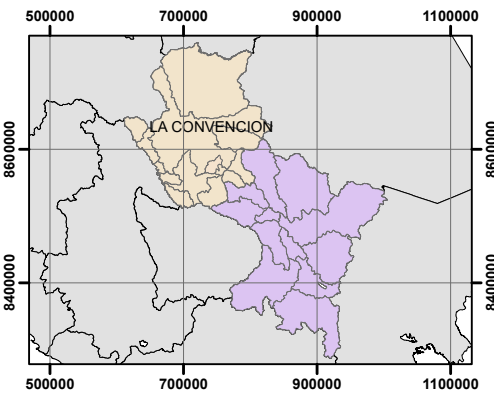
Tabla N° 4: Sectores directamente ligados
Fuente: Elaboración propia

MAPA DE UBICACIÓN

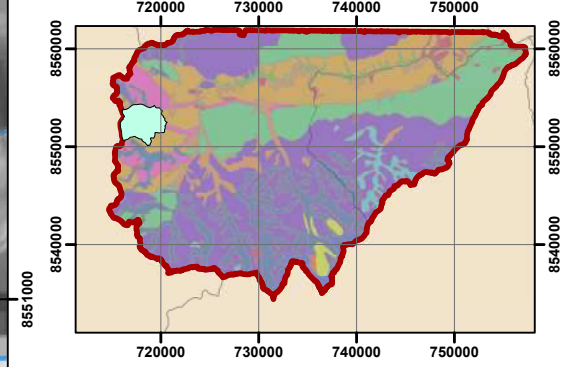


Simbología

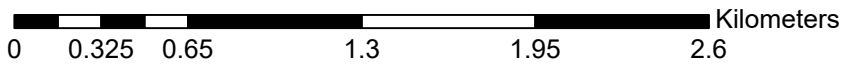
- FIN
- INICIO
- Curvas de nivel
- EJE DE CARRETERA
- Drenaje
- interconencia



UBICACIÓN HIDROLÓGICA



1:20,000



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO			
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA			
	Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo TESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLPACCASA - SALINAS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO*			
MAPA DE UBICACIÓN				
ESCALA:	1/20000	Diseñado por:	Erick G. Leiva Padilla	M-01
DÁTUM:	WGS1984	por:	Marleni Yucra Guillen	
FECHA:	Ene-24	UBICACIÓN:	Colpaccasa/Vilcabamba/La Convención/CUSCO	

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los estudios esenciales que deben llevarse a cabo para evaluar de manera integral la viabilidad técnica para Creación del camino Vecinal Ramal Collpaccasa – Salinas del Distrito de Vilcabamba, y cómo la falta de esta información impacta negativamente en la toma de decisiones, generando potenciales consecuencias no deseadas en el desarrollo del proyecto?

1.3.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL

1. El problema principal es la falta de estudios geológicos, geotécnicos e hidrológicos para la “Creación del camino Vecinal Ramal Collpaccasa – Salinas del Distrito de Vilcabamba”, por lo que se plantea el problema central como: ¿Cuáles serán los estudios adecuados para que el proyecto, “Creación del camino Vecinal Ramal Collpaccasa – Salinas del Distrito de Vilcabamba”, cuente con la viabilidad adecuada para su ejecución?

1.3.2. FORMULACION DE PROBLEMAS ESPECÍFICOS

1. ¿Cuáles son las características del entorno geológico, geotécnico e hidrológico que avalaran la “Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención – Cusco”?
2. ¿Cuáles son las características físico – mecánicas, geológicas e hidrológicas de los diferentes materiales existentes en el lugar del proyecto, vitales para la Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención - Cusco?
3. ¿Cuáles serán las características topográficas de la zona de estudios?

1.3.3. FUNDAMENTACION DEL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1. La ausencia de estudios geológicos, geotécnicos e hidrológicos apropiados representa un desafío crítico para el proyecto de construcción del “Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas en el Distrito de Vilcabamba, La Convención – Cusco”. Estos estudios son fundamentales para comprender y evaluar el entorno natural y las condiciones geográficas de la zona de construcción. La falta de esta información puede resultar en riesgos significativos durante la planificación y ejecución del proyecto, incluyendo la posibilidad de deslizamientos de tierra, inundaciones, colapsos de la infraestructura, y un impacto ambiental no deseado. Por lo tanto, es esencial abordar este problema central para garantizar que el trabajo se lleve a cabo de manera segura y sostenible.

1.4.JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

- La justificación principal del presente estudio es lograr sustentar dicho proyecto para obtener el grado de Ingeniero Geólogo.
- Determinar las propiedades físico mecánicas de los materiales del tramo “Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención – Cusco”, por otra parte, es vital determinar la capacidad portante, CBR, densidades de Campo, determinar las propiedades físico-mecánicas de las canteras a utilizar, con el fin de proponer sugerencias apropiadas según el resultado de la evaluación en terreno y de escritorio, implementar las adecuaciones necesarias para asegurar una infraestructura robusta, competente y sostenible para la circulación, promoviendo así mejoras en diversos aspectos como el desarrollo social, económico, educativo, de salud, entre otros, para las comunidades beneficiadas por el proyecto..

1.5.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

1. Realizar estudios geológicos, geotécnicos e hidrológicos para la Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención - Cusco.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar las características del entorno geológico, hidrológicos, sobre el cual se realizará la Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención - Cusco.
2. Determinar las características físico – mecánicas y geológicas de los diferentes materiales existentes en la zona necesarios para la Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención - Cusco.
3. Determinar las características hidrológicas en la zona necesarios para la Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención - Cusco.
4. Identificar los rasgos topográficos del proyecto de tesis Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención - Cusco.

1.6.HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

1.6.1. HIPOTESIS GENERAL

1. Los resultados obtenidos a través de esta tesis demuestran que las condiciones geológicas, geotécnicas e hidrológicas son las adecuadas, de acuerdo a las normas técnicas peruanas, para la viabilidad de la Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención – Cusco.

1.6.2. HIPOTESIS ESPECÍFICAS

1. Los estudios geológicos, donde se incluye el estudio de las unidades litológicas de la zona del proyecto, son las adecuadas para creación Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención – Cusco, ya que, de acuerdo al tipo de material litológico y paisajes morfológicos de la zona se plantearían métodos para la ejecución del proyecto basándose en los datos obtenidos.
2. Los estudios geotécnicos, donde se incluye los estudios topográficos y ensayos de capacidad portante, CBR, densidad de Campo, propiedades físico-mecánicas de las canteras y demás ensayos son los adecuados para la creación Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención – Cusco, ya que los resultados de estos determinarían las propiedades geomecánicas del material en la zona del proyecto de acuerdo a los parámetros ya establecidos.
3. Los estudios hidrológicos, donde se incluyen los estudios y análisis hidrológicos de las cuencas hidrográficas en la zona del proyecto, no tienen mucha incidencia y son los adecuados para la creación Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención – Cusco, debido a que la cantidad de agua que fluiría por la zona al igual que la continuidad e intensidad de las precipitaciones condicionaría la ejecución del proyecto.

1.7.VARIABLES

1.7.1. VARIABLES

NOMBRE DEL PROYECTO	VARIABLES	INDICADORES	INDICES	DATOS
Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salines	GEOLOGIA	Estratigrafía	Litología	Tipos de rocas
			Potencia	Metros
		Geomorfología	Pendientes	Clasificación
			Fisiografía	Planicies y Montañas
	GEOTECNIA			
		Propiedades geomecánicas	Ensayos de Laboratorio y ensayos in-situ	Granulometría, humedad, límites, cohesión, etc.
	HIDROLOGIA	Precipitaciones	Duración	Horas y minutos
			Intensidad	mm/hora
			Total	mm/año
		Morfometría de Unidades Hidrográficas	Forma	Forma de cuencas hidrográficas
Tamaño	Longitud de ríos			

Tabla N° 5: Cuadro de variables identificadas

Fuente: Elaboración propia

1.8.METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto de tesis “Estudio Geológico, Geotécnico e Hidrológico para la Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, de la Provincia de la Convención - Departamento De Cusco.” posee un enfoque cuantitativo descriptivo ya que se realizará un planteamiento más abiertos enfocándose en los objetivos planteados y extrayendo resultados a partir de datos obtenidos en campo, describiendo las características planteadas en las variables y objetivos.

1.8.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El proyecto “Estudio Geológico, Geotécnico e Hidrologico para la Creacion del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, de la Provincia de la Convención - Departamento De Cusco.” se le asigna un diseño descriptivo correlacional ya que tiene como finalidad conocer la relación o determinar el grado de asociación que existe entre los indicadores y las variables descritas anteriormente, siguiendo un procedimiento que consiste en identificar y medir las variables para luego cuantificarlas y relacionarlas.

1.9.PROCEDIMIENTO DEL TRABAJO

La investigación se basará en un análisis exhaustivo, que se llevará a cabo contemplando las siguientes fases:

1.9.1. ETAPA DE PRE-CAMPO

Se llevará a cabo una revisión minuciosa de la documentación previamente existente referente al tramo Collpaccasa - Salinas en el Distrito de Vilcabamba, La Convención - Cusco, enfocándose principalmente en las investigaciones de carácter geológico y geotécnico realizadas. Se procederá a analizar y valorar los estudios previos realizados por la entidad y/u otras instituciones, considerando así las siguientes fuentes bibliográficas:

- Alvarado, R. & Torres, D. (2019). Análisis de la estabilidad y estimación preliminar de riesgos por deslizamiento para el mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y desagüe en la localidad de Vilcabamba, distrito de Vilcabamba, Provincia de La Convención, Departamento de Cusco; Arequipa – Perú.
- "El estudio realizado por Huaman (2019) se centra en la geodinámica geotécnica para el mejoramiento y ampliación de la carretera San Marino – Vilcabamba en su primer tramo, desde el puente Chaullay hasta Oyara, ubicado en el distrito de Vilcabamba, La Convención – Cusco, Perú."
- (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018), Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Lima – Perú.
- (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018), Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Lima - Perú: MTC.
- (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2013), Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima – Perú.
- (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2013), Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje. Lima – Perú.
- "(Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2013). Manual de Dispositivos de control del tránsito para calles y carreteras. Lima – Perú."
- "(Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2008). Manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito sin pavimentar. Lima, Perú."
- (Braja, M. Das. 2008) – Fundamentos de Ingeniería Geotécnica - CENGAGE

learning, México, 587 págs.

- (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET], 1978) Estudio Geológico de la Cordillera de Vilcabamba, Lima – Perú.

1.9.2. ETAPA DE CAMPO I

- Se llevó a cabo la cartografía geológica y el levantamiento topográfico de la zona local, con el objetivo de describir las características geológicas y morfológicas del área. En el mapa resultante, se identificará y analizará el control estructural presente en la región.
- Se llevó a cabo un minucioso levantamiento topográfico local con el fin de describir detalladamente las características topográficas del área.

1.9.3. ETAPA DE CAMPO II

• ESTUDIO DE TOPOGRAFIA, TRAZO Y DISEÑO VIAL

Utilizando una Estación Total electrónica de la marca Topcon, equipada con láser infrarrojo, se llevará a cabo el levantamiento a partir de los puntos de control de la poligonal secundaria de trazo. Este procedimiento se realizó con el propósito de garantizar que los planos resultantes cumplan con los estándares cartográficos en el sistema UTM y con las especificaciones topográficas necesarias para las secciones correspondientes. Estas acciones se ejecutaron considerando escalas que posibiliten la visualización completa de los detalles del terreno.

El trabajo topográfico a realizarse comprende:

- Establecimiento y trazado de la poligonal de apoyo para proyectar el eje de la vía y reducir la cantidad de excavación necesaria de tierras.
- Realización de un levantamiento topográfico detallado de la carretera existente.
- Levantamiento topográfico de los bordes de los caminos.
- Los puntos de intersección (PIs) tanto de la poligonal de apoyo como de la poligonal definitiva, así como los puntos de inicio (PC) o finalización (PT) de las curvas, han sido marcados en el terreno.
- Se han utilizado coordenadas del sistema UTM dentro del Sistema Geodésico Mundial de 1984 (WGS-84), con la Zona 19 S específicamente aplicada para el área del proyecto. Los Bench-Mark (BM) ubicados en rocas sólidas han sido instalados en ubicaciones cuidadosamente protegidas, referenciadas a puntos inamovibles y marcadas en el terreno, evitando así interferencias con los trabajos de excavación de tierras.
- Es esencial realizar labores de mantenimiento y limpieza en las estructuras

complementarias y obras de arte ubicadas en los cauces de ríos, cursos de agua menores y áreas propensas a deslizamientos que atraviesan la carretera. Estas acciones se basarán en levantamientos topográficos detallados para asegurar su efectividad.

- El área seleccionada para el estudio topográfico cuenta con una extensión adecuada para permitir la planificación de estructuras complementarias, como cunetas laterales, zanjas de drenaje, puntos de alivio y obras de arte. Esta área abarca un espacio de hasta 15 metros a cada lado del eje central de la carretera existente.
- Además, se realizará un levantamiento topográfico de las canteras utilizadas.

- **ESTUDIO GEOTECNICO Y GEOMECÁNICO**

En esta fase, se llevó a cabo la investigación de suelos relacionada con la sección de la carretera y la ubicación de otras infraestructuras asociadas. Se realizaron calicatas, ensayos in-situ y pruebas estándar para obtener información detallada sobre las propiedades geotécnicas, así como ensayos de geomecánica de rocas en las áreas pertinentes. El trabajo geotécnico y geomecánico abarca:

- Apertura de calicatas en el eje de la carretera, el cual tiene una dimensión de 1.5 x 1.5 x 1.5 metros.
- Extracción de muestras representativas para posteriormente analizarlos y ensayar con ellos.
- Realizar ensayos in-situ, como son densidad de campo,
- Muestreo de material pétreo y agregados a usarse, correspondiente de las canteras.

- **ESTUDIO HIDROLÓGICO**

En esta etapa se realizarán las siguientes actividades:

- Determinación de características físicas y fisiográficas de las cuencas hidrográficas en la zona, obteniendo datos como la forma, pendiente, longitud aproximada, materiales y uso del suelo.
- Determinación de caudales in-situ, mediante el método de sección transversal media.
- El inventariado de fuentes de agua al igual que de ríos.

1.9.4. ETAPA DE POST-CAMPO

Se ha completado la recopilación y síntesis de todas las actividades llevadas a cabo tanto en el terreno como en la oficina. A continuación, se analizarán los resultados y se clasificarán las propiedades geotécnicas y mecánicas de los materiales presentes en el tramo Collpaccasa - Salinas.

CAPITULO II: MARCO TEORICO CONCEPTUAL – REFERENCIAL

CAPITULO II: MARCO TEORICO CONCEPTUAL – REFERENCIAL

2.1. MARCO REFERENCIAL

- **Estudio llevado a cabo por Alvarado y Torres (2019) examinó la estabilidad y evaluó preliminarmente los riesgos de deslizamiento en relación con la mejora y expansión del sistema de agua potable y alcantarillado en Vilcabamba, ubicado en el distrito homónimo de la Provincia de La Convención, Departamento de Cusco, en Arequipa, Perú.**

"El área de estudio se encuentra en la Cordillera Oriental, caracterizada por una diversidad topográfica que incluye valles glaciares, extensiones aluviales, montañas y pendientes. La topografía es altamente variada, con pendientes que van desde pronunciadas hasta moderadas, así como terrenos ondulados atravesados por valles, como el del río Vilcabamba. Debido a las precipitaciones elevadas y al constante flujo de agua, existe una alta posibilidad de que ocurran fenómenos de geodinámica externa. Estudios geofísicos han permitido identificar, de manera indirecta, tanto depósitos consolidados como no consolidados, junto con sus respectivos grosores. Además, se ha evaluado la calidad del macizo rocoso a través de medidas como la velocidad de onda de corte y la resistividad de los materiales. Los resultados de la investigación geofísica han permitido identificar materiales específicos, como arcillas húmedas, arcillas con gravas, arcilla saturada con gravas y materiales pétreos, basados en los valores de resistividad eléctrica y las velocidades de onda S y P obtenidas."

- **“Estudio geodinámica geotécnico para el mejoramiento y ampliación de la carretera San Marino – Vilcabamba en su primer tramo puente Chaullay - Oyara distrito de Vilcabamba - La Convención – Cusco; Cusco – Perú.” (Huaman U., 2019)**

"El objetivo principal de esta investigación es analizar la influencia a través del "Estudio Geodinámico Geotécnico para el Mejoramiento y Ampliación de la Carretera San Marino-Vilcabamba en su Primer Tramo Puente Chaullay-Oyara - Distrito de Vilcabamba - La Convención - Cusco (0+000 a 27+360 km)". El estudio se centra en la subcuenca del río Vilcabamba, en su margen izquierda, específicamente en el Distrito de Vilcabamba, ubicado en la Provincia de La Convención, Departamento de Cusco."

- **“Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, Lima – Perú.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2018)**

Las siguientes directrices se destinan al diseño de carreteras con una superficie de rodadura compuesta por material granular, de acuerdo con la clasificación establecida en el Manual de Diseño Geométrico DG-2001 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) de Perú.

Estas carreteras se encuentran en terrenos variados, abarcando planicies, áreas onduladas, terrenos accidentados y muy accidentados. Su ubicación puede ser en la costa, caracterizada por una precipitación baja, en la sierra con lluvias moderadas, o en la selva con condiciones de lluvia muy intensa.

- **“Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima – Perú.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2013),**

"Este compendio proporciona información y datos fundamentales sobre suelos, explorando diversos temas que incluyen la investigación de suelos y rocas, la caracterización de la base subyacente, la descripción detallada de los suelos, los análisis realizados en laboratorio y la elaboración de informes de exploración. También se abordan aspectos relacionados con las fuentes de materiales y agua, donde se discuten cuestiones generales, pautas para un programa de investigación y la ubicación de fuentes de materiales pétreos. Además, se analiza el estudio de canteras de suelo, canteras de roca, fuentes de agua, instalaciones comerciales de suministro y la documentación correspondiente, que incluye esquemas de canteras, fuentes de agua e instalaciones de suministro."

- **“Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje. Lima – Perú.” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2013)**

"Se examinan aspectos relacionados con los enfoques que simplifican la determinación de los flujos esperados para las estructuras que forman parte del sistema de drenaje planificado para la carretera, tanto en su aspecto superficial como subterráneo. Basándose en el análisis de la información hidrológica y meteorológica disponible en la región en estudio, se proponen directrices de diseño junto con los límites de aplicación de los métodos evaluados. El objetivo es dotar al especialista con las herramientas necesarias para seleccionar la mejor alternativa según las circunstancias particulares de cada situación."

2.2.MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

2.2.1. NORMATIVA VIGENTE

Los lineamientos de este estudio señalan que las normas a ser seguidas son las establecidas en el "Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito", aprobado mediante la Resolución Ministerial N.º 303-2008-MTC/02, con fecha del 04 de abril de 2008.

Además, se hace referencia a las siguientes normas:

- NTP 339. 126. 1998: SUELOS, Métodos para la reducción de las muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo
- NTP 339. 127. 1998: SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- NTP 339. 128. 1998: SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
- NTP 339. 129. 1998: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, plástico e índice de plasticidad de suelos.
- NTP 339. 131. 1998: SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de los sólidos.
- NTP 339. 132. 1998: SUELOS. Método de ensayo para determinar el material que pasa por la malla N°200.
- NTP 339. 134. 1998: SUELOS. Métodos para la clasificación de suelos con propósitos de Ingeniería S.U.C.S.
- NTP 339. 135. 1998: SUELOS. Clasificación de suelos para uso de vías de transporte.

2.2.2. CONCEPTOS BASICOS

2.2.2.1.CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEFINIDAS DE LA VÍA

"La realización del proyecto implica la construcción de una carretera de 4.68 kilómetros de longitud a nivel de Camino Vecinal, con una plataforma que tiene un ancho de 4.00 metros, e incluye las estructuras de arte y drenaje necesarias. La mayor parte del tramo, aproximadamente el 99%, se encuentra en una zona de corte."

"La carretera comienza en el punto inicial (km 0+00) ubicado a una altitud de 3860 metros sobre el nivel del mar en la zona de Collpaccasa. Durante su recorrido, atraviesa varias quebradas y riachuelos temporales, para los cuales se están proponiendo la instalación de badenes y alcantarillas. Finalmente, alcanza su punto final (km 4+683.39) a una altitud de 3760 metros sobre el nivel del mar en el área de Salinas."

"A lo largo del recorrido de la carretera, atraviesa una variedad de terrenos, que incluyen parcelas, zonas de cultivo, áreas con suelo arcilloso compacto y sectores con rocas fijas y sueltas. Todas las especificaciones del diseño final están basadas en las regulaciones establecidas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001), las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras (EG-2000) y el Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías. Además, se complementan con las normas de la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras y Transporte (AASHTO) según lo estipulado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), especialmente en el Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, publicado en 2008."

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA VIA	
Clasificación	Trocha Carrozable
Velocidad Directriz	30 Km./ hr.
Topografía	Accidentada
Pendiente máxima	11%
Ancho de plataforma (m)	4.0
Superficie de rodadura (m)	4.0
Coefficiente de fricción	0.28
Radio mínimo normal (m)	10
Radio mínimo excepcional (m)	8
Peralte %	7
Bombeo %	2
Espesor afirmado	0.15m
Cunetas Triangulares (m)	1.00x0.50
Badén C.A.º (m)	8.5 m de luz
Alcantarillas	Concreto Ciclópeo y Armado
Plazoletas de cruce	Cada 1000 m L=8.00m A=2.5
Kilometraje	4+683.39 km

Tabla N° 6: Características técnicas de vías
Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, 2004

2.2.2.2.CAMINO VECINAL

Un camino vecinal se considera a una extensión de una carretera no pavimentada y que cumple con los siguientes estándares:

- Camino de bajo tráfico (IMD < 100 veh/día)
- No pavimentado
- Con ancho entre 4 a 5.5 metros
- Unen generalmente a una o dos localidades

➤ **Tipología de los caminos vecinales:**

Tipo de camino	Longitud (km)	Tráfico (Vehículos x día)	Características
Troncal o Arterial	Mayor a 25	Mayor a 50	Conecta a las capitales distritales con los centros poblados mayores, y articula a una red vial de mayor jerarquía.
Local o Conector	Entre 5 a 25	Entre 15 a 50	Conecta a los centros poblados mayores, y se articula a un camino troncal o red vial de mayor jerarquía.
Acceso	Menor a 5	Menor a 15	Conecta generalmente a un solo poblado.

Tabla N° 7: Tipología de la Guía para formular el plan vial provincial participativo (PVPP)

Fuente: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Ministerio de transportes y comunicaciones

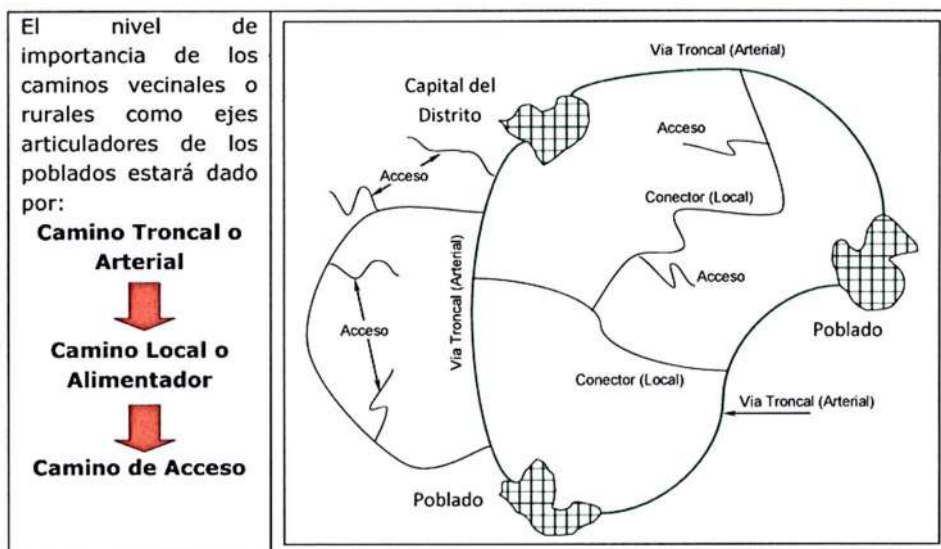


Imagen N° 1: Tipos de caminos

Fuente: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, Ministerio de transportes y comunicaciones

2.2.2.3.EROSION

"La erosión implica la erosión, transporte y deposición de materiales del suelo o la roca debido a la acción de la fuerza de un fluido en movimiento, ya sea agua o viento (Alanya Barzola, 2017, p. 27)."

La conducta de las corrientes de agua es intrincada y, especialmente, cambiante. El río constituye solamente una parte del sistema completo, ya que la cuenca, la geología, el clima, la vegetación y otros factores ejercen una influencia fundamental en su funcionamiento. El sistema fluvial engloba diversas áreas, incluyendo las de generación de sedimentos, transporte y, en última instancia, deposición. Para comprender el comportamiento de la corriente, resulta crucial examinar las características morfológicas, geológicas, sedimentarias, hidrológicas e hidráulicas asociadas a la misma. (Alanya Barzola, 2017, pág. 30)

- **Etapas de la corriente de agua**

- **Etapas de formación o niñez:** En zonas de gran altitud, cada curso de agua exhibe una cuenca de drenaje con una forma de embudo y laderas con pendientes muy empinadas (mayores al 6%). Normalmente, las corrientes que alimentan el cauce principal se forman únicamente durante las precipitaciones. Durante este período, se producen procesos de erosión en forma de láminas, surcos y cárcavas, convirtiendo esta área en la principal fuente de sedimentos generados por la erosión. (Alanya Borzola, 2017, pág. 33)
- **Etapas de juventud:** Se caracteriza por tener pendientes moderadas y velocidades significativas del agua. En esta sección, se observan valles formados por gravas, arenas y cantos que provienen de la etapa de formación o niñez. Además, el cauce experimenta un rápido proceso de profundización debido a la erosión regresiva, dando lugar a fenómenos de inestabilidad lateral en las laderas debido a flujos y erosión (Alanya Borzola, 2017, pág. 34).
- **Etapas de madurez:** En etapas maduras de una corriente de agua, la erosión en el lecho durante episodios de crecida es efímera, ya que al reducirse la velocidad del agua, se recuperan los sedimentos. En esta fase, la corriente busca ensanchar su lecho y canaliza la energía en procesos de erosión lateral. El ciclo de formación y destrucción de meandros o la formación de canales entrelazados es generalmente constante, y durante las crecidas, los canales existentes no son suficientes, lo que lleva al desbordamiento del río en búsqueda de nuevos cauces (Alanya Borzola, 2017, pág. 34).
- **Etapas de vejez:** Cuando la corriente de agua se dispone a desembocar en el mar,

la pendiente del río es prácticamente nula, y se forman deltas al dividirse en cauces más pequeños. En esta fase, no se observa una erosión vertical significativa, pero sí hay un desplazamiento lateral de los cauces debido a los procesos de sedimentación e inundación. En este contexto, la sedimentación adquiere una importancia mucho mayor que la erosión (Alanya Borzola, 2017, pág. 35).

2.2.2.4.HIDROLOGIA

"La hidrología se define como la ciencia que estudia las aguas terrestres, comprendiendo aspectos como su presencia, dispersión, flujo, así como sus características físicas y químicas, además de su interacción con el medio ambiente y los seres vivos, incluyendo especialmente a los seres humanos. Este campo de estudio abarca todas las disciplinas científicas relacionadas con el agua en la superficie terrestre."

- **Ciclo Hidrológico**

"El agua circula a través de la hidrosfera en un intrincado sistema de rutas que conforman el ciclo hidrológico, el cual constituye el núcleo central de la hidrología. Este ciclo es un proceso continuo que no tiene un inicio o fin definido. El concepto hidrológico implica intrínsecamente el movimiento o transferencia de masas de agua de un lugar a otro y de un estado a otro."

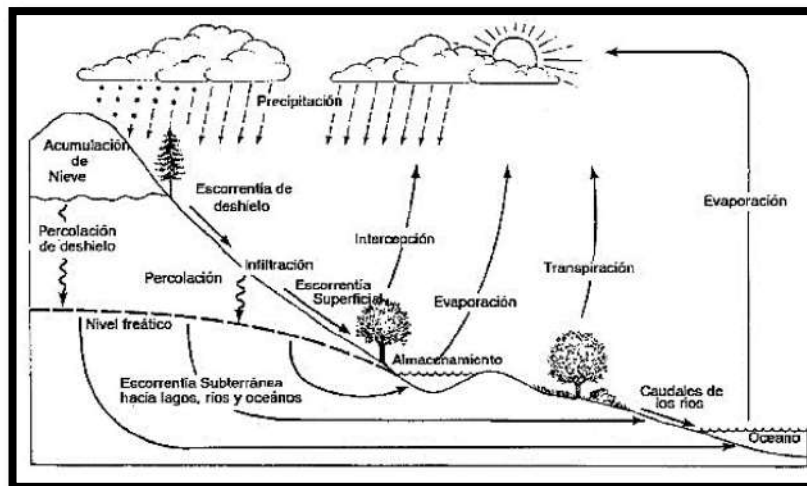


Imagen N° 2: Ciclo Hidrológico
Fuente: Villodas, 2008

- **Cuencas Hidrológicas**

"La cuenca de drenaje de un curso de agua es el área de tierra donde se reúnen todas las aguas provenientes de la precipitación, uniéndose para formar un único cauce. Cada curso de agua tiene su propia cuenca claramente delimitada a lo largo de su recorrido (Villón, 2002, p. 21)."

- **Divisoria de aguas:** Se refiere a líneas imaginarias que marcan los límites de una cuenca hidrográfica (Villón, 2002, pág. 21).
 - **Río principal:** Se refiere a la sección de un curso de agua donde se encuentra el mayor caudal o, también, la mayor área de drenaje (Villón, 2002, pág. 21).
 - **Los afluentes:** Se refieren a los afluentes que desaguan en el cauce principal. (Villón, 2002, pág. 21).
 - **Relieve de la cuenca:** Se refiere a la configuración del terreno, compuesto por los valles principales y secundarios, así como las montañas, sus laderas, valles, mesetas y las quebradas o torrentes que lo integran (Villón, 2002, pág. 21).
- **Partes de una cuenca**
 - "Cuenca alta, también conocida como cuenca cabecera o área de recepción de la cuenca, es aquella zona que, debido a su ubicación elevada, recibe y almacena principalmente en sus nevados y glaciares de las cumbres, así como en lagunas y embalses de las altiplanicies, la mayor parte de los aportes de precipitación. Además, se caracteriza por tener una cobertura vegetal típica de pastizales o bosques y experimenta una menor presión demográfica (Cahuana Andia & Yungar Morales, 2009, p. 14)."
 - **Cuenca media:** Con una pendiente relativa mayor y un caudal caracterizado por torrentes turbulentos, esta área también es conocida como zona de transporte de sedimentos o de escurrimiento (Cahuana Andia & Yungar Morales, 2009, p. 14).
 - **Cuenca baja:** Esta cuenca tiene una pendiente menor, un caudal de flujo continuo, un cauce bien definido y una amplia llanura de inundación, comúnmente denominada cono de deyección o zona de depósito (Cahuana Andia & Yungar Morales, 2009, p. 14).
- **Clasificación de cuencas**
 - **"Cuenca de gran tamaño":** Se refiere a una cuenca donde prevalecen características fisiográficas como pendiente, elevación, área y cauce. Según criterios prácticos, se considera que una cuenca es de gran tamaño cuando su área supera los 250 km² (Villón, 2002, pág. 23).
 - **"Cuenca grande":** Es aquella cuenca que responde a las lluvias de fuerte intensidad y pequeña duración, en la cual las características físicas, como el tipo de suelo y la

vegetación, son más relevantes que las del cauce. Se considera que una cuenca es pequeña cuando su área es menor a 250 km² (Villón, 2002, pág. 23).

- **Clasificación de cuencas**

- **Cuencas Endorreicas:** Tienen su punto de salida generalmente en un lago (Villón, 2002, pág. 23).

- **Cuencas Exorreicas:** Su punto de salida es otra corriente de agua o el mar (Villón, 2002, pág. 23).

- **El área de la cuenca:**

La característica geomorfológica más relevante para el diseño es la cuenca hidrográfica. Esta se define como la proyección horizontal de la totalidad del área de drenaje de un sistema de escorrentía, que se dirige de manera directa o indirecta hacia un mismo cauce natural. (Quilarte, Roman – 2009)

- **El planímetro:**

Es un aparato que realiza una integración mecánica que permite el cálculo de la superficie de la cuenca, el cual trabaja con una constante para cada escala de medición recorriendo perimetralmente la cuenca con el visor del aparato. Al resultado obtenido de las lecturas inicial y final en la escala del instrumento se lo afecta de la constante correspondiente para obtener la superficie, que generalmente es expresada en km². (Quilarte, Roman – 2009)

- **El curvómetro:**

Es un aparato con el cual, recorriendo con un cursor la cuenca desde un punto de inicio hasta regresar al mismo, se lee directamente la longitud en km en la escala correspondiente a la cartografía de trabajo. Si bien el planímetro y el curvómetro han sido utilizados habitualmente en épocas pasadas, hoy en día gracias a los sistemas CAD y/o SIG (sistemas de información geográfica), los cálculos de superficie y perímetro de un área cualquiera se resuelven inmediatamente, una vez que la cuenca ha sido digitalizada bajo un sistema de georeferenciación adecuado. (Quilarte, Roman – 2009)

- **"Procedimiento para determinar el área de una cuenca utilizando una cuadrícula":**

Se recomienda trazar la cuenca en un papel milimetrado transparente. Luego, se procede a calcular el área contando el número de cuadros marcados dentro del

perímetro de la cuenca. En caso de que existan cuadros incompletos, se sugiere completarlos con otros cuadros incompletos para representar el área de un cuadro o al menos una fracción de este (Quilarte y Roman, 2009).

➤ **Semejanzas geográficas de una cuenca:**

Sucede cuando dos cuencas son similares. En donde se calcula el índice de compacidad, el factor de forma, razón de alargamiento, entre otros (Quilarte, Roman – 2009).

➤ **Factor de forma (Ff):**

compara una cuenca de forma regular a una con forma irregular, en donde necesitamos el ancho y la longitud axial. La longitud axial se mide desde la desembocadura hasta el sitio más alejado de la cuenca, en una línea recta (Quilarte, Roman – 2009).

$$Ff: \frac{An}{Lax}$$

Donde:

An: Ancho promedio

Lax: longitud axial

➤ **Índice o coeficiente de compacidad (Kc):**

Índice o coeficiente de compacidad (Kc): Se define al comparar el perímetro de la cuenca receptora con el perímetro de una cuenca circular que tenga la misma área. (Quilarte y Roman, 2009).

$$Kc: 0,282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

P: perímetro de la cuenca.

A: área de la cuenca, igual a la de un círculo.

Razón de alargamiento (Ra): es la relación entre el diámetro de igual área de la cuenca receptora.

$$Ra: 1,128 \frac{\sqrt{A}}{Lax}$$

Donde:

Lax: longitud axial.

A: área de la cuenca.

➤ **Pendiente promedia de la cuenca:**

"La relevancia de este parámetro reside en su capacidad para ofrecer un indicio de la velocidad media del flujo de agua, su capacidad de arrastre y el grado de erosión en la cuenca. Por otro lado, la función hipsométrica se presenta como un recurso práctico y objetivo para describir la relación entre las características altimétricas de la cuenca en un plano y su elevación (Quilarte y Roman, 2009)."

➤ **Histograma de frecuencias altimétricas:**

"Se refiere a la representación de la superficie, ya sea en kilómetros cuadrados o en porcentaje, que se encuentra entre dos niveles, con la marca de clase como el promedio de las alturas. Esto permite la creación de un histograma con diferentes niveles, obtenido a partir de los mismos datos utilizados para generar la curva hipsométrica. Aunque contiene la misma información que esta última, el diagrama de barras proporciona una representación alternativa que nos ofrece una visión probabilística de la variación de altitudes en la cuenca (Quilarte y Roman, 2009)."

2.2.2.5.GEOMECANICA DE SUELOS

➤ **Color:**

"Aunque el color en sí mismo no es una propiedad fundamental, sirve como indicador de otras propiedades más relevantes del suelo. Para quienes no tienen experiencia en mecánica de suelos, el color es la característica más fácilmente reconocible para identificar tipos de suelo. Por lo tanto, resulta un método práctico para enseñar a los trabajadores a distinguir diferentes tipos de suelo (Castrillo Osorio y Ulloa López)."

➤ **Compacidad relativa:**

"La compacidad relativa es una medida que indica la relación entre la densidad in situ y la densidad máxima posible, especialmente aplicable a suelos arenosos. Este parámetro es una propiedad índice comúnmente utilizado en gravas y arenas, es decir, en suelos que consisten principalmente en partículas mayores a 0.074 mm (malla # 200) (Castrillo Osorio y Ulloa López)."

"La compacidad relativa es un parámetro importante en geotecnia debido a su correlación directa con otros parámetros relevantes en ingeniería de suelos, como

el ángulo de fricción interna y la resistencia a la penetración (N de golpes de cuchara normal). Además, muchas fórmulas utilizadas para estimar los asentamientos posibles de estructuras fundadas sobre suelos granulares se basan en la compacidad relativa (Castrillo Osorio y Ulloa López)."

➤ **Consistencia:**

Es la propiedad índice más importante de los materiales finos, es la que gobierna las fuerzas de cohesión-adhesión, responsables de la resistencia del suelo a ser moldeado o roto. Se refiere a las fuerzas que permiten que las partículas se mantengan unidas; se puede definir como la resistencia que ofrece la masa de suelo a ser deformada o amasada. Dichas fuerzas dependen del contenido de humedades por esta razón es que la consistencia se debe expresar en términos de suelo seco, húmedo o mojado.

Las fuerzas que causan la consistencia son: cohesión y adhesión. Cohesión: Es la fuerza de atracción entre partículas de la misma naturaleza. Adhesión: Se debe a la tensión superficial que se presenta entre las partículas de suelo y las moléculas de agua. Sin embargo, cuando el contenido de agua aumenta, excesivamente, la adhesión tiende a disminuir. El efecto de la adhesión es mantener unidas las partículas por lo cual depende de la proporción Agua/Aire.

La consistencia de un suelo inalterado puede determinarse mediante la prueba de compresión simple, también puede estimarse por medio de la prueba de penetración Estándar. (Edwin Nadir Castrillo Osorio, Horacio Alejandro Ulloa López).

➤ **Designación ASTM:**

Creada en 1898, ASTM Internacional (Sociedad Americana para la Prueba de Materiales), es una de las mayores organizaciones en el mundo que desarrollan normas voluntarias por consenso, aplicables a los materiales, productos, sistemas y servicios. Los miembros de ASTM, que representan a productores, usuarios, consumidores, el gobierno y el mundo académico de más de 100 países, desarrollan documentos técnicos que son la base para la fabricación, gestión y adquisición, y para la elaboración de códigos y regulaciones. (Edwin Nadir Castrillo Osorio, Horacio Alejandro Ulloa López).

➤ **Forma de las partículas:**

Las formas de las partículas tienen tanta importancia como su tamaño en lo que respecta al comportamiento del suelo; sin embargo, a menudo no se considera, pues es difícil medirla y describirla cuantitativamente, la forma de los granos puede ser de tres clases: granos redondeados, granos laminares y granos aciculares; (Edwin Nadir Castrillo Osorio, Horacio Alejandro Ulloa López).

➤ **Grado de saturación:**

"Se define la saturación de agua (S_w) como la proporción en la que los poros del suelo están llenos de agua, expresada como la relación entre el volumen de agua (V_w) y el volumen de poros (V_v)."

➤ **Humedad:**

Es la cantidad de agua que posee un suelo, se expresa por la relación entre el peso del agua W_w existente en el suelo y el peso seco W_s de este. $\%W = W_w/W_s$. La humedad es una característica muy importante en los suelos cohesivos, influye sobre la capacidad de compactación y la consistencia, así como la capacidad portante del terreno. (Edwin Nadir Castrillo Osorio, Horacio Alejandro Ulloa López).

➤ **Índice de plasticidad:**

Se define como la diferencia numérica entre los límites líquidos y plásticos, e indica el margen de humedades dentro del cual se encuentra el suelo en estado plástico y este depende generalmente de la cantidad de arcilla presente. (Edwin Nadir Castrillo Osorio, Horacio Alejandro Ulloa López).

➤ **Límite líquido:**

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido al plástico. Los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte, según Atterberg es de 25 g/cm. (Edwin Nadir Castrillo Osorio, Horacio Alejandro Ulloa López).

➤ **Limite plástico:**

"El límite plástico del suelo es el contenido de humedad, expresado en porcentaje del peso seco de la muestra, en el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico. Para determinar este límite, generalmente se utiliza el material sobrante de la prueba del límite líquido, el cual se mezcla con agua. Se selecciona una muestra de suelo de 1 a 2.5 gramos y se le evapora la humedad mediante mezclado hasta obtener una mezcla plástica fácilmente moldeable. Luego, se forma una pequeña bola que se rodilla inmediatamente en la palma de la mano o en una placa de vidrio, aplicando suficiente presión para formar filamentos."

Cuando el diámetro del filamento resultante sea de 3.17 mm sin romperse, deberá juntarse la muestra de nuevo, mezclarse en forma de bola y volver a rodillarse. El proceso debe continuarse hasta que se produzca un rompimiento de los filamentos al momento de alcanzar los 3.17mm de diámetro. Los suelos que no puedan rodillarse con ningún contenido de humedad se consideran como no plásticos.

Cuando al rodillar la bola se rompa el filamento al diámetro de 3.17mm, se toman los pedacitos, se pesan, se secan al horno, se vuelven a pesar ya secos y se determina la humedad correspondiente al límite plástico. Casagrande desarrolló la gráfica llamada carta de plasticidad, esta sirve para determinar la plasticidad de las arcillas o la compacidad de los limos ploteando los valores del límite líquido e índice de plasticidad, de acuerdo a los valores de límite líquido siguiente:

Plasticidad (arcillas) o compacidad (limos): Baja: $LL < 30$; Media: $30 < LL < 50$; Alta: $LL > 50$ (Edwin Nadir Castrillo Osorio, Horacio Alejandro Ulloa López).

➤ **Limite líquido:**

"El método estándar para determinar el límite líquido del suelo comprende los siguientes pasos:"

- Tomar aproximadamente 10 g de suelo de la zona cercana a la ranura cerrada y determinar el contenido de agua de inmediato.
- Repetir el ensayo variando el contenido de humedad, utilizando un gotero para humedecer y una espátula para secar, evitando procesos de evaporación violenta.

- Repetir los pasos 2 a 5 para obtener grupos de dos a tres contenidos de humedad, uno entre 25 y 35 golpes y otro entre 6 y 20 golpes, asegurando que la curva de fluidez permanezca dentro del intervalo considerado recto.
- Unir los puntos marcados en el intervalo de 6 a 20 golpes con una recta y señalar el punto medio. Repetir el proceso para los puntos dentro del intervalo de 25 a 35 golpes.
- Tomar aproximadamente 100 gramos de material que pase por la malla No. 40 y colocarlo en una cápsula de porcelana.
- Mezclar el material con agua hasta obtener una mezcla pastosa, homogénea y de consistencia suave, utilizando una espátula.
- Colocar una porción de esta mezcla en la copa de Casagrande, formando una torta alisada con un espesor de 1 centímetro en la parte de máxima profundidad.
- Dividir la mezcla en la parte media de la copa utilizando un ranurador, manteniéndolo en un movimiento normal a la superficie interior de la copa y de arriba hacia abajo.
- Accionar la copa a una tasa de dos golpes por segundo, contando el número de golpes necesarios para que la parte inferior del talud de la ranura se cierre exactamente a 1.27 centímetros.
- Si la ranura no se cierra en el rango de 6 a 35 golpes, ajustar la consistencia de la muestra agregando más agua o secándola hasta obtener un valor consistente en el número de golpes.
- Tomar aproximadamente 10 gramos de suelo de la zona cercana a la ranura cerrada y determinar el contenido de agua de inmediato.
- Repetir el ensayo variando el contenido de humedad, utilizando un gotero para humedecer y una espátula para secar, evitando procesos de evaporación violenta.
- Repetir los pasos 2 a 5 para obtener grupos de dos a tres contenidos de humedad, uno entre 25 y 35 golpes y otro entre 6 y 20 golpes, asegurando que la curva de fluidez permanezca dentro del intervalo considerado recto.
- Unir los puntos marcados en el intervalo de 6 a 20 golpes con una línea recta y señalar el punto medio. Repetir el proceso para los puntos dentro del intervalo de 25 a 35 golpes.

Se conectan los dos puntos medios con una línea recta que se llama curva de fluidez. El contenido de humedad indicado por la intercepción de esta línea con la de los 25 golpes es el límite líquido del suelo. Otro procedimiento muy usado para determinar el límite líquido en el laboratorio consiste en que, estando el material en la copa de Casagrande con la ranura hecha como ya se ha indicado en el procedimiento normalizado, dar de 20 a 30 golpes y ver si la ranura se cierra a los 1.27 cm. En caso que no cierre se recoge el material de la copa se le agrega agua a la pasta o se seca, según el caso, y se repite este proceso hasta conseguir que la ranura se cierre en su base los 1.27cm con un número de golpes contenido en este intervalo, una vez que se ha conseguido lo anterior los valores de humedad se multiplican por un factor de corrección k. (Edwin Nadir Castrillo Osorio, Horacio Alejandro Ulloa López).

➤ **Peso específico:**

Se define como la relación entre el peso de la muestra y el volumen de la muestra $\gamma = w_m/v_m$. Este al relacionarse con el peso específico del agua es llamado densidad relativa la cual es importante en mecánica de suelos debido a la correlación directa que ella tiene con otros parámetros. Además es posible obtener el peso específico de una muestra granular mediante la siguiente correlación (Edwin Nadir Castrillo Osorio, Horacio Alejandro Ulloa López).

$$\gamma = (94 + 0.15LL) * 16.0184 \frac{kg}{m^3}$$

g: peso específico de la muestra
LL: límite líquido de la muestra

➤ **Porosidad:**

La porosidad es el volumen de huecos de una muestra de suelo, y define la posibilidad de ésta de almacenar más, o menos cantidad de fluido. Se expresa por la relación entre el volumen de vacíos y el volumen de la muestra, como: $N (\%) = (V_v/V_m) * 100$ (Edwin Nadir Castrillo Osorio, Horacio Alejandro Ulloa López).

➤ **Resistencia:**

En el análisis de las propiedades mecánicas de un suelo, es esencial considerar tres tipos fundamentales de esfuerzos: compresivos, que intentan disminuir el volumen del material; de tensión, que tienden a generar fracturas en el material; y cortantes, que buscan desplazar una parte del suelo con respecto a otras. Según

esta clasificación, el suelo puede presentar resistencia a la compresión y resistencia al esfuerzo cortante, mientras que generalmente se desestima la resistencia a la tensión. En consecuencia, las estructuras o partes de estructuras sujetas a tensiones no se construyen con material de suelo, sino con materiales específicos como concreto armado o acero. (Edwin Nadir Castrillo Osorio, Horacio Alejandro Ulloa López).

➤ **Tamaño de granos:**

La diversidad en las dimensiones de las partículas del suelo o granos es prácticamente infinita. Se considera que los granos más grandes son aquellos que se pueden manipular con la mano, mientras que los más pequeños son tan diminutos que no son visibles a simple vista y requieren un microscopio convencional para su observación. Esta variabilidad puede ser evaluada mediante análisis granulométricos. (Edwin Nadir Castrillo Osorio, Horacio Alejandro Ulloa López)

2.2.2.6.GEOLOGIA REGIONAL

➤ **ESTRATIGRAFIA**

• **Grupo Ambo**

"El Grupo Ambo se observa en el margen nororiental del cuadrángulo de Pacaypata, entre Confortayoc y Lambras al oeste del poblado de Vilcabamba, y también en la porción septentrional del cuadrángulo de Chuanquiri, entre el cerro Inciensuchayoc y el cerro Manataroshiato. En ambas áreas, forma parte de un sistema sinclinal con orientaciones noroeste-sureste y noreste-suroeste, respectivamente. En estos puntos mencionados, la Formación Ambo se encuentra en una discordancia angular sobre la Formación Quillabamba o la Formación Manogali, ambas del Paleozoico inferior."

"La Formación Ambo presenta una composición litológica y ambiente que permite diferenciar dos áreas mencionadas previamente. En el área de Confortayoc-Lambras, ubicada en el noreste del cuadrángulo de Pacaypata, y en Huashuacocha, la secuencia comienza con conglomerados en la base (30 metros), compuestos por fragmentos de hasta 15 centímetros de diámetro de cuarcitas, cuarzo y rocas volcánicas, depositados por abanicos aluviales. El resto de la secuencia está formado por ritmos de areniscas-lutitas de entornos fluviales, con restos de plantas, en una proporción aproximada de 9/1. En la

parte superior, hay otra secuencia de conglomerados de origen fluvial en canales entrelazados, donde los fragmentos de cuarcita y rocas ígneas verdes son redondeados, con diámetros máximos de 5 centímetros. La parte final muestra areniscas feldespáticas y micáceas. Un análisis de una muestra en la base de la formación revela que se trata de una grauwaca con alto contenido de cuarzo, pedernal y feldespatos, con componentes menores como clorita, sericita y óxidos de hierro. Además, en la parte media de la unidad, en el área de Confortayoc, se han identificado niveles de tufos volcánicos intercalados con las areniscas. El grosor en este sector varía considerablemente, desde 250 metros al oeste de Campamento hasta más de 1,500 metros en la zona de Confortayoc."

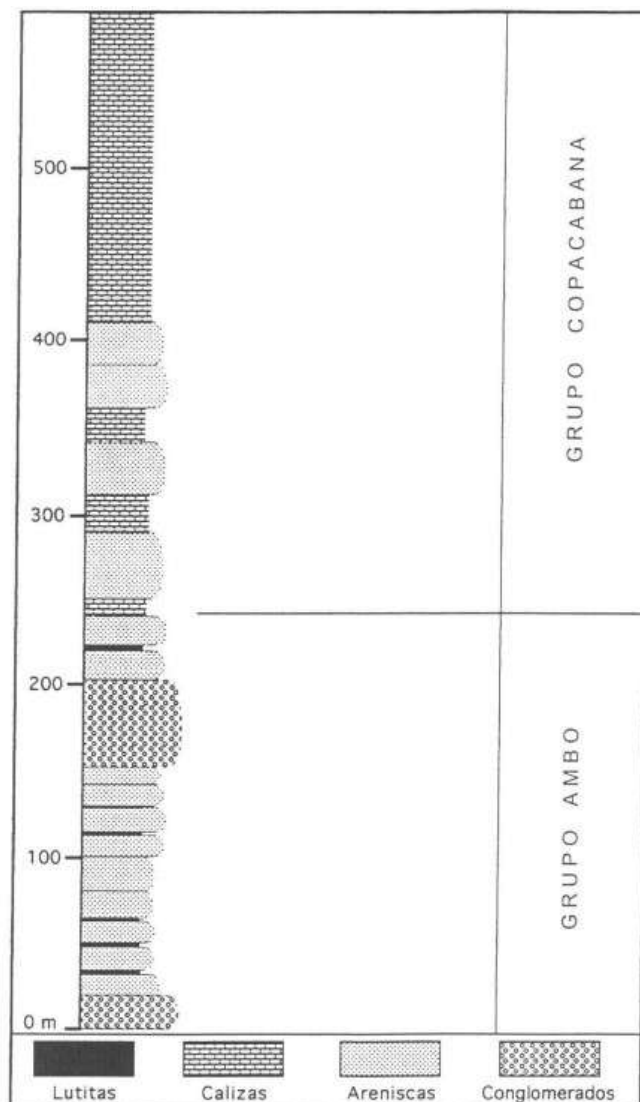


Imagen N° 3: Columna Estratigráfica de los Grupos Ambo y Copacabana

Fuente: Adaptado de INGEMMET, 2005

- **Grupo Tarma – Copacabana**

"Los conjuntos Tarma y Copacabana se encuentran en la parte suroeste del cuadrángulo de Machupicchu, específicamente en el sur de Huanipaca y en las cercanías de Vilcabamba. Esta formación se puede dividir en dos secuencias distintas: una compuesta por sedimentos y otra por roca caliza."

"La parte inferior, de origen detrítico (1-30 metros), está compuesta por areniscas en capas de tamaño decimétrico, de grano fino, con características como ondulaciones, 'laser bedding' y estratificación horizontal típica de un medio costero. Por otro lado, la secuencia calcárea (50-100 metros) presenta estratos bien estratificados de calizas del tipo packstone, y en algunas áreas se pueden encontrar brechas calcáreas. Aunque el espesor máximo de los grupos Tarma y Copacabana es de 200 metros, se observa una discordancia erosiva marcada en el contacto con el Grupo Mitu. En la zona de Vilcabamba, donde las calizas están intercaladas con lutitas negras, el espesor de este grupo varía entre 500 y 1,000 metros. Al compararlo con cuadrángulos vecinos, se aprecia un cambio abrupto en los espesores de esta unidad, posiblemente debido a una intensa erosión antes de la deposición del Grupo Mitu sobreyacente."

- **Grupo Mitu**

"El Grupo Mitu se encuentra en los alrededores de Vilcabamba, al sur de Huanipaca-Cachora, al norte de Curahuasi, entre los cerros California y Simbeni, y en la hacienda Copacabana. Estos afloramientos delimitan tres dominios paleogeográficos distintos."

"En el primer ámbito, que abarca los afloramientos de Vilcabamba y el norte de Quillabamba, el Grupo Mitu se encuentra en una discordancia erosiva marcada sobre el Grupo Copacabana. En esta región, la composición litológica está principalmente compuesta por rocas volcánicas, como basaltos, riolitas, gabrodioritas y brechas volcánicas, con algunas intercalaciones de conglomerados, areniscas y, en algunos puntos, dolomitas. El espesor de estos estratos varía entre 1,000 metros (Vilcabamba) y 1,200 metros."

"El segundo sector comprende los afloramientos de Huanipaca, donde la composición litológica está principalmente formada por conglomerados, con presencia ocasional de areniscas y lutitas, todas de tonalidad rojiza. Los conglomerados exhiben fragmentos subangulares a subredondeados de diversas composiciones, que incluyen rocas volcánicas andesíticas y dacíticas,

intrusiones, areniscas, cuarcitas y lutitas, con tamaños que alcanzan hasta un metro, con un promedio de 15 cm. La matriz es predominantemente arenosa y arcillosa, y estos depósitos son característicos de flujos de lodo (debris flow) propios de abanicos aluviales. Las areniscas son predominantemente feldespáticas y de grano fino a medio. El espesor en este sector varía entre 300 y 1,000 metros."



Imagen N° 4: Vista del Grupo Mitu, se observa intercalación de areniscas y lutitas de tonalidades rojas

Fuente: Fuente propia

- **Formación Muñani**

"Este depósito está compuesto principalmente por areniscas y limoarcillitas de tonalidad marrón rojiza. En las capas superiores, se pueden observar conglomerados polimícticos, según reportes del INGEMMET en 1999."

- **Unidad Inferior:** "Los conglomerados predominantes en esta unidad están principalmente compuestos por cuarzo lechoso y cuarcitas, con clastos de tamaño variable entre 1 y 2 cm y forma subangular a subredondeada. La base del banco a menudo muestra signos de erosión. Además, se intercalan lutitas de tonalidades marrones y rojas en esta unidad, según informes del INGEMMET en 1996."
- **Unidad Media:** "Con un espesor de 200 metros, esta unidad está principalmente constituida por areniscas de grano medio, cuyo color oscila entre el rosa y el rojizo. Los bancos tienen un grosor que va de 0.5 a 1.0 metro, según informes del INGEMMET en 1996."
- **Unidad Superior:** "Con un espesor de 140 metros, se indica que esta unidad no se encuentra completa debido a la erosión cuaternaria. Está mayormente compuesta por areniscas de grano medio, organizadas en bancos de 20 a 30 cm de grosor, según informes del INGEMMET en 1996."

- **Formación Ccollpaccasa**

En la porción nororiental del cuadrángulo de Pacaypata, específicamente en el cerro Ccollpaccasa, se identifica una unidad geológica formada por capas rojas conocida como Formación Ccollpaccasa. Esta formación se superpone en discordancia erosiva al Grupo Yuncaypata y presenta un contacto fallado con el Grupo Ambo (INGEMMET, 1996, pág. 75).

La litología de la Formación Ccollpaccasa incluye conglomerados, areniscas cuarzosas feldespáticas de tonalidad parda y limolitas rojas. En la columna levantada en el Cerro Ccollpaccasa, se observa que la base de la formación está compuesta por un conglomerado inicial de 3 metros de espesor, con clastos de rocas volcánicas, calizas, cuarcitas y esquistos, con diámetros mayores de hasta 10 cm. Posteriormente, se encuentran 40 metros de lutitas rojas, seguidos por 30 metros de areniscas blancas cuarzo-feldespáticas, y finalmente conglomerados que abarcan 30 metros. La mayor parte de la formación, alrededor de 100 metros, está constituida por intercalaciones de conglomerados y areniscas rojas de origen fluvial (INGEMMET, 1996, pág. 75).

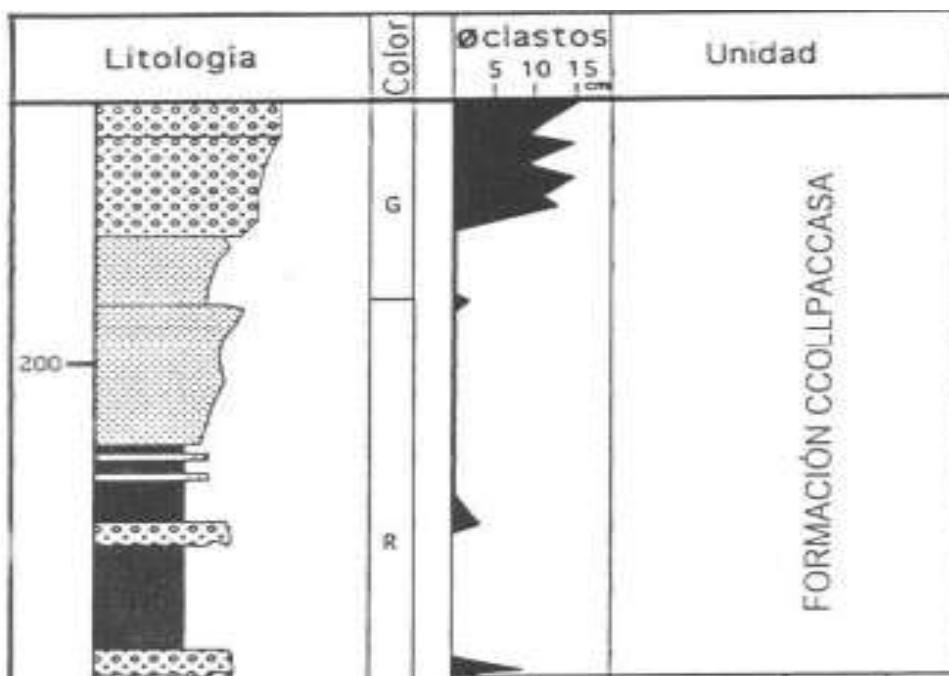


Imagen N° 5: Columna Litoestratigráfica del Grupo Yuncaypata y la base de la Formación Ccollpaccasa

Fuente: Adaptado de INGEMMET, 2005



Imagen N° 6: Vista de areniscas feldespáticas intercaladas con limolitas rojas, propios de la Formación Ccollpacasa (Peo-cc)

Fuente: Elaboración propia

- **Depósitos Aluviales**

Se refiere a los depósitos de conos aluviales, predominantemente ubicados en las proximidades de la desembocadura de las principales quebradas, contiguos a los valles de los ríos Urubamba, Pampaconas-Cosireni, así como a los ríos Apurímac y Pampas. Estos depósitos están conformados por bloques grandes y gravas de diversas rocas intrusivas, calizas, cuarcitas, pizarras y gneis, que están envueltos por una matriz de naturaleza areno-arcillosa. En la zona de estudio, se identifican dos áreas principales con estos depósitos. La primera abarca el tramo comprendido entre Maranchayoc y el noroeste de Pomabamba en el valle del río Apurímac, donde se encuentran extensos depósitos aluviales en la confluencia de las quebradas con los ríos Chungui, Chapi, Blanco y Chaumayoc. Además, existen considerables depósitos en los ríos Mapillo Grande (cerca del poblado de Amaybamba) y Huajchay (en Hatumpampa). La segunda zona corresponde a la parte suroeste del cuadrángulo de Chuanquiri, donde estos depósitos abarcan extensas áreas. El río Chontamayo constituye uno de estos depósitos aluviales, compuesto principalmente por bloques y gravas de rocas intrusivas. Asimismo, se destaca la presencia de significativos depósitos en la quebrada del río San Miguel (INGEMMET, 1996, pág. 75).

- **Depósitos Fluviales**

"Se han identificado estos depósitos en los lechos de varios valles,

especialmente en los ríos Apurímac, Urubamba, Kumpirushiato y Cosireni. Destaca el valle del río Apurímac por la extensión más amplia de terrenos fluviales. Estos depósitos consisten en bancos de gravas y arenas que forman terrazas, algunas de las cuales alcanzan alturas superiores a los 20 metros. En el valle del río Apurímac, las terrazas se extienden a lo largo de la mayor parte del curso del río, mientras que en los valles del cuadrángulo de Chuanquiri, estos depósitos se encuentran en proporciones menores, según el INGEMMET en 1996."



Imagen N° 7: Conglomerados y areniscas rojas de origen fluvial.

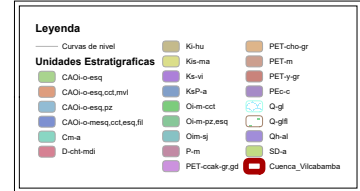
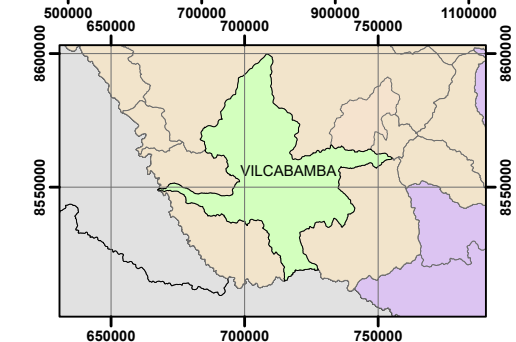
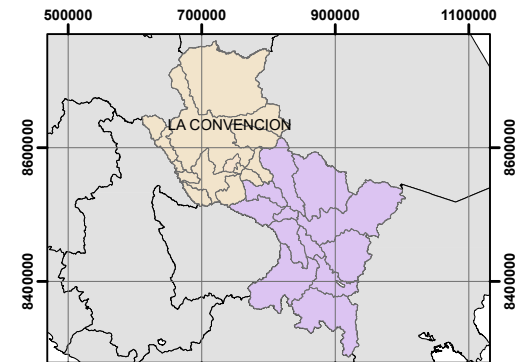
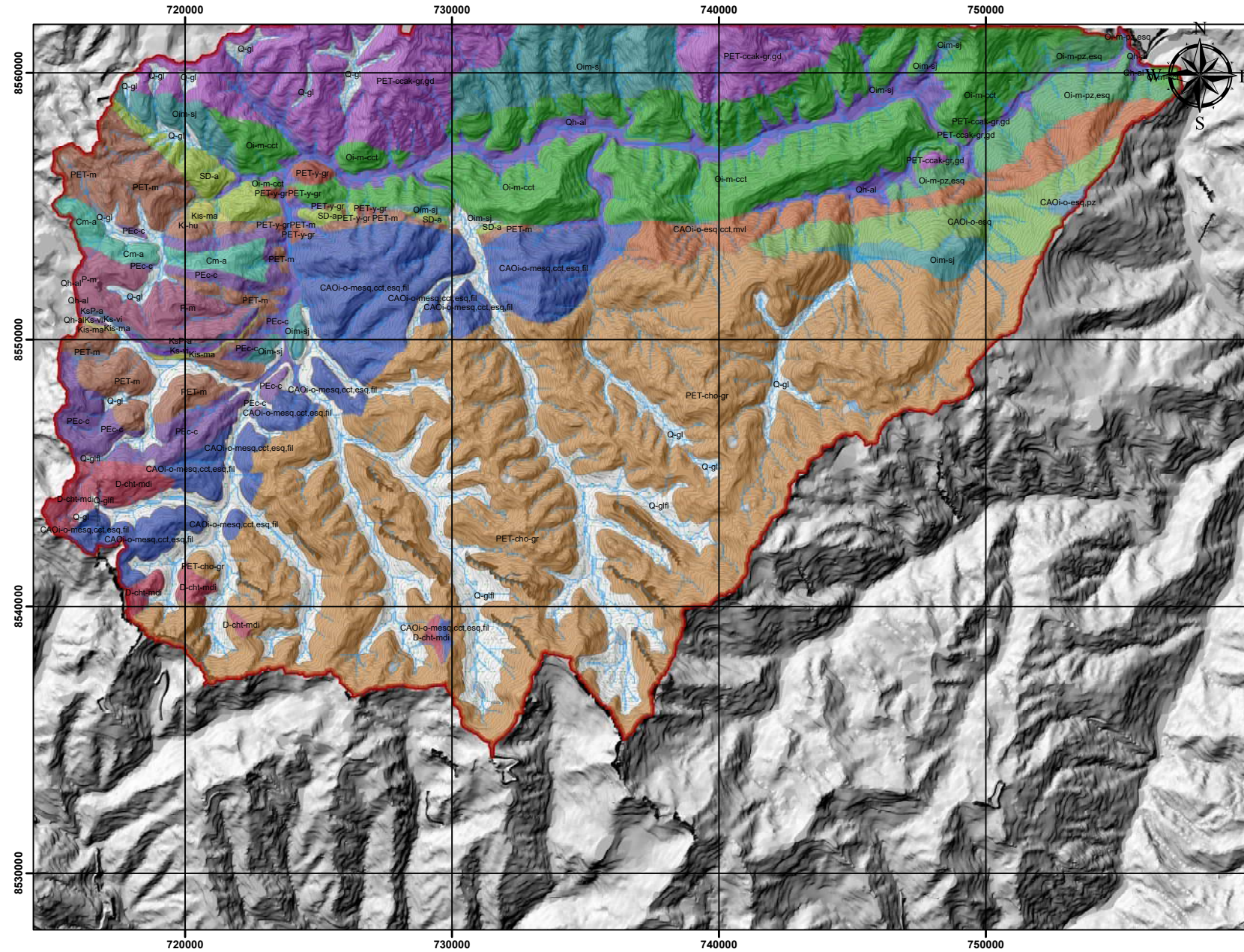
Fuente: Elaboración propia



Imagen N° 8: Bancos de gravas y arenas

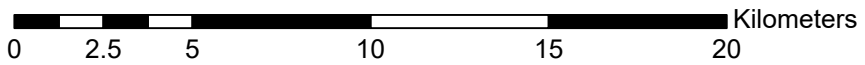
Fuente: Propia

MAPA GEOLOGICO REGIONAL



LEYENDA						
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS		
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Q-gl	deposito glacial	PET-y-gr Intrusivo de Granito	
			Q-glfi	deposito flujo glacial		
			Q-al	deposito aluvial		
	PALEOGENO	OLIGOCENO	Peo-cc	formacion Colpaccasa		
		EOCENO	Pp-qt	formacion Quilque y Chika		
	CRETACEO	PALEOGENO SUPERIOR	Ki-ya	Grupo Hunaypata		
		INFERIOR	Ki-hm	formacion Huancana		
	MESOZOICO	JURASICO	SUPERIOR	Ks-vi		formacion Huambuto
		TRIASICO	INFERIOR	PET-m		Grupo Mibu
		PERMICO	SUPERIOR			
INFERIOR		Pec-c	Grupo Copacabana			
CARBONIFERO	SUPERIOR	Cm-a	Grupo Ambo			
	INFERIOR	SD-a	formacion Quillabamba			
PALEOZOICO	DEVONIANO			D-cht-mdi Intrusivo Monzodioritico		
	SILURIANO	Superior	Or-sg		formacion San Gaban	
	Superior	Or-s	formacion Sandia			
ORDOVICIANO	MEDIO					
	INFERIOR	Olm-sj	Grupo San Jose			
CAMBRIANO		CAOI	Grupo Ollantaytambo			

1:150,000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
 Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo
 ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLPACCASA - SALINAS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO

MAPA GEOLOGICO REGIONAL			
ESCALA:	1/150000	Diseñado por:	Erick G. Leiva Padilla
DATUM:	WGS1984	por:	Marleni Yucra Guillen
FECHA:	Ene-24	UBICACIÓN:	Colpaccasa/Vilcabamba/La Convencion/CUSCO

M-02

2.2.2.7.GEOMORFOLOGIA REGIONAL

➤ CORDILLERA ORIENTAL

"La Cordillera Oriental es una región morfoestructural única que cubre en su mayoría los cuadrángulos de Quillabamba y Machu Picchu. En esta área, predominan rocas metamórficas del Paleozoico inferior, intrusiones paleozoicas y permio-triásicas, así como rocas sedimentarias del Paleozoico superior y, en menor medida, rocas del Meso-Cenozoico. Esta región se divide en la Cordillera de Vilcabamba, la Vertiente Norte, los Valles Transversales, los Valles Intracordilleranos, las Montañas de Mesapelada, el límite sur de la Cordillera Oriental y el límite norte de las Altiplanicies, según el INGEMMET en 1999."

➤ CORDILLERA DE VILCABAMBA

"La Cordillera de Vilcabamba abarca gran parte del cuadrángulo de Machupicchu y la parte suroeste del cuadrángulo de Quillabamba, con límites al suroeste definidos por el río Apurímac y una pendiente pronunciada en esa dirección. Hacia el norte, el relieve disminuye gradualmente hacia la vertiente septentrional de la Cordillera Oriental. Esta región se extiende hacia el este hasta el cuadrángulo de Urubamba (27-r) y hacia el oeste hasta el cuadrángulo de Pacaypata, según el INGEMMET en 1999."

"En términos de su forma, la Cordillera de Vilcabamba se distingue por su topografía escarpada y elevada, dando origen a picos nevados que sobrepasan los 5,000 metros sobre el nivel del mar. Entre ellos, el Nevado Salkantay se destaca como el más prominente, alcanzando una altitud de 6,264 metros sobre el nivel del mar. Geológicamente, esta cordillera está constituida por las rocas más antiguas y altamente deformadas de la región. Entre sus características notables se encuentran las fallas E-0 y el anticlinal de orientación E-0, según el INGEMMET en 1999."

"Los valles glaciares y las morrenas son características sobresalientes de esta unidad, distribuyéndose a lo largo de los nevados. Los valles en forma de U, de extensión media, reciben agua de deshielo durante todo el año, y se destaca la presencia de manantiales en los valles de Aobamba, Sacsara y Santa Teresa. Las pendientes pronunciadas ocasionalmente pueden generar avalanchas, y las áreas más elevadas de las montañas cubiertas de nieve son especialmente notables en términos de altitud." (INGEMMET, 1999, pág. 25-26).

➤ **VERTIENTE NORTE DE LA CORDILLERA DE VILCABAMBA**

"La vertiente septentrional de la Cordillera de Vilcabamba abarca la totalidad del cuadrángulo de Quillabamba, iniciando de manera gradual desde el flanco norte de la cordillera y extendiéndose hasta el cuadrángulo de Timpia (25-q). En esta área, las rocas intrusivas del macizo de Quillabamba que predominan en las zonas altas del declive son paulatinamente reemplazadas por rocas paleozoicas a medida que se desciende desde el norte. La hidrogeología de esta ladera se ve influenciada por los ríos y valles transversales que drenan sus aguas en la cuenca del río Urubamba. En la parte baja, se identifica la denominada Ceja de Selva, ubicada aproximadamente entre los 1,500 y 800 metros sobre el nivel del mar en la región de estudio. Este espacio se caracteriza como una zona de transición entre la Cordillera Oriental y la región Subandina. Su topografía es compleja, presentando una superficie montañosa con quebradas, cerros y laderas, y áreas que van desde pendientes pronunciadas hasta suaves, desarrollando zonas relativamente planas (mesetas) cortadas por los valles transversales (INGEMMET, 1999, pág. 27)."

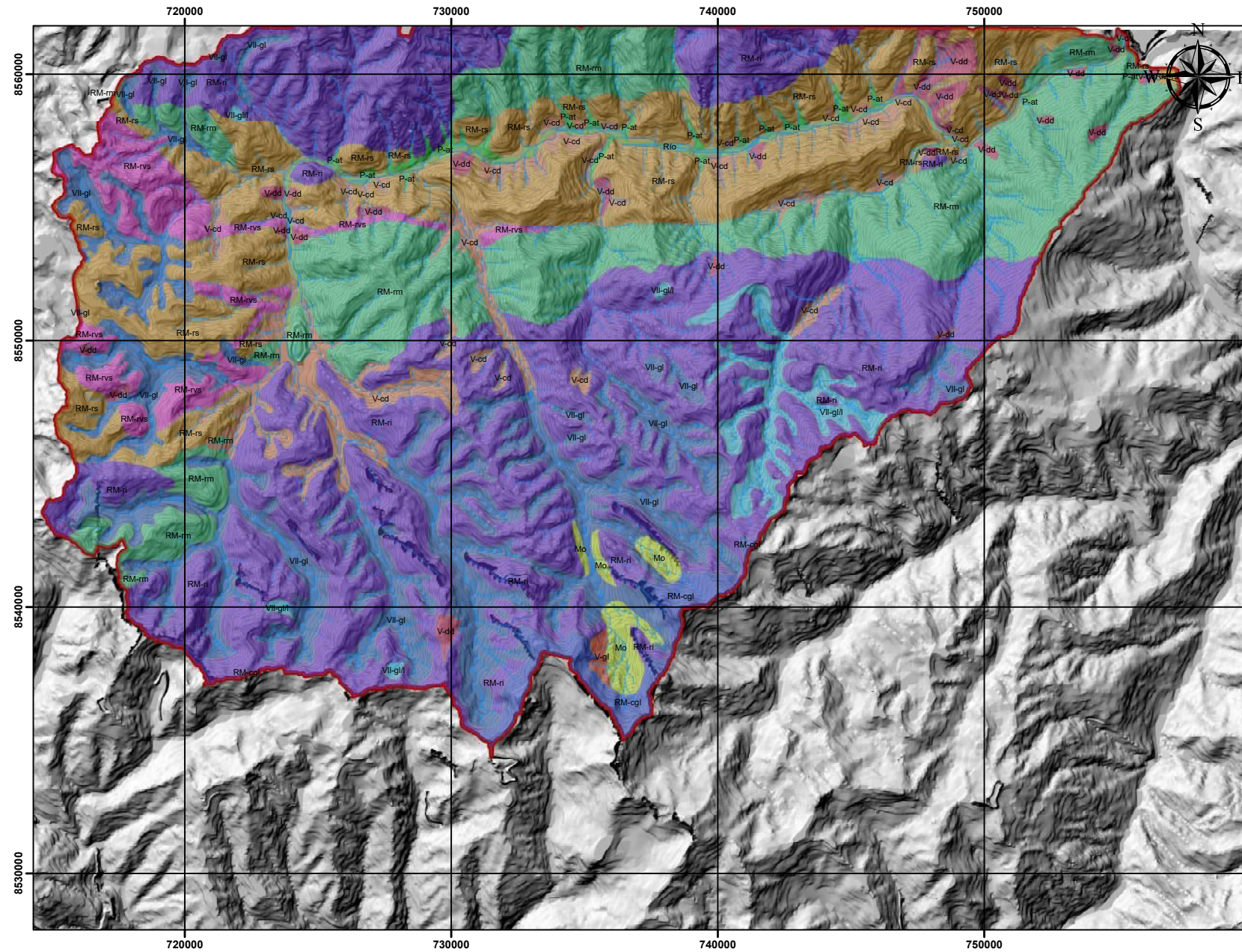
➤ **VALLES TRANSVERSALES DEL RIO VILCABAMBA**

"Los valles transversales se forman debido a una erosión fluvial continua que actúa como canal para el agua que desciende de las montañas. Estos valles se encuentran al norte y noroeste del cuadrángulo de Machupicchu, destacándose por su profundidad y encañonamiento. Sus fuentes están aproximadamente a 4,400 metros sobre el nivel del mar en los nevados Pumasillo y Choquetacampo. Inicialmente, el curso del río fluye de norte a sur y luego cambia hacia el este-oeste hasta su encuentro con el río Urubamba. Estos valles, de tipo juvenil, se han formado sobre rocas intrusivas y metamórficas del Paleozoico inferior (INGEMMET, 1999, pág. 27)."

➤ **VALLES INTERCORDILLERANOS**

"Los valles glaciares y las morrenas son características sobresalientes de esta unidad, distribuyéndose a lo largo de los nevados. Los valles en forma de U, de extensión media, reciben agua de deshielo durante todo el año, y se destaca la presencia de manantiales en los valles de Aobamba, Sacsara y Santa Teresa. Las pendientes pronunciadas ocasionalmente pueden generar avalanchas, y las áreas más elevadas de las montañas cubiertas de nieve son especialmente notables en

MAPA GEOMORFOLOGICO REGIONAL



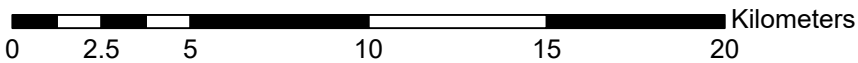
Legenda

—	Curvas de nivel	RM-ri	Montaña en roca intrusiva	V-cd	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial
etiqueta	Mo	RM-rm	Montaña en roca metamorfica	V-dd	Vertiente con deposito de deslizamiento
	P-at	RM-rs	Montaña en roca sedimentaria	V-gd	Vertiente glacial o de deflaccion
	RM-cgl	RM-rvs	Vertiente en roca volcano-sedimentaria	V-gl	Vertiente glacial
	Rio	VII-gl	Valle glaciar	VII-gl/l	Valle glaciar con laguna
					Cuenca_Vilcabamba

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

Mo	Morrenas
P-at	Vertiente o Piedemonte aluvio-torrencial
Rio	Cauce del río
RM-cgl	Montaña con cobertura glaciar
RM-ri	Montaña en roca intrusiva
RM-rm	Montaña en roca metamorfica
RM-rs	Montaña en roca sedimentaria
RM-rvs	Vertiente en roca volcano-sedimentaria
V-cd	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial
V-dd	Vertiente con deposito de deslizamiento
V-gd	Vertiente glacial o de deflaccion
V-gl	Vertiente glacial
VII-gl	Valle glaciar
VII-gl/l	Valle glaciar con laguna

1:150,000



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo			
ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO Y HOROLÓGICO PARA LA CREACIÓN DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLPACCASA - SALINAS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO			
MAPA GEOMORFOLOGICO REGIONAL			
ESCALA:	1/150000	Diseñado por:	Erick G. Leiva Padilla
DATUM:	WGS1984	por:	Marleni Yucra Guillen
FECHA:	Ene-24	UBICACIÓN:	Colpaccasa/Vilcabamba/La Convención/CUSCO
			M-03

términos de altitud (INGEMMET, 1999)."

➤ **MONTAÑAS**

La topografía de la Cuenca de Vilcabamba exhibe una variedad de características, incluyendo montañas con cobertura glaciaria, presencia de rocas sedimentarias, intrusiones de rocas ígneas y formaciones rocosas metamórficas. La cobertura glaciaria se encuentra al norte de nuestro proyecto, ocupando un área promedio de 3.10 km² y con un perímetro de 12.03 km (INGEMMET, 1999, pág. 27).

• **HIDROLOGÍA**

➤ **HUMEDAD ABSOLUTA (UA):**

Cantidad de vapor de agua contenida en un m³ de aire. Puede expresarse en g/m³. (Allen et al., 1998)

➤ **HUMEDAD RELATIVA (UR):**

La relación entre la humedad absoluta y la cantidad de saturación se expresa comúnmente en porcentaje mediante la fórmula: $UR = (UA / \text{cantidad de saturación}) * 100\%$. En esta ecuación, UR representa la Humedad Relativa, UA es la Humedad Absoluta y la cantidad de saturación indica la cantidad máxima de humedad que puede retener el aire en determinadas condiciones. (Allen et al., 1998)

➤ **SATURACIÓN:**

Una masa de aire se considera saturada cuando contiene la máxima cantidad de vapor de agua que puede retener a una determinada temperatura y presión. Si se incrementa la cantidad de vapor de agua, por ejemplo, mediante la cocción, o si se reduce la temperatura del aire, el vapor se condensa y regresa al estado líquido. Este proceso se puede observar cuando se forma condensación, como gotas de agua, en superficies frías alrededor de la masa de aire saturada. (Allen et al., 1998)

➤ **CUENCA HIDROGRAFICA:**

"También conocida como cuenca de drenaje, una cuenca hidrográfica se refiere al territorio que drena sus aguas a través de un único sistema de drenaje natural, ya sea hacia el mar mediante un solo río o hacia un lago endorreico específico. La delimitación de una cuenca hidrográfica se realiza a lo largo de la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. La gestión de los recursos naturales se regula administrativamente dividiendo el territorio en cuencas hidrográficas.

Estas cuencas son unidades morfológicas superficiales, demarcadas por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones, también conocida como 'parteaguas'. Teóricamente, el parteaguas es una línea imaginaria que conecta los puntos de mayor altitud relativa entre dos laderas adyacentes con exposición opuesta, desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto más bajo hipsométricamente. Dentro de las cuencas, se pueden delimitar subcuencas o cuencas de orden inferior." (Quilarte, Roman – 2009)

Características de la cuenca hidrográfica:

- **La curva cota superficie:** "La curva de cota superficie ofrece una evaluación del potencial hidroeléctrico presente en la cuenca."
- **El coeficiente de forma:** "El coeficiente de forma proporciona indicios preliminares sobre la forma de la crecida que la cuenca podría generar."
- **El coeficiente de ramificación:** "El coeficiente de ramificación también proporciona indicaciones preliminares sobre el tipo de crecida que podría ocurrir."

➤ **Elementos de una Cuenca**

- Divisoria de aguas:** La divisoria de aguas, también conocida como *divortium aquarum*, es una línea que marca el límite de una cuenca hidrográfica. Esta línea separa una cuenca de las cuencas vecinas, ya que el agua que precipita a cada lado de la divisoria generalmente fluye hacia ríos diferentes (Quilarte, Roman, 2009)
- El río principal:** Este se caracteriza por tener el caudal de agua más alto (ya sea medio o máximo), la mayor longitud o el área de drenaje más extensa. Los términos "río principal" y "nacimiento del río" son relativos y subjetivos, al igual que la distinción entre río principal y afluentes. Sin embargo, en la mayoría de las cuencas hidrográficas, existe un río principal claramente definido desde su desembocadura hasta cerca de la divisoria de aguas. El curso del río se divide en tres secciones principales: el curso superior, ubicado en las áreas más elevadas, donde la erosión es principalmente vertical; el curso medio, donde el río comienza a serpentear y ensanchar su valle; y el curso inferior, en las zonas más bajas de la cuenca, donde la fuerza del caudal

disminuye y los materiales sólidos se depositan, formando llanuras aluviales o valles. (Quilarte, Roman, 2009)

- c. **Los afluentes:** "Son los ríos secundarios que desembocan en el río principal. Cada afluente tiene su propia cuenca, conocida como 'subcuenca'" (Quilarte, Roman, 2009).
- d. **El relieve de la cuenca:** "Incluye los valles principales y secundarios, así como las formas de relieve mayores y menores y la red fluvial que conforma la cuenca. Comprende montañas, flancos, quebradas, valles y mesetas" (Quilarte, Roman, 2009).
- e. **Las obras humanas:** Estas son intervenciones antropogénicas, construcciones realizadas por el ser humano en la cuenca, que pueden incluir viviendas, ciudades, campos de cultivo, obras para riego, generación de energía y vías de comunicación. La actividad humana puede tener impactos significativos en la cuenca, afectando los recursos y aumentando el riesgo de desastres como inundaciones en las áreas bajas (Quilarte, Roman, 2009)

➤ **Tipos de cuencas**

- **Exorreicas:** "Estas cuencas drenan sus aguas hacia el mar u océano. Un ejemplo representativo es la cuenca del Plata en Sudamérica" (Quilarte, Roman, 2009).
- **Endorreicas:** "Caracterizadas por desembocar en lagos, lagunas o salares que no tienen una conexión fluvial directa con el mar. Un ejemplo es la cuenca del río Desaguadero en Bolivia" (Quilarte, Roman, 2009).
- **Arreicas:** "En estas cuencas, las aguas se evaporan o se filtran en el terreno antes de dirigirse hacia una red de drenaje. Los arroyos, aguadas y cañadones de la meseta central patagónica son ejemplos de cuencas arreicas, ya que no desembocan en ríos o cuerpos de agua significativos" (Quilarte, Roman, 2009).

**CAPITULO III:
GEOMORFOLOGIA
LOCAL, GEOLOGIA
LOCAL Y
TOPOGRAFIA**

CAPITULO III: GEOMORFOLOGIA LOCAL, GEOLOGIA LOCAL Y TOPOGRAFIA

3.1.GEOMORFOLOGIA LOCAL

El análisis de pendientes en la zona de estudio se consideró junto con la identificación de las unidades geomorfológicas dentro de este punto.

3.1.1. Unidades Geomorfológicas

- **Montaña en roca sedimentaria**

Esta unidad geomorfológica se encuentra en rocas sedimentarias, con una pendiente entre 8% a 25% predominante, pero existen zonas donde las pendientes llegan a ser mayor a 75%. En la zona de estudio se pueden hallar casi en toda el área, siendo más considerable al SW de la misma, tiene una extensión de 747.68 hectáreas. Cabe resaltar que todo el eje de la carretera se encuentra dentro de esta unidad.



*Imagen N° 9: Vista de montaña en roca sedimentaria de la zona de estudio
Fuente: Fuente propia*

- **Vertiente en roca volcano – sedimentaria**

En esta unidad geomorfológica se encuentra en rocas volcano sedimentarias, se encuentran en pendientes entre 15% a 25% y por zonas puede llegar hasta 75%, en la zona de estudio se pueden hallar escasamente en la parte N y E, tienen una extensión de 59.99 hectáreas.



*Imagen N° 10: Vista de vertiente en roca volcánico – sedimentaria correspondiente a las partes más elevadas
Fuente: Fuente propia*

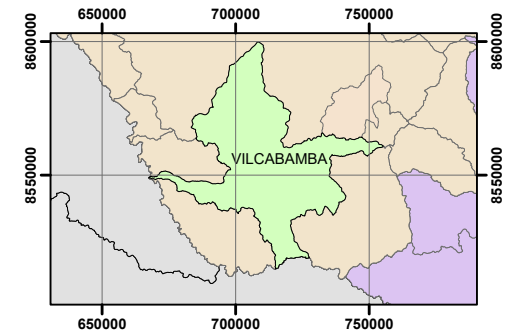
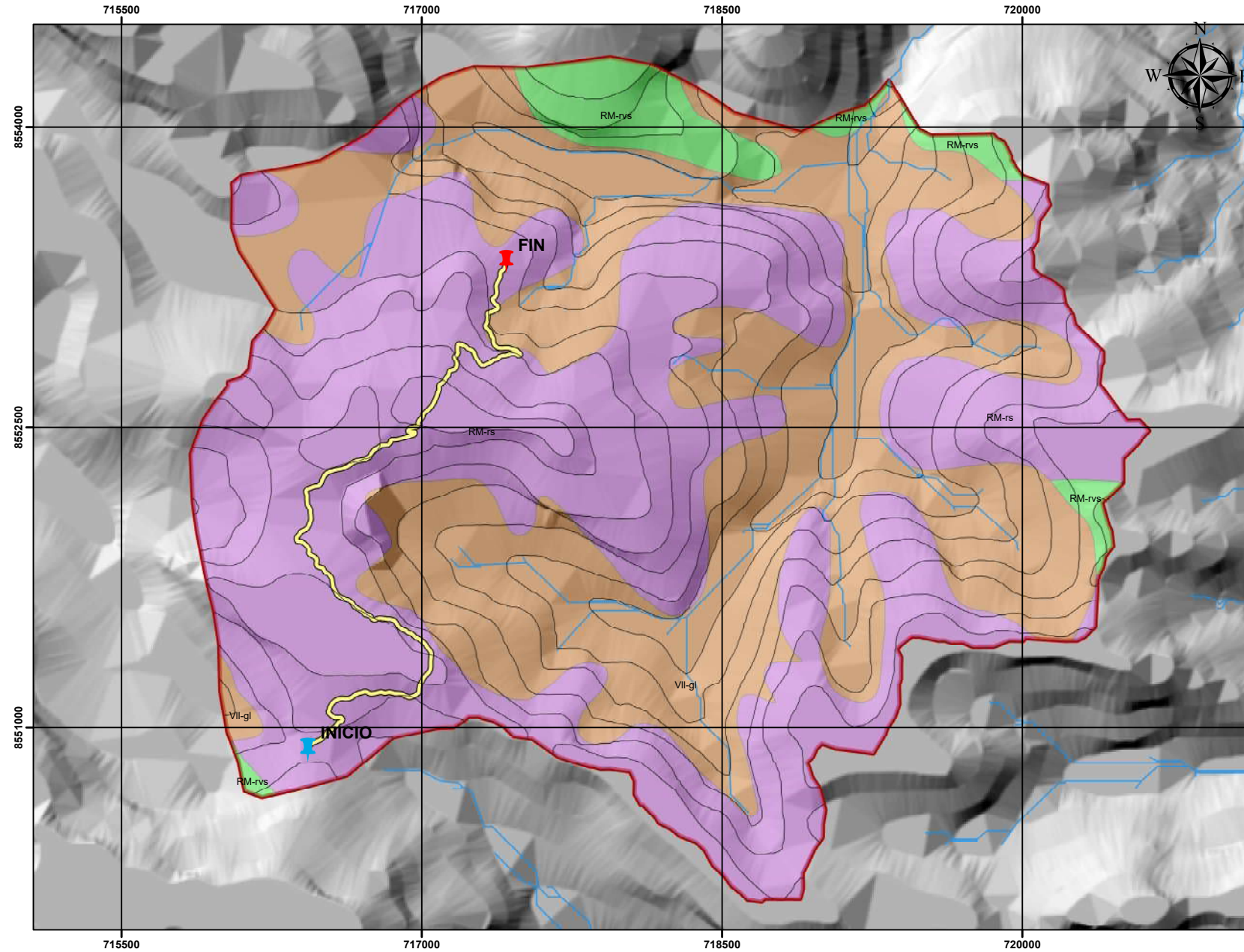
- **Valle glaciar**

En esta unidad geomorfológica se encuentran pendientes entre 15% a 50%, es la segunda unidad geomorfológica más predominante en la zona de estudio ya que abarca un 570.03 hectáreas.

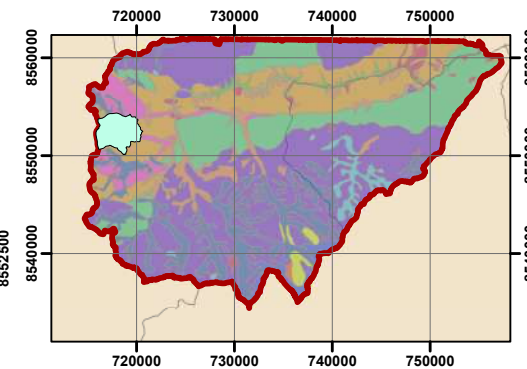


*Imagen N° 11: Vista de valle glaciar presentes en gran porcentaje en el área de estudio
Fuente: Fuente propia*

MAPA GEOMORFOLOGICO LOCAL



UBICACIÓN HIDROLÓGICA



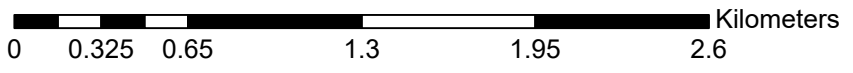
SIMBOLOGIA

- FIN
 - INICIO
 - EJE DE CARRETERA
- geomorf_interc**
- etiqueta**
- RM-rs
 - RM-rvs
 - VII-gl

UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

RM-rs	Montaña en roca sedimentaria
RM-rvs	Vertiente en roca volcano-sedimentaria
VII-gl	Valle glaciar

1:20,000



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
	Tesis para Oportar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo		
ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO E HIDROLÓGICO PARA LA CREACIÓN DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLAPACASA - SAJUNOS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN- DEPARTAMENTO DEL CUSCO			
MAPA GEOMORFOLOGICO LOCAL			
ESCALA:	1/200000	Diseñado por:	Erick G. Leiva Padilla
DATUM:	WGS1984	por:	Marleni Yucra Guillen
FECHA:	Ene-24	UBICACIÓN:	Collpaccasa/Vilcabamba/La Convencion/CUSCO
			M-04

NOMBRE	UNIDAD GEOMORFOLOGICA	AREA (ha)	INFLUENCIA (%)
RM-rs	Montaña en roca sedimentaria	747.68	54.27%
RM-rvs	Montaña en roca volcano-sedimentaria	59.99	4.35%
VII-gl	Valle glaciar	570.03	41.38%
TOTAL		1377.70	100.00%

Tabla N° 8: Resumen de unidades geomorfológicas presentes en la zona de estudio con su porcentaje de influencia
Fuente: Elaboración propia

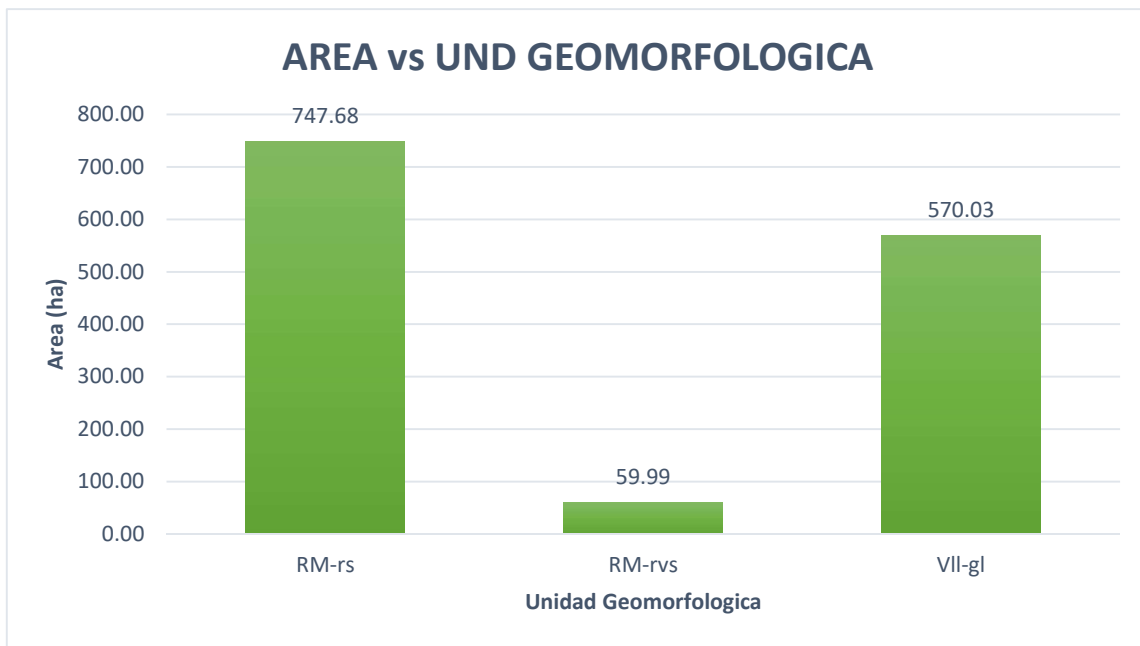


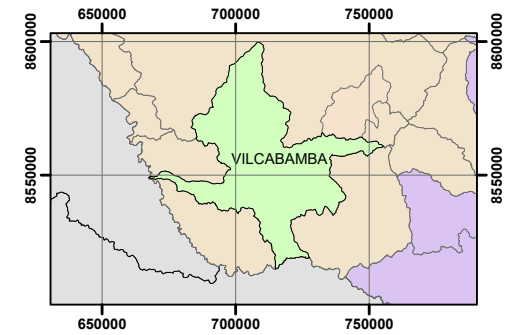
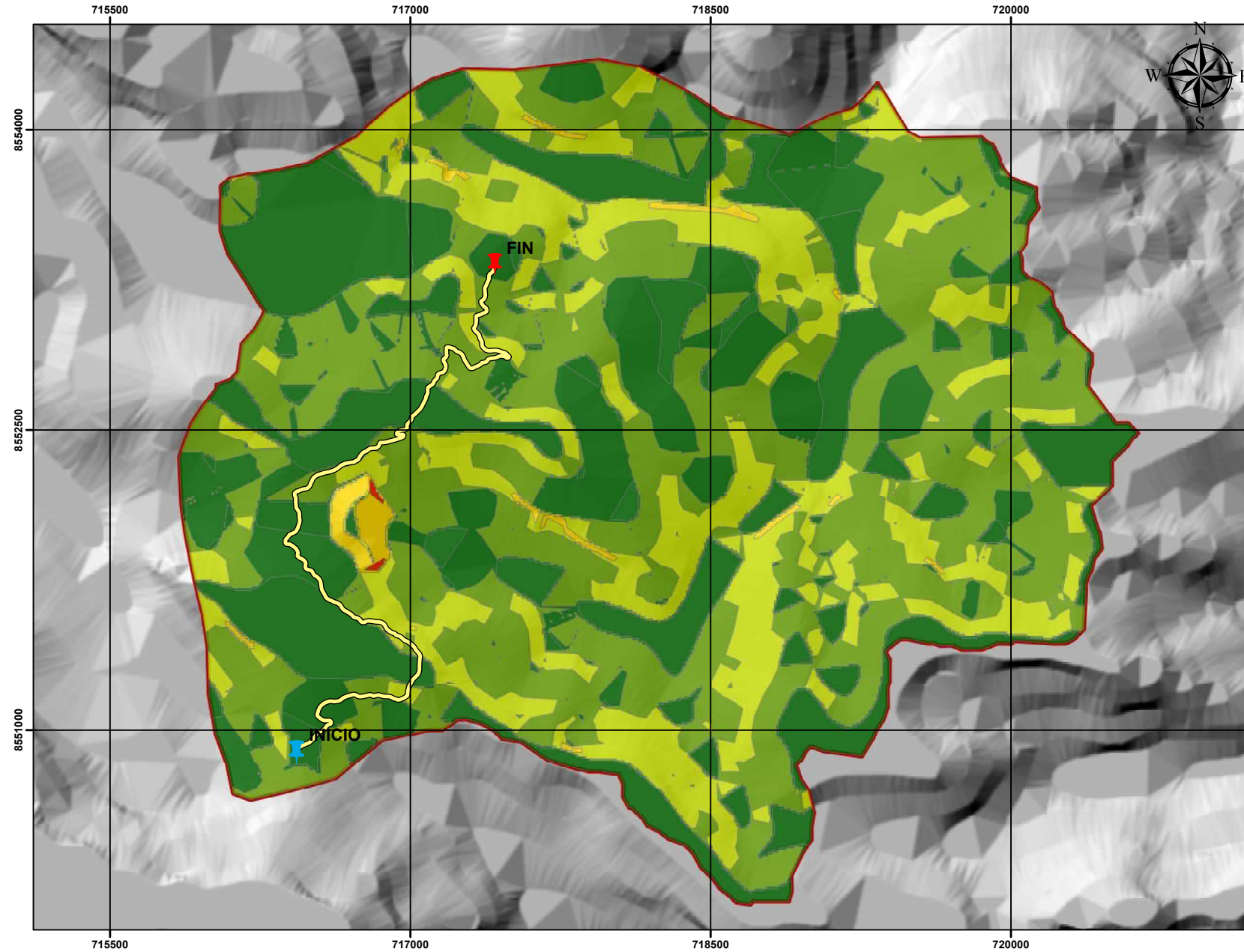
Tabla N° 9: Gráfico de Área vs Geomorfología de la zona de estudio
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla y al gráfico anterior se puede concluir en que en la intercuenca Collpaccasa predomina principalmente las unidades de Montaña en roca sedimentaria, ya que posee una extensión de área de 747.68 ha, teniendo una influencia del 54.27% con respecto al área total, cabe resaltar que el eje principal de la carretera se encuentra en esta unidad.

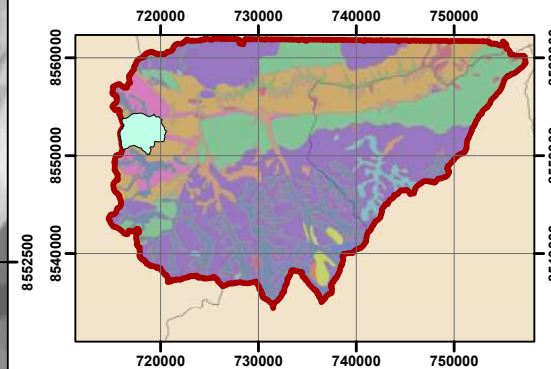
3.1.2. Análisis de Pendientes

Principalmente se obtuvo el mapa de pendientes generado a partir de softwares, teniendo así el resumen de las pendientes encontradas:

MAPA DE PENDIENTES



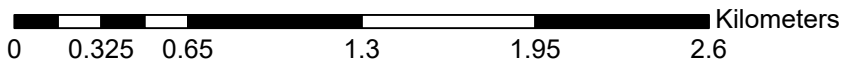
UBICACIÓN HIDROLÓGICA



SIMBOLOGIA	
	EJE DE CARRETERA
DESCRIP	
	0-8%
	8%-15%
	15%-25%
	25%-50%
	50%-75%
	>75%

PENDIENTES DE LA CUENCA COLLPACASA	
8%-15%	Fuertemente Inclinada
15%-25%	Moderadamente Empinada
25%-50%	Empinada
50%-75%	Fuertemente Empinada
>75%	Escarpada

1:20,000



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
	Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo "ESTUDIOS HIDROLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VEJINAL RAMAL COLLPACASA - SALINAS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO"		
MAPA DE PENDIENTES			
ESCALA:	1/200000	Diseñado:	Erick G. Leiva Padilla
DATUM:	WGS1984	por:	Marleni Yucra Guillen
FECHA:	Ene-24	UBICACIÓN:	Collpaccasa/Vilcabamba/La Convencion/CUSCO

M-06

% PENDIENTE	DESCRIPCION	AREA (ha)	INFLUENCIA (%)
0% - 8%	Inclinado	307.51	22.32%
8% - 15%	Fuertemente Inclinada	207.72	15.08%
15% - 25%	Moderadamente Empinada	561.86	40.78%
25% - 50%	Empinada	284.46	20.65%
50% - 75%	Fuertemente Empinada	15.63	1.13%
>75%	Escarpada	0.53	0.04%
TOTAL		1377.70	100.00%

Tabla N° 10: Resumen de pendientes presentes en la zona de estudio con su porcentaje de influencia
Fuente: Elaboración propia

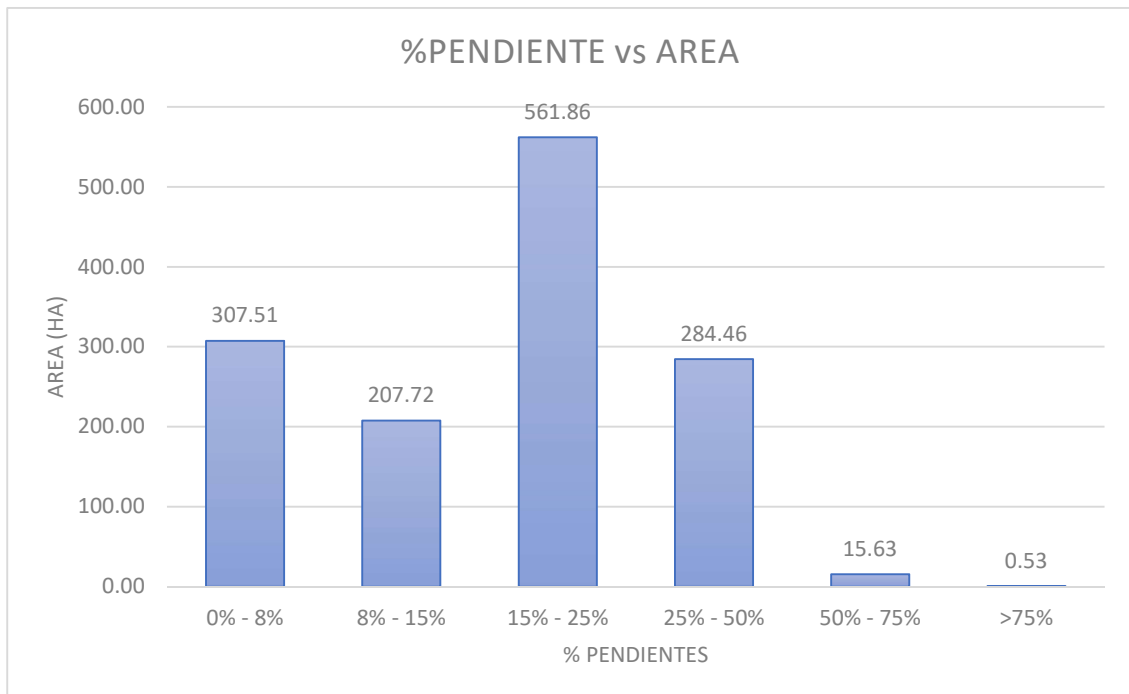


Tabla N° 11: Gráfico de % pendiente vs área de la zona de estudio
Fuente: Elaboración propia

De la tabla y el gráfico anterior se llega a la conclusión de que las pendientes predominantes en la zona de estudio son las moderadamente empinadas (15% - 25%) abarcando gran extensión del área, teniendo en total 561.86 ha de área, siendo una incidencia de 40.78% con respecto al área total de la intercuenca Collpaccasa.

3.2.GEOLOGIA LOCAL

3.2.1. Estratigrafía local

3.2.1.1. Formación Muñani (P-m)

En esta unidad litoestratigrafía esta litológicamente conformada por areniscas feldespáticas con tonalidades rojas altamente friables, con intercalación de lutitas de color rojizas pardas, además que en sectores se puede apreciar limoarcillitas rojizas. Aflora al NW del C.P. de Vilcabamba y al NNW de la comunidad de Collpaccasa. Estadísticamente hablando corresponde a un 46.52% de la extensión total de la intercuenca Collpaccasa, correspondiente a 640.88 ha de área.



*Imagen N° 12: Vista de la formación Muñani presentes en grandes paquetes, dentro de la zona de estudio
Fuente: Fuente propia*



*Imagen N° 13: Medición del rumbo y buzamiento de las formaciones encontradas
Fuente: Fuente propia*

3.2.1.2. Grupo Ambo (Cm-a)

En esta unidad litoestratigráfica esta litológicamente conformada por conglomerados con clastos volcánicos y con matriz soportada de limo arcilla aflora al NW del C.P. de Vilcabamba y al NNW de la comunidad de Collpaccasa. Estadísticamente hablando corresponde a un 34.62% de la extensión total de la intercuenca Collpaccasa, correspondiente a 476.89 ha de área



*Imagen N° 14: Vista de conglomerados con clastos sub angulosos de origen volcánico propios del Grupo Ambo
Fuente: Fuente propia*



*Imagen N° 15: Vista del Grupo Ambo
Fuente: Fuente propia*

3.2.1.3. Depósitos Fluvio Glaciares (Qh-fl)

Aflora al NE Y NW de la Comunidad de Collpaccasa, litológicamente se encuentra compuesta por gravas con arenas en matriz limo arenosos, arenas y materiales residuales no consolidados, dicha litoestratigrafía se usa principalmente para la agricultura. Estadísticamente hablando corresponde a un 16.99% de la extensión total de la intercuenca Collpaccasa, correspondiente a 234.02 ha de área.



*Imagen N° 16: Vista depósitos Fluvio Glaciares
Fuente: Fuente propia*



*Imagen N° 17: Vista panorámica de los depósitos Fluvio-glaciares
Fuente: Fuente propia*

3.2.1.4. Formación Collpaccasa (KsP-cc)

Aflora al SSW de la intercuenca Collpaccasa, litológicamente se encuentra compuesta por areniscas cuarzosas con lodolitas rojizas. Estadísticamente hablando corresponde a un 1.88% de la extensión total de la intercuenca Collpaccasa, correspondiente a 25.90 ha de área.



*Imagen N° 18: Presencia de areniscas feldespáticas con intercalación de lutitas rojas propias de la formación Collpaccasa
Fuente: Fuente propia*

3.2.2. Geología Estructural

3.2.2.1. Fallas Inversas

La segunda falla inversa tiene dirección NWW – SE, cruza perpendicularmente al eje de la carretera casi al finalizar el trazo de la carretera.



*Imagen N° 19: Presencia de falla inversa en el área de trabajo
Fuente: Fuente propia*



*Imagen N° 20: Presencia de falla inversa en el área de trabajo
Fuente: Fuente propia*

3.2.2.2.Eje de Sinclinal

Se identificó un eje de anticlinal en la parte inferior de la zona de estudio, se encuentra antes de iniciar el eje de la carretera. Para un mejor entendimiento y comprensión se realizó una sección geológica, para determinar el estado de las unidades litoestratigráficas descritas.



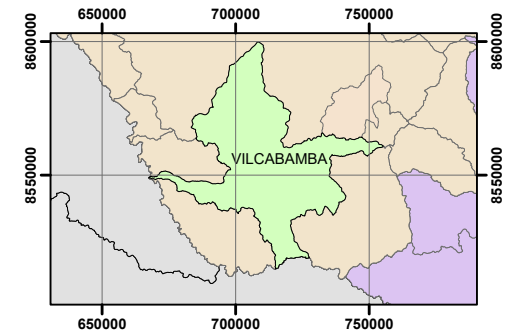
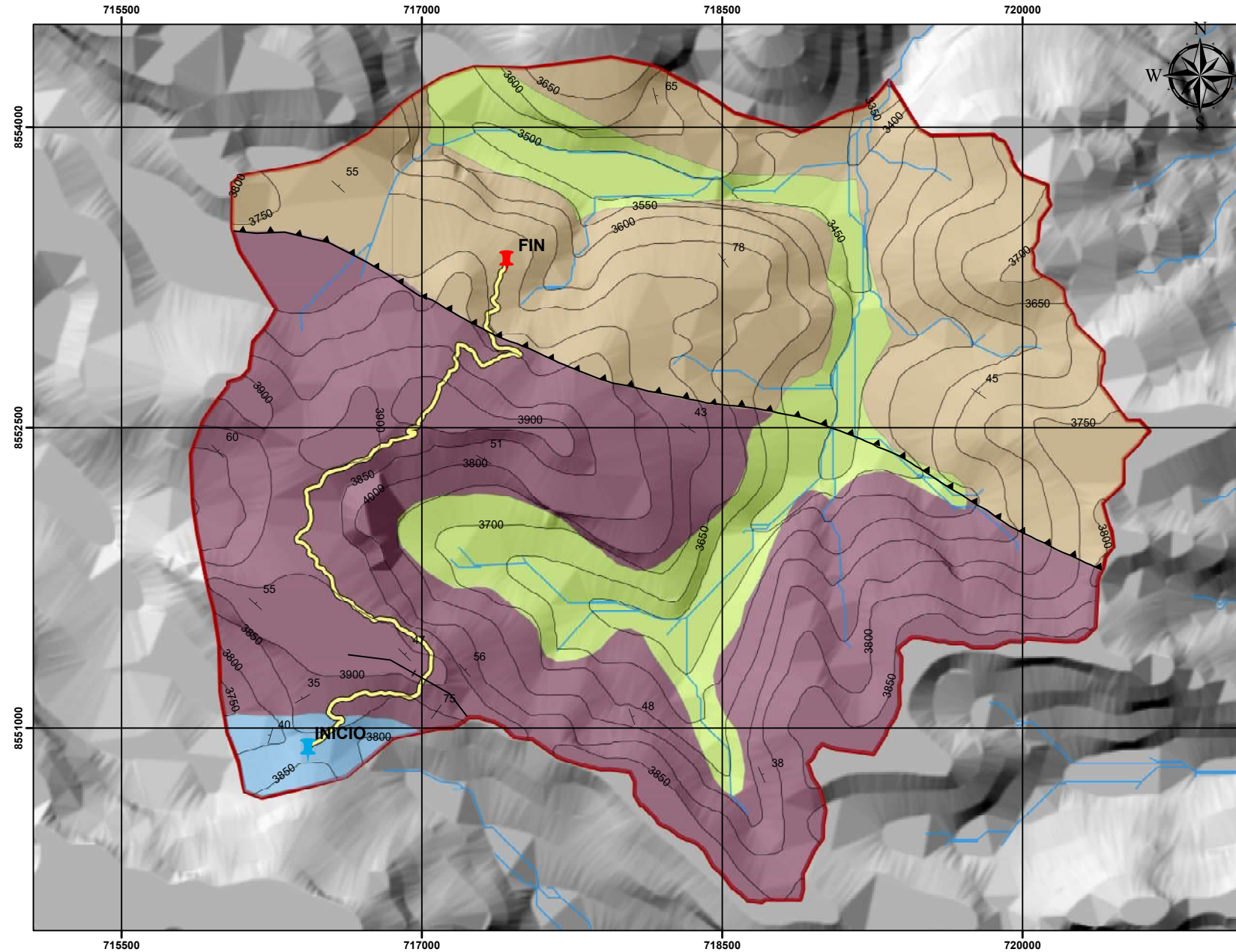
*Imagen N° 21: Presencia de pliegues tipo sinclinal, se observa el eje presente en el área de trabajo
Fuente: Fuente propia*

De acuerdo a la evaluación en campo realizada se obtuvieron los siguientes datos:

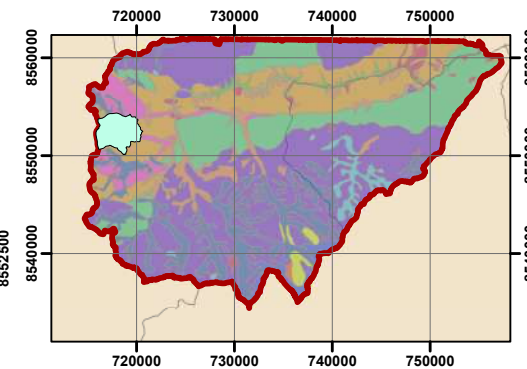
ITEM	COORDENADAS			AZIMUT	BUZAMIENTO	DESCRIPCION
	X	Y	Z			
1	716419.754	8550865.03	3825.31	N 230°	42° NW	Presencia de areniscas cuarzosas con lodolitas rojizas
2	716237.771	8550965.6	3826.41	N 243°	40°NW	Presencia de areniscas cuarzosas con lodolitas rojizas
3	716400.598	8551152.37	3875.25	N 251°	35° NW	Presencia de areniscas cuarzosas con lodolitas rojizas
4	716170.725	8551420.56	3876.49	N 220°	51° NW	Presencia de areniscas cuarzosas con lodolitas rojizas
5	716534.691	8551449.29	3877.56	N 210°	45° NW	Presencia de areniscas cuarzosas con lodolitas rojizas
6	716122.835	8551985.66	3800.36	N 218°	48° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
7	716141.991	8551066.17	3879.89	N 198°	51° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
8	716774.025	8551265.4	3852.69	N 197°	38° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
9	716918.515	8551370.84	3844.03	N 199°	47° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
10	717219.21	8551292.74	3903.21	N 192°	56° NE	Presencia lutitas pardas rojizas
11	717066.91	8551085.77	3908.56	N 203°	75° NE	Presencia lutitas pardas rojizas
12	716883.369	8551031.1	3911.18	N 214°	60° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
13	716172.635	8551624.68	3900.45	N 221°	55° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
14	716617.82	8551495.81	3902.48	N 230°	39° NE	Presencia lutitas pardas rojizas
15	717609.723	8551015.48	3875.97	N 218°	50° NE	Presencia lutitas pardas rojizas
16	716461.614	8552569.72	3885.41	N 191°	63° NE	Presencia lutitas pardas rojizas
17	715985.188	8552386.18	3857.74	N 210°	60° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
18	716688.112	8551968.33	3884.24	N 218°	42° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
19	717312.933	8552347.13	3844.25	N 309°	51° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
20	717851.841	8552194.83	3835.82	N 306°	45° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
21	718054.908	8551058.43	3830.86	N 210°	48° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
22	718890.606	8551304.46	3827.78	N 218°	51° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
23	718703.16	8550769.45	3824.56	N 198°	38° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
24	719538.858	8552081.58	3820.41	N 197°	38° NE	Presencia lutitas pardas rojizas
25	718332.172	8552503.33	3817.63	N 199°	43° NE	Presencia lutitas pardas rojizas
26	716901.157	8553058.72	3811.45	N 192°	42° NE	Presencia lutitas pardas rojizas
27	716315.619	8553364.4	3804.75	N 203°	35° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
28	716251.038	8553558.15	3801.22	N 193°	55° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
29	716586.861	8553708.84	3799.89	N 183°	55° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
30	717073.374	8553441.9	3795.18	N 188°	50° NE	Presencia de areniscas friable con limoarcillitas
31	716612.694	8553373.01	3791.08	N 186°	43° NW	FALLA INVERSA
32	718619.021	8552598.04	3789.78	N 201°	38° NW	FALLA INVERSA
33	719914.953	8552016.8	3784.27	N° 268°	52° NW	FALLA INVERSA
34	719785.791	8552675.53	3781.18	N 217°	45° NE	Presencia de areniscas feldespaticas color rojizo
35	719755.653	8553269.68	3781.86	N 193°	60° NE	Presencia de areniscas feldespaticas color rojizo
36	718511.385	8553338.57	3789.24	N 183°	78° NE	Presencia de areniscas feldespaticas color rojizo
37	718145.424	8553273.99	3791.56	N 188°	65° NE	Presencia de areniscas feldespaticas color rojizo
38	718171.257	8554156.6	3798.58	N 186°	65° NE	Presencia de areniscas feldespaticas color rojizo
39	717413.502	8553657.17	3802.15	N 201°	73°NE	Presencia de areniscas feldespaticas color rojizo
40	719613.574	8553734.67	3805.42	N 190°	78° NE	Presencia de areniscas feldespaticas color rojizo

Tabla N° 12: Tabla de los datos obtenidos a partir del trabajo en campo
Fuente: Elaboración propia

MAPA GEOLOGICO LOCAL



UBICACIÓN HIDROLÓGICA



SIMBOLOGIA

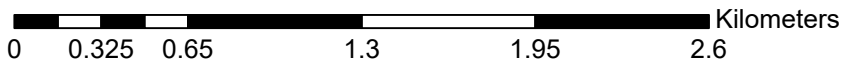
- INICIO (Blue arrow)
- FIN (Red arrow)
- pleg_inter (Black line with triangles)
- fallas_inter (Black line with triangles)
- EJE DE CARRETERA (Yellow line)

LITOLOGIA
Geología Local

- Cm-a (Light blue)
- Kis-ma (Light green)
- Ks-vi (Light purple)
- KsP-cc (Light blue)
- P-m (Light purple)
- PET-m (Light green)
- PEC-c (Light purple)
- Q-gl (Light green)
- Q-glfl (Light green)
- Qh-al (Light purple)

LEYENDA			UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	
CUATERNARIO	HOLOCENO	Q-gl	Deposito glacial
		Q-glfl	Deposito flujo glacial
		Q-al	Deposito aluvial
CENOZOICO	OLIGOCENO	Peo-cc	Formación Ccolpaccasa
		Peo-cc	Formación Quilque y Chilca
		Peo-cc	Formación Yuncaypata
PALEOGENO	EOCENO	Pp-qc	Formación Huancané
		Pp-qc	Formación Huancané
		Pp-qc	Formación Huancané
MESOZOICO	CRETACEO	Ki-hm	Formación Huambutto
		Ki-hm	Formación Huambutto
		Ki-hm	Formación Huambutto
PERMICO	SUPERIOR	Ks-vi	Formación Muñani
		Ks-vi	Formación Muñani
		Ks-vi	Formación Muñani
CARBONIFERO	SUPERIOR	P-m	Grupo Copacabana
		P-m	Grupo Ambo
		P-m	Grupo Ambo
PALEOZOICO	DEVONIANO	Cm-a	Formación Quillabamba
		Cm-a	Formación Quillabamba
		Cm-a	Formación Quillabamba
ORDOVICIANO	SUPERIOR	SD-q	Formación San Gaban
		SD-q	Formación Sandia
		SD-q	Formación Sandia
CAMBRIANO	MEDI	Os-sg	Formación San José
		Os-sg	Formación San José
		Os-sg	Formación San José
CAMBRIANO	INFERIOR	Dim-sj	Grupo Ollantaytambo
		Dim-sj	Grupo Ollantaytambo
		Dim-sj	Grupo Ollantaytambo
CAMBRIANO	CAOI	CAOI	Grupo Ollantaytambo
		CAOI	Grupo Ollantaytambo
		CAOI	Grupo Ollantaytambo

1:20,000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA
Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo
"ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECTONICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLPACCASA - SALINAS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO"

MAPA GEOLOGICO LOCAL

ESCALA:	1/20000	Diseñado por:	Erick G. Leiva Padilla
DATUM:	WGS1984	por:	Marleni Yucra Guillen
FECHA:	Ene-24	UBICACIÓN:	Collpaccasa/Vilcabamba/La Convencion/CUSCO

M-05

A partir del mapa geológico planteado, se realiza la sección geológica de SW – NE, para entender los eventos geológicos ocurridos en la zona de estudio.

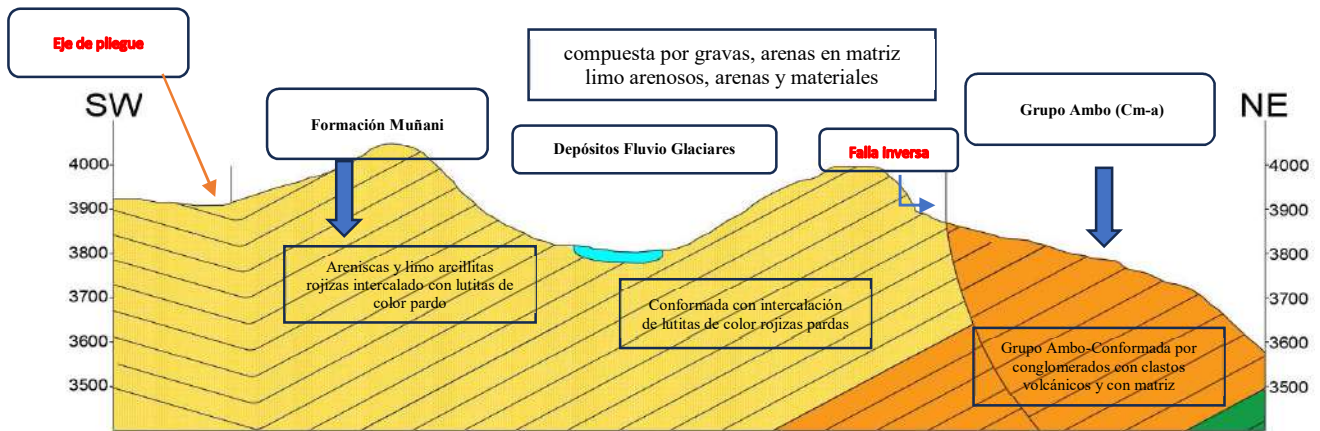


Imagen N° 22: Sección geológica del mapa geológico obtenido a partir del trabajo en campo
Fuente: Fuente propia

3.3.TOPOGRAFÍA

3.3.1.1.Altitud media del Área de Trabajo

El área del proyecto se encuentra ubicada sobre la cota 3300 m.s.n.m como mínimo y una cota de 4000 en la zona más alta correspondiente al eje del camino vecinal y a la intercuenca Collpaccasa.

3.3.1.2.Recopilación de información

Para el desarrollo del estudio se ha recopilado información cartográfica de las siguientes instituciones:

- Vista satelital mediante el programa Google Earth.
- Carta Geológica Nacional, escala 1:50000.

3.3.1.3.Trabajo de campo

3.1.1.1.Red de Control Horizontal

Para los trabajos de campo se establecieron los puntos de control BM-01 y BM 02 ubicados un cerro dentro de la zona de estudio y demarcados con pintura látex sobre las rocas fijas. El levantamiento topográfico fue realizado con coordenadas absolutas con lecturas en los BM-01 con el GPS navegador que luego es proceso de gabinete se ajustara estos dos puntos así como todos los puntos del levantamiento topográfico con información secundaria más precisa disponible, al punto BM-01 las coordenadas

UTM en el datum horizontal WGS-84 obtenidas con el GPS Garmin, para el levantamiento del eje trazado carretera, luego se estacionó en este punto y se orientó el equipo topográfico (Estación Total) con el segundo punto BM-02 Ubicado sobre la piedra fija.



Imagen N° 23: Vista del estacionamiento de la estación total para el levantamiento topográfico.
Fuente: Elaboración Propia

Con la estación inicial orientada y la poligonal base bien definida se procedió al levantamiento topográfico general de la zona del proyecto, tomando detalles como ubicación de carretera existentes, y los detalles topográficos del terreno trazado para la apertura del camino vecinal tomando en cuenta el relleno de 3 a 10 metros en ambos lados de acuerdo a la topografía y acceso del personal primero a zonas accesibles como ríos, caminos de herradura, rocas y muchas cosas que podemos encontrar en la zona de trabajo.



Imagen N° 24: Punto de Cambio del levantamiento topográfico

Fuente: Propio

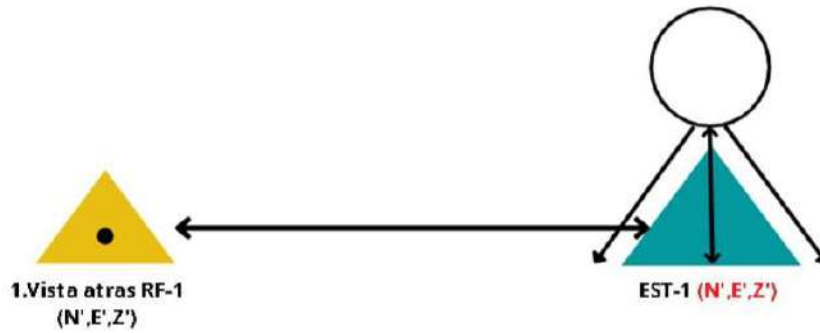


Imagen N° 25: Método de levantamiento topográfico
Fuente: Manual de Carreteras, 2011

3.1.1.2.Red de Control Vertical

El propósito de la red de control vertical en un levantamiento topográfico es establecer puntos de referencia que estén estratégicamente distribuidos en el terreno. Estos puntos sirven como puntos iniciales y finales para los circuitos de nivelación utilizados en la recopilación de detalles topográficos. Además, estos puntos de referencia son fundamentales para trabajos futuros, proporcionando una base sólida y consistente para cualquier actividad adicional en la zona levantada. La "Estación Total" nos permite el levantamiento de puntos con coordenadas, así como llevar un control de la altitud de la cota de cada coordenada. Con ellos se desarrollan las curvas de nivel y ahí mismo, al momento de realizar las lecturas, se puede verificar variaciones de altitud y se corrigen ahí mismo con otra lectura en el punto. Cabe señalar que este proceso se realiza en los puntos de cambio, mas no en rellenos.

3.1.1.3.Puntos de Control

Los puntos de control o BM's iniciales "BM 01" y "BM 02" han sido colocados en piedras fijas en el punto de control, debidamente demarcadas con pintura para su identificación

EST	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
BM2	8550759.702	716500.1606	3857.992	PC
BM1	8552408.229	716809.798	3877.706	PC

Tabla N° 13: Cuadro de Puntos de cambio dados
Fuente: Elaboración propia



Imagen N° 26: Armado de la estación total para el inicio de la toma de datos
Fuente: Elaboración propia



Imagen N° 27: Trabajos de levantamiento topográfico con la estación total Topcom
Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. Trabajos en gabinete

3.1.2.1. Procesamiento de datos

Durante y una vez concluido el trabajo de campo en topografía, se realizó el procesamiento de la información topográfica en el gabinete para elaborar planos topográficos a la escala correspondiente, con una equidistancia de curvas de 5.0 metros. Los trabajos en el gabinete comprendieron principalmente:

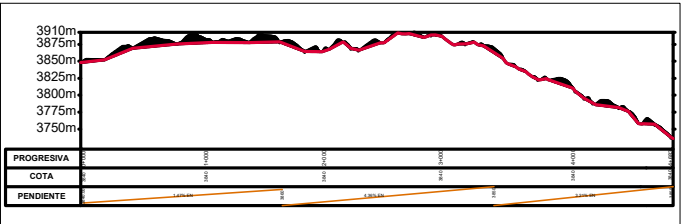
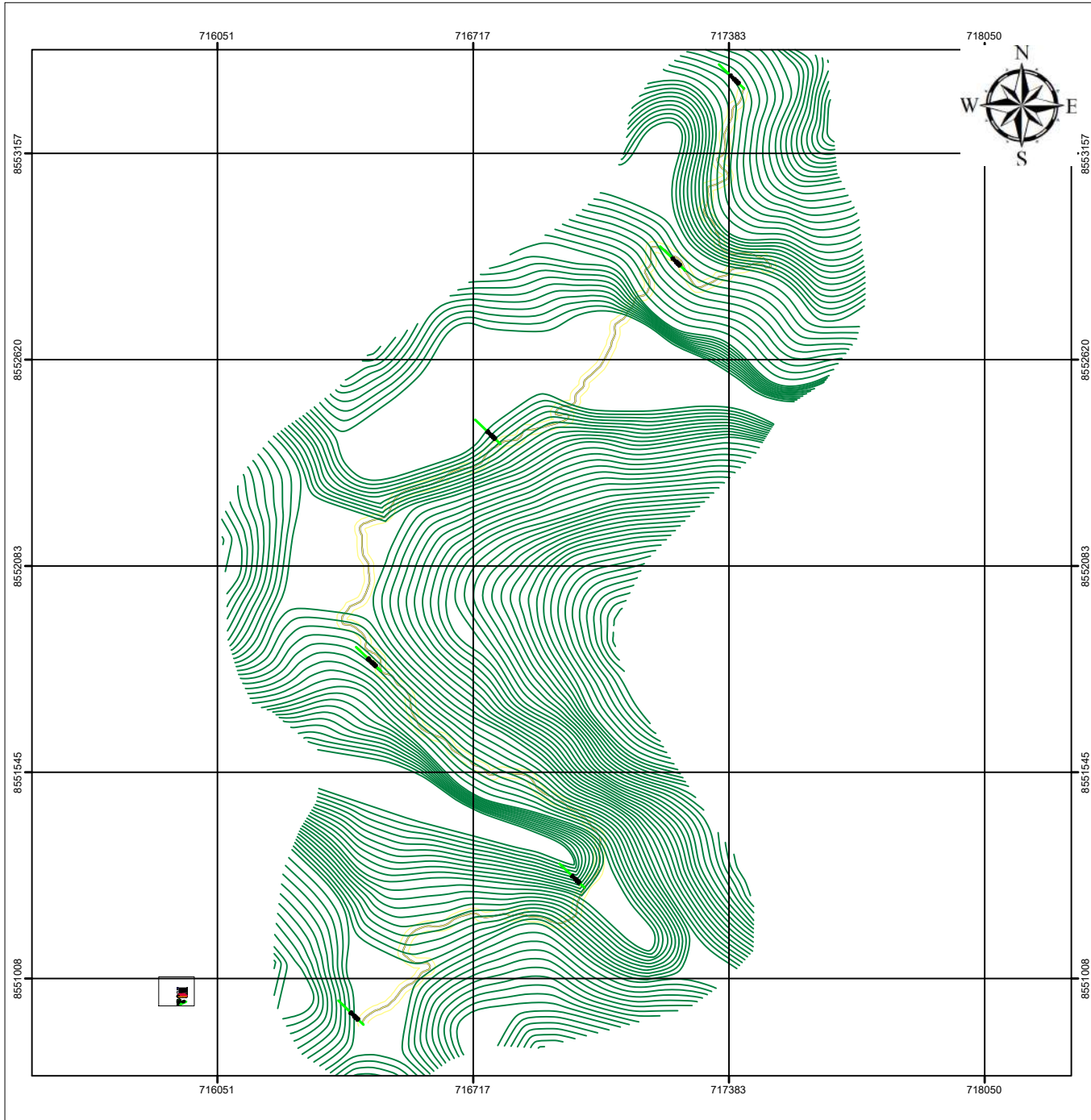
- **Procesamiento de la información topográfica tomada en campo.**

Se realizó el procesamiento de la información obtenida en campo mediante el uso de la estación total, tomando en total de 227 puntos, para posteriormente realizar el plano topográfico conjuntamente con el eje del camino vecinal. (ver en el apartado de anexos los puntos tomados).

- **Elaboración de planos topográficos a escalas adecuadas.**

A partir de los datos obtenidos se realizó el plano topográfico correspondiente a partir del levantamiento topográfico que se realizó en el punto anterior, además se realizó perfil de altitudes del camino vecinal, donde se observa las altitudes observadas.

PLANO TOPOGRAFICO



PUNTO	NOMBRE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	8551008	3750	...
2	8551009	3750	...
3	8551010	3750	...
4	8551011	3750	...
5	8551012	3750	...
6	8551013	3750	...
7	8551014	3750	...
8	8551015	3750	...
9	8551016	3750	...
10	8551017	3750	...
11	8551018	3750	...
12	8551019	3750	...
13	8551020	3750	...
14	8551021	3750	...
15	8551022	3750	...
16	8551023	3750	...
17	8551024	3750	...
18	8551025	3750	...
19	8551026	3750	...
20	8551027	3750	...
21	8551028	3750	...
22	8551029	3750	...
23	8551030	3750	...
24	8551031	3750	...
25	8551032	3750	...
26	8551033	3750	...
27	8551034	3750	...
28	8551035	3750	...
29	8551036	3750	...
30	8551037	3750	...
31	8551038	3750	...
32	8551039	3750	...
33	8551040	3750	...
34	8551041	3750	...
35	8551042	3750	...
36	8551043	3750	...
37	8551044	3750	...
38	8551045	3750	...
39	8551046	3750	...
40	8551047	3750	...
41	8551048	3750	...
42	8551049	3750	...
43	8551050	3750	...
44	8551051	3750	...
45	8551052	3750	...
46	8551053	3750	...
47	8551054	3750	...
48	8551055	3750	...
49	8551056	3750	...
50	8551057	3750	...
51	8551058	3750	...
52	8551059	3750	...
53	8551060	3750	...
54	8551061	3750	...
55	8551062	3750	...
56	8551063	3750	...
57	8551064	3750	...
58	8551065	3750	...
59	8551066	3750	...
60	8551067	3750	...
61	8551068	3750	...
62	8551069	3750	...
63	8551070	3750	...
64	8551071	3750	...
65	8551072	3750	...
66	8551073	3750	...
67	8551074	3750	...
68	8551075	3750	...
69	8551076	3750	...
70	8551077	3750	...
71	8551078	3750	...
72	8551079	3750	...
73	8551080	3750	...
74	8551081	3750	...
75	8551082	3750	...
76	8551083	3750	...
77	8551084	3750	...
78	8551085	3750	...
79	8551086	3750	...
80	8551087	3750	...
81	8551088	3750	...
82	8551089	3750	...
83	8551090	3750	...
84	8551091	3750	...
85	8551092	3750	...
86	8551093	3750	...
87	8551094	3750	...
88	8551095	3750	...
89	8551096	3750	...
90	8551097	3750	...
91	8551098	3750	...
92	8551099	3750	...
93	8551100	3750	...
94	8551101	3750	...
95	8551102	3750	...
96	8551103	3750	...
97	8551104	3750	...
98	8551105	3750	...
99	8551106	3750	...
100	8551107	3750	...

1:10,000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo

"ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA - SAHUAS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO"



PLANO TOPOGRAFICO			
ESCALA:	DATUM:	Diseñado por:	Erick G. Leiva Padilla
	WGS1984	por:	Marleni Yucra Guillen
FECHA:	Ene-24	UBICACIÓN:	Collpaccasa/Vilcabamba/La Convencion/CUSCO
			P-01

- **Elaboración de secciones de corte de terreno.**

A partir del plano topográfico, haciendo uso del software AutoCAD Civil 3D se modelaron los perfiles correspondientes a cortes del terreno, donde se obtuvieron 96 perfiles de corte, teniendo así un volumen de corte de 24,296.45 m³ de material a extraes. (ver en el apartado de anexos los cortes transversales)

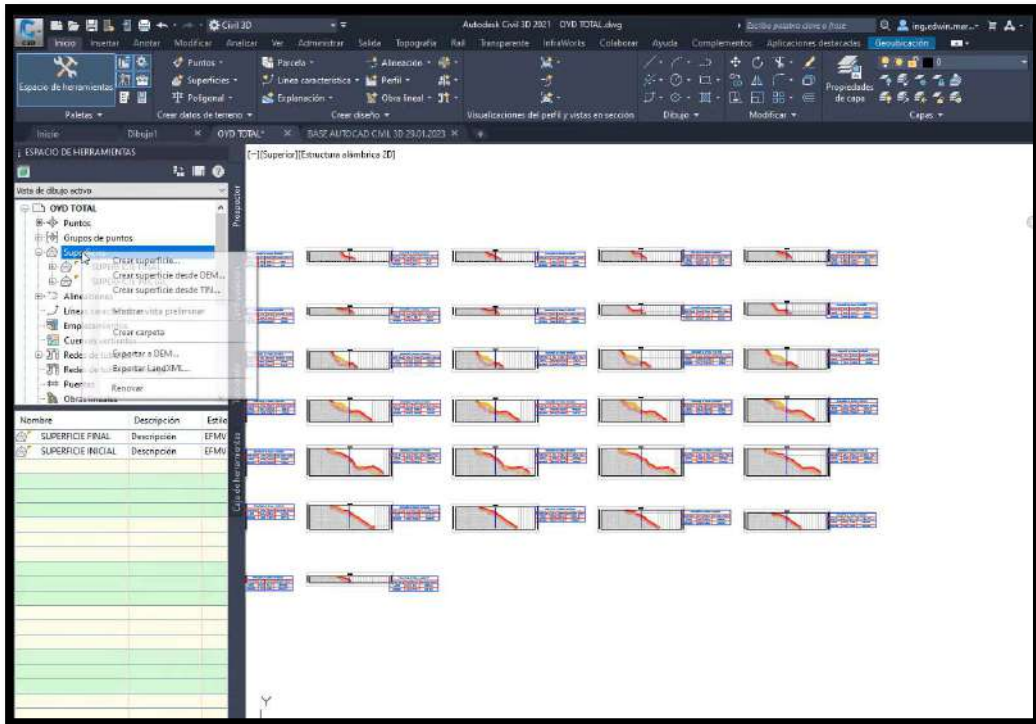


Imagen N° 28: Vista del Software AutoCAD Civil 3D para la realización de las secciones transversales
Fuente: Elaboración propia

3.1.2.1.1. Poligonales

Las poligonales son trayectorias abiertas o cerradas establecidas por una serie de puntos cuyas posiciones relativas han sido determinadas mediante mediciones de ángulos y distancias, y orientadas en relación con el norte magnético (NM). Estas poligonales proporcionan una estructura básica para llevar a cabo levantamientos detallados y marcar trazados. En el cálculo de las poligonales, es esencial conocer o asumir al menos la dirección de uno de sus lados. A partir de esta referencia, se miden los ángulos entre los lados de la poligonal para calcular las direcciones de los lados restantes.

Para el presente proyecto los vértices de las poligonales vendrían a ser cada uno de los puntos de cambio realizados sobre superficies libres y fijas inamovibles y/o en puntos fijos con estacas y clavos a lo largo de la vía trazada.

CAPITULO IV: CARACTERIZACION HIDROLOGIA

CAPITULO IV: CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA

4.1. ANALISIS HIDROLÓGICO DE LA VIA

La carretera se encuentra ubicada en terrenos mayormente llanos, con algunos tramos accidentados, presentando características agrestes y llanuras. La pendiente varía a lo largo de la vía, siendo pronunciada en algunos segmentos, lo que podría dar lugar a la erosión de la plataforma vial en áreas con mayor inclinación. Este fenómeno se ve favorecido por la presencia de pequeñas quebradas de flujo irregular que cuentan con una considerable cantidad de manantiales.

4.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA CUENCA

4.2.1. PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS DE LA CUENCA COLLPACCASA

- **Área:** La superficie de la Cuenca Collpaccasa es de 17.78 km²
- **Perímetro:** 16,624.86 metros
- **Longitud:** La nombrada cuenca de Collpaccasa tiene una longitud de 6.21 km desde el inicio de la cuenca hasta la parte más lejana de esta
- **Ancho promedio:** Se obtiene al dividir el área y la longitud de nuestra cuenca, por lo que se obtiene un ancho promedio de 2.09 km
- **Factor de forma:** En referencia al área de la cuenca con respecto a la longitud de lo mencionado anteriormente se teniendo así el valor de 0.46, lo que corresponde a una cuenca ligeramente ensanchada.

$$Ff = \frac{A}{L^2}$$

Factor de forma	Forma
<0.22	Muy alargada
0.22 – 0.3	Alargada
0.3 – 0.37	ligeramente alargada
0.37 – 0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45 – 0.6	ligeramente ensanchada
0.6 – 0.8	Ensanchada
0.8 – 1.2	Muy ensanchada
>1.2	Rodeando el desagüe

Tabla N° 14: Cuadro de Factor de forma en las cuencas hidrograficas

- **Coefficiente de compacidad:** Se obtiene al multiplicar la constante 0.2821 por la división entre el perímetro y la raíz cuadrada del área. Por lo cual el resultado obtenido es de 1.112 lo que significa que la cuenca se considera redonda a oval redonda

$$Kc = 0.2821 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Clase	Rango	Descripción
Kc1	1.00 – 1.25	Redonda a oval redonda
Kc2	1.25 – 1.50	De oval redonda a oval oblonga
Kc3	1.50 – 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Tabla N° 15: Cuadro de Coeficiente de compacidad de cuencas hidrográficas

4.2.2. ANALISIS HIDROLOGICO DE LA CUENCA

4.2.2.1. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

“En la elaboración de este capítulo, fue esencial contar con información precisa, por lo que se recurrió a entidades especializadas en el muestreo y registro de diversos eventos meteorológicos, como el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). La calidad de estos datos asegura la fiabilidad de los estudios realizados, empleando criterios contemporáneos.”

Debido mayormente a que no se tiene datos meteorológicos precisos del área de estudio, nos vimos en la necesidad de implementar una red de estaciones próximas con patrones climáticos similares. Este enfoque se basa en la comparación no solo de características geográficas análogas, sino también en la correlación efectiva entre la precipitación y la altitud. Es importante señalar que los registros obtenidos carecen de continuidad, lo que complica su aplicación directa. Ante esta situación, se podrían emplear técnicas de interpolación y extrapolación para estimar valores intermedios y extender la serie temporal. Asimismo, el uso de modelos climáticos regionales y ajustes estadísticos, junto con la colaboración de expertos locales, podría mejorar la interpretación y utilidad de los datos disponibles.

Se puede observar en la siguiente tabla, la información de las tres estaciones meteorológicas usadas en este trabajo, donde podemos apreciar los datos más relevantes de cada uno.

CODIGO	PROVINCIA	DISTRITO	NOMBRE	UBICACIÓN GEOGRAFICA		
				LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (m.s.n.m.)
CP-606	LA CONVENCION	SANTA ANA	QUILLABAMBA	12°51'21"	72°41'30"	1001
CO-679	URUBAMBA	AGUAS CALIENTES	MACHUPICCHU	13°10'05"	72°32'44"	2563
CO-812	LA CONVENCION	VILCABAMBA	VILCABAMBA	13°07'01"	73°01'01"	4000

Tabla N° 16: Cuadro de las estaciones meteorológicas usadas en el estudio hidrológico
Fuente: Elaboración propia

4.2.2.2. DATOS HIDROLOGICOS

Para el presente Proyecto se han considerado los siguientes datos tomando en cuenta que se realizó la inspección en campo donde se determinó la presencia de 4 puntos de agua importantes, cabe resaltar que a la fecha de realizado el estudio 2 de ellos no tenían caudal debido a la temporada de estiaje.

CUENCA	AREA TOPOGRAFICA (m2)	L (m)	PI	PA	PH
C-1 S1	131000.00	1525.000	3944.00	4190.00	4067.00
C-1 S2	101000.00	1008.000	3821.00	3914.00	3867.50
C-1 S3	75000.00	584.000	3900.00	3906.00	3903.00
C-1 S4	556000.00	4503.000	3786.00	3857.00	3821.50

Tabla N° 17: Cuadro de datos hidrológicos de los quebradas de estudio, obtenidos del software ArcGis
Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3. ALTURA MEDIA DE TODA LA CUENCA (Hm)

Para la obtención de los siguientes datos, se usó la herramienta de arcgis, principalmente la obtención de las áreas entre cotas.

COTA m.s.n.m.	AREA SOBRE COTA Zi (Km2)	AREA ENTRE COTAS (Km2)	AREA ACUMULADA (Km2)	% DE AREAS ENTRE COTAS AL AREA TOTAL
3944.00	0.13			
3821.00	0.10	0.13	0.13	100.00
3900.00	0.08	0.10	0.23	77.10
3786.00	0.86	0.08	0.31	57.25
TOTALES		0.86	1.17	658.78

Tabla N° 18: Cuadro para la obtención de la altura media de toda la cuenca
Fuente: Elaboración propia

Del cuadro, se observa que se obtuvo el porcentaje total de las áreas entre cotas el cual nos servirá para realizar la recta de acuerdo a cada una de las alturas establecidas

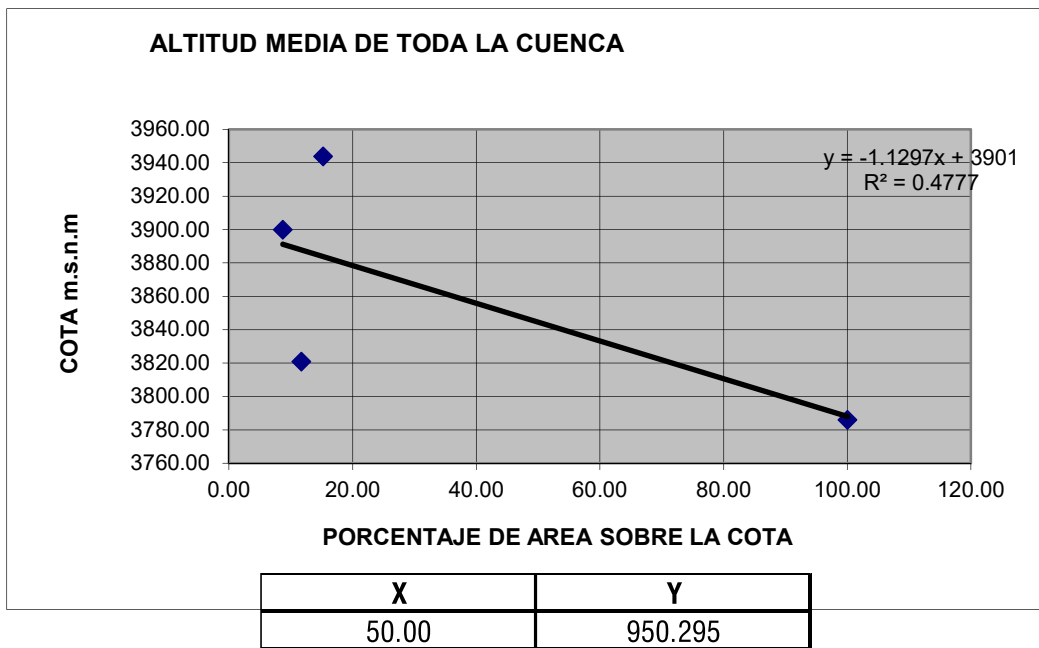


Tabla N° 19: Grafico de la recta para obtener los valores correspondientes a la fórmula de la recta
Fuente: Elaboración propia

Para determinar la altura media se aplicó la fórmula para su obtención, de acuerdo a la siguiente formula:

$$Hm = \frac{\sum a * e}{At}$$

Donde:

Hm: Altura media

A: Área entre cotas

E: Altura media entre dos cotas

LIMITES		AREA ENTRE COTAS (m2)	ALTITUD MEDIA ENTRE DOS COTAS (m)	a*e
INICIO	FIN			
3944.00	4190.00	131000.00	4067.00	532777000.00
3821.00	3914.00	101000.00	3867.50	390617500.00
3900.00	3906.00	75000.00	3903.00	292725000.00
3786.00	3857.00	556000.00	3821.50	2124754000.00
At =		863000.00		3340873500.00

Tabla N° 20: Cuadro resumen de las áreas halladas para la obtención de la altura media de la cuenca en estudio.
Fuente: Elaboración propia

Entonces teniendo los datos se aplica la formula teniendo así que la altura media es de 3871.232329.

4.2.2.4. SUPERFICIE O AREA TOPOGRAFICA (A)

Para de la superficie o área topográfica se convierte los datos anteriores del área en km² y hectáreas, de acuerdo al siguiente cuadro

CUENCA	AREA TOPOGRAFICA (m ²)	AREA TOPOGRAFICA (Km ²)	AREA TOPOGRAFICA (Ha)
C-1 S1	131000.00	0.131	13.10
C-1 S2	101000.00	0.101	10.10
C-1 S3	75000.00	0.075	7.50
C-1 S4	556000.00	0.556	55.60

Tabla N° 21: Cuadro resumen de la obtención de los datos para la superficie o área topográfica
Fuente: Elaboración propia

4.2.2.5. PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA O PENDIENTE SUPERFICIAL (PMS)

Para determinar la pendiente media de la cuenca se aplica la siguiente formula:

$$PMS = \frac{PA - PI}{\sqrt{A}}$$

Donde:

PA: Punto más alto de la cuenca (Elevación máxima de la cuenca en m)

PI: Punto de interés (Cota del punto donde se ubica o se ubicara las obras de drenaje en m)

A: Superficie o Área Topográfica de la cuenca

De acuerdo a la formula se obtuvo el siguiente cuadro donde se determina el PMS para cada caso

CUENCA	A (m ²)	A (Km ²)	PA	PI	PMS
C-1 S1	131000.00	0.131	4190.00	3944.00	0.680
C-1 S2	101000.00	0.101	3914.00	3821.00	0.293
C-1 S3	75000.00	0.075	3906.00	3900.00	0.022
C-1 S4	556000.00	0.556	3857.00	3786.00	0.095

Tabla N° 22: Cuadro resumen para la obtención de la pendiente media o pendiente superficial
Fuente: Elaboración propia

4.2.2.6. LONGITUD DEL CAUCE (L)

De acuerdo a los datos obtenidos hidrológicamente, se tiene el siguiente cuadro:

CUENCA	L (m)	L (Km)
C-1 S1	1525.000	1.525
C-1 S2	1008.000	1.008
C-1 S3	584.000	0.584
C-1 S4	4503.000	4.503

Tabla N° 23: Cuadro resumen de la longitud del cauce.
Fuente: Elaboración propia

4.2.2.7. PENDIENTE MEDIA DEL CAUCE (S)

Para obtener la pendiente media del cauce se aplicará la siguiente fórmula

$$S = \frac{PH - PI}{L}$$

Donde:

PH: Punto hidráulicamente más alto (Elevación máxima de la cuenca en m)

PI: Punto de interés (Cota del punto donde se ubica o se ubicara las obras de drenaje en m)

L: Longitud del cauce

CUENCA	L (m)	PH	PI	S
C-1 S1	1525.00	4067.000	3944.00	0.081
C-1 S2	1008.00	3867.500	3821.00	0.046
C-1 S3	584.00	3903.000	3900.00	0.005
C-1 S4	4503.00	3821.500	3786.00	0.008

Tabla N° 24: Cuadro resumen para la obtención de la pendiente media del cauce.
Fuente: Elaboración propia

4.2.2.8. PRECIPITACION MEDIA MENSUAL

Como se mencionó anteriormente, se realizó el uso de 3 estaciones meteorológicas (Machupicchu, Vilcambamba y Quillabamba), por lo cual se obtuvieron los siguientes cuadros:

- **Estación Meteorológica de Machupicchu**

ESTACION		MACHUPICCHU														
CATEGORIA																
LATITUD		12° 51'												FUENTE : SENHAMI		
LONGITUD		72° 41'														
ALTITUD		2563 m.s.n.m.														
Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM	
1	1965	554.04	502.00	412.40	188.00	5.80	0.00	0.40	1.00	30.60	58.30	241.00	279.70	2273.24	189.44	
2	1966	474.24	461.10	398.30	118.30	19.80	0.00	0.00	1.70	31.90	59.70	263.70	264.50	2093.24	174.44	
3	1967	321.52	417.90	440.90	119.00	1.80	0.60	11.00	19.00	32.10	70.50	357.20	425.60	2217.12	184.76	
4	1968	435.40	518.30	385.00	134.60	6.30	5.30	30.90	8.60	16.30	30.10	154.70	272.90	1998.40	166.53	
5	1969	444.40	477.80	388.30	116.80	2.90	3.30	7.20	3.90	22.80	29.80	254.70	272.90	2024.80	168.73	
6	1970	490.60	421.50	432.50	186.40	2.30	1.00	3.70	3.40	42.10	46.10	348.20	377.40	2355.20	196.27	
7	1971	428.90	461.60	383.60	140.00	1.50	0.10	0.00	5.70	3.50	55.70	251.00	327.50	2059.10	171.59	
8	1972	492.10	566.80	357.20	129.70	3.40	0.00	6.50	27.30	12.20	7.90	150.20	300.20	2053.50	171.13	
9	1973	521.20	620.50	399.60	175.20	14.00	0.00	9.10	11.80	14.50	65.10	188.80	296.50	2316.30	193.03	
10	1974	402.50	457.70	421.50	134.50	3.60	8.20	1.00	34.60	5.90	43.30	160.90	308.00	1981.70	165.14	
11	1975	424.70	531.00	355.30	66.80	22.50	0.70	0.30	0.60	51.10	47.50	151.00	370.10	2021.60	168.47	
12	1976	419.60	483.10	423.10	142.90	13.00	8.70	0.70	2.50	26.80	25.30	247.80	366.80	2160.30	180.03	
13	1977	416.70	522.80	369.30	147.60	7.90	0.00	4.40	0.00	29.90	65.00	371.50	378.00	2313.10	192.76	
14	1978	475.40	434.70	388.50	148.70	11.40	0.00	3.40	0.00	13.70	12.30	386.70	418.00	2292.80	191.07	
15	1979	401.10	531.60	408.80	146.80	6.20	0.00	0.90	8.10	11.50	18.40	285.60	481.80	2300.80	191.73	
16	1980	406.20	526.40	435.00	123.20	3.70	0.00	5.30	0.60	12.60	62.90	160.20	383.10	2119.20	176.60	
17	1981	525.40	480.80	424.40	157.00	1.80	3.90	0.00	9.80	45.90	108.90	120.80	444.30	2323.00	193.58	
18	1982	478.90	515.50	443.10	158.80	0.00	9.20	3.40	4.90	14.00	37.90	122.50	398.60	2186.80	182.23	
19	1983	428.40	484.00	354.50	123.50	3.40	6.20	0.50	0.90	5.50	26.00	244.30	400.50	2077.70	173.14	
20	1984	498.60	442.40	371.00	182.80	0.00	1.30	1.30	11.40	4.20	114.60	169.40	403.10	2200.10	183.34	
21	1985	429.10	519.40	374.20	133.20	15.60	11.60	0.90	0.00	43.30	60.80	116.50	422.40	2127.00	177.25	
22	1986	376.40	486.20	425.70	165.50	6.20	0.00	1.80	4.20	7.50	17.30	269.60	402.70	2163.10	180.26	
23	1987	523.30	488.40	348.60	90.10	2.10	1.30	9.20	0.00	8.20	26.50	101.80	407.60	2007.10	167.26	
24	1988	463.80	484.30	466.50	108.10	4.60	0.00	0.00	0.00	9.90	36.20	147.60	413.70	2134.70	177.89	
25	1989	451.40	526.80	419.30	39.60	9.40	9.10	0.00	6.10	30.70	48.70	360.70	388.50	2290.30	190.86	
26	1990	468.00	490.40	360.70	47.40	7.50	31.80	0.00	5.80	12.80	73.70	393.80	366.50	2258.40	188.20	
27	1991	390.10	563.60	405.20	49.60	11.00	5.10	1.50	0.00	21.40	49.30	272.20	412.00	2181.00	181.75	
28	1992	407.10	502.40	404.00	64.90	0.00	19.40	0.00	21.40	8.00	50.70	217.40	357.00	2052.30	171.03	
PROMEDIO		448.18	497.11	399.88	126.39	6.70	4.53	3.69	6.90	20.32	48.16	232.49	369.28	2163.64	180.30	
V. MAXIMA		554.04	620.50	466.50	188.00	22.50	31.80	30.90	34.60	51.10	114.60	393.80	481.80	2355.20		
V. MINIMA		321.52	417.90	348.60	39.60	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	7.90	101.80	264.50	1981.70		
D. ESTANDAR		51.20	44.31	30.73	41.13	5.84	7.03	6.13	8.69	13.58	25.12	88.80	56.71	113.64		

Tabla N° 25: REGISTRO DE ESTACIÓN METEOROLÓGICA - MACHUPICCHU
Fuente: Adaptado de SENAMHI

- Estación Meteorológica de Quillabamba

• Estación Meteorológica de Vilcabamba

ESTACION		VILCABAMBA													
CATEGORIA		CP													
LATITUD		13°07'01"												FUENTE : SENHAMI	
LONGITUD		73°01'01"													
ALTITUD		4000 m.s.n.m.													
Nº	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROM
1	1964	477.00	449.00	374.00	38.20	0.00	0.00	0.00	0.00	21.40	29.10	59.70	45.01	1493.41	124.45
2	1965	522.40	512.60	374.11	52.60	2.00	0.00	0.00	0.00	20.00	24.30	32.30	179.20	1719.51	143.29
3	1966	464.70	411.50	289.60	13.20	0.00	0.00	0.00	4.10	0.00	65.10	122.60	82.70	1453.50	121.13
4	1967	508.30	408.50	541.80	22.20	3.00	0.00	0.00	18.30	0.00	72.20	46.50	259.10	1879.90	156.66
5	1968	497.60	514.50	306.70	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	25.40	49.80	190.10	91.70	1679.80	139.98
6	1969	534.10	369.90	465.30	16.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.20	92.50	251.80	1740.10	145.01
7	1970	621.22	479.83	215.03	65.24	0.00	1.50	0.00	5.00	0.00	50.81	59.40	250.92	1748.95	145.75
8	1971	432.41	456.91	377.62	47.51	0.02	0.00	0.01	0.05	0.00	49.04	48.73	141.66	1553.96	129.50
9	1972	504.86	685.86	298.13	41.95	0.00	0.00	0.00	18.73	0.00	28.21	57.32	107.83	1742.89	145.24
10	1973	551.42	541.82	449.71	61.02	0.00	0.01	0.00	13.30	0.00	40.53	112.21	89.72	1859.74	154.98
11	1974	477.30	605.52	454.90	62.02	0.81	0.00	0.00	37.80	0.00	49.20	97.73	83.92	1869.20	155.77
12	1975	558.71	487.81	316.86	56.20	30.10	4.21	0.00	2.03	0.00	62.73	96.90	218.93	1834.48	152.87
13	1976	654.61	506.31	417.21	56.60	14.30	4.21	0.00	0.80	0.00	23.20	81.61	120.71	1879.56	156.63
14	1977	512.30	470.00	475.91	60.00	3.00	0.00	2.61	0.00	0.00	75.51	106.60	63.21	1769.14	147.43
15	1978	429.90	387.00	323.40	45.80	11.60	4.80	0.00	0.00	0.00	16.80	129.80	114.90	1464.00	122.00
16	1979	437.40	436.00	157.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	13.40	78.20	94.60	1224.49	102.04
17	1980	279.70	612.47	742.83	6.62	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	42.47	116.20	162.80	1963.10	163.59
18	1981	673.20	558.80	405.51	34.55	0.00	0.00	0.00	12.00	0.00	42.45	41.07	45.46	1813.04	151.09
19	1982	559.42	440.44	334.44	4.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1338.32	111.53
20	1983	558.71	387.81	516.86	56.20	0.00	0.00	0.00	2.03	0.00	62.73	96.90	218.93	1900.17	158.35
21	1984	154.61	506.31	217.21	56.60	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	23.20	81.61	120.71	1161.05	96.75
22	1985	112.30	470.00	175.91	60.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.51	106.60	63.21	1066.53	88.88
23	1986	251.42	441.82	149.71	61.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	40.53	112.21	89.72	1146.44	95.54
24	1987	363.22	375.23	91.00	47.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.03	0.00	0.00	903.62	75.30
25	1988	208.30	408.50	501.80	22.20	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.20	46.50	259.10	1521.60	126.80
26	1989	220.50	253.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	474.30	39.53
27	1990	121.22	479.83	115.03	65.24	6.00	1.50	0.00	0.00	0.00	50.81	59.40	250.92	1149.95	95.83
28	1991	132.41	156.91	77.62	47.51	0.02	2.84	0.01	0.05	0.00	49.04	48.73	141.66	656.80	54.73
29	1992	204.86	595.86	98.13	41.95	0.00	0.00	8.83	0.00	0.00	28.21	57.32	107.83	1142.99	95.25
30	1993	251.42	241.82	140.00	61.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	40.53	112.21	89.72	936.73	78.06
31	1994	202.00	163.00	169.50	88.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	91.00	112.00	159.00	986.50	82.21
32	1995	165.00	472.00	126.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.00	60.40	157.00	1038.40	86.53
33	1996	218.00	310.00	95.30	71.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	76.30	82.90	176.00	1029.80	85.82
34	1997	265.75	452.50	173.50	60.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	69.50	180.00	125.50	1330.75	110.90
35	1998	477.50	649.20	96.20	56.00	0.30	3.00	0.00	1.50	0.70	105.50	94.50	105.00	1589.40	132.45
36	1999	588.50	498.20	156.80	52.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	61.00	37.50	133.50	1529.50	127.46
PROMEDIO		394.23	449.93	283.93	43.17	2.14	0.67	0.35	3.38	2.18	45.89	79.40	127.83	1433.10	119.43
V. MAXIMA		673.20	685.86	742.83	88.00	30.10	4.80	8.83	37.80	25.40	105.50	190.10	259.10	1963.10	
V. MINIMA		112.30	156.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	474.30	
D.ESTANDAR		169.12	118.27	167.08	22.64	5.67	1.37	1.50	7.63	6.23	24.65	42.88	72.36	382.50	

Tabla N° 27:REGISTRO DE ESTACIÓN METEOROLÓGICA – QUILLABAMBA
Fuente: Adaptado de SENAMHI

4.2.2.9. REGIONALIZACION DE DATOS PLUVIOMETRICOS

Se seleccionarán estaciones índice patrón para establecer una relación en una recta estadística. Posteriormente, se ajustará el punto de interés a dicha recta y se correlacionará con la altitud, utilizando la altitud como el valor independiente.

ESTACION	ALTITUD	COORDENADAS GEOGRAFICAS		PRECIPITACION ANUAL(mm)	AJUSTADA
		LATITUD (°C)	LONGITUD (°C)		
QUILLABAMBA	1001.00	13°10'05"	72°32'44"	1243.02	1505.37
VILCABAMBA	4000.00	13°07'01"	73°01'01"	1433.10	1718.30
MACHUPICCHU	2563.00	13°10'05"	72°32'44"	2163.64	1616.27

Tabla N° 28: Cuadro de regionalización de datos pluviométricos
Fuente: Elaboración propia

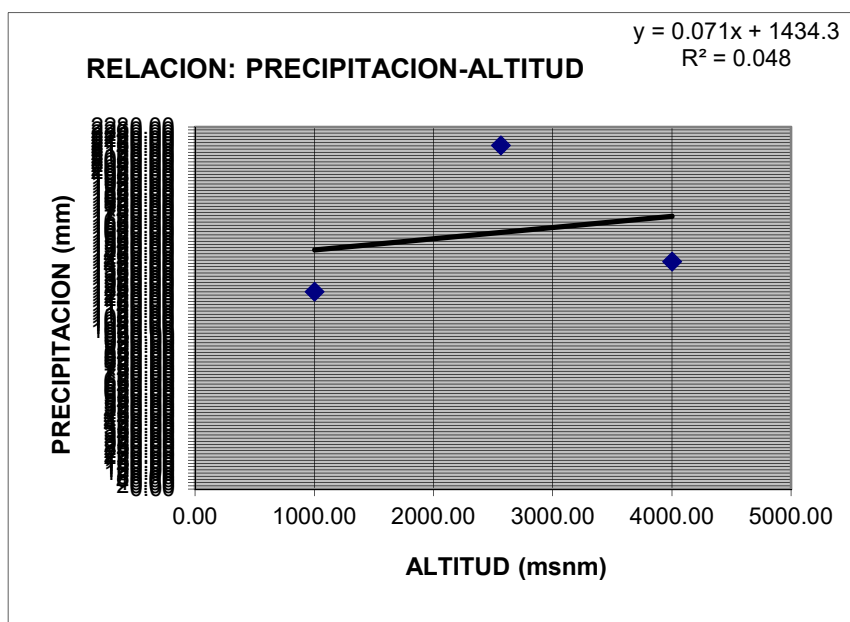


Tabla N° 29: Grafico de relación precipitación – altitud
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro mostrado se aplicó la fórmula de la ecuación lineal de ajuste

ECUACION LINEAL DE AJUSTE

$$Y = aX + b$$

$$Y = 0.071X + 1434.3$$

APLICACIÓN

	Altitud
Altitud media de la microcuenca (msnm)	3871.23
Precipitacion media anual (mm)	1709.16

4.2.2.10. REGIONALIZACION DE INTENSIDADES MÁXIMAS

"Para la obtención de los datos para la regionalización de intensidades máximas, se obtuvieron datos de SENHAMI, donde principalmente se necesitaron las intensidades ordenadas decrecientemente en diferentes duraciones".

ESTACION BASE MACHUPICCHU				ZONA DEL PROYECTO				
	ALTITUD		2563.00	ALTITUD			3871.23	
	PRECIPITACION MEDIA ANUAL		2163.64	PRECIPITACION MEDIA ANUAL			1709.2	
				FACTOR DE CORRECCION			0.79	
INTENSIDADES ORDENADAS DECRECIENEMENTE, PARA DIFERENTES DURACIONES								
N° de orden	ESTACION BASE MACHUPICCHU				ZONA DEL PROYECTO			
	5	10	15	30	5	10	15	30
1	90.00	66.00	61.50	42.00	71.10	52.14	48.58	33.18
2	87.60	61.50	52.00	41.40	69.20	48.58	41.08	32.70
3	72.00	60.60	51.00	36.34	56.88	47.87	40.29	28.71
4	66.00	52.00	48.00	30.40	52.14	41.08	37.92	24.01
5	66.00	48.00	45.00	28.00	52.14	37.92	35.55	22.12
6	64.80	48.00	42.00	27.00	51.19	37.92	33.18	21.33
7	61.50	42.00	40.80	26.00	48.58	33.18	32.23	20.54
8	48.00	40.80	34.08	25.07	37.92	32.23	26.92	19.80
9	48.00	35.40	30.80	23.85	37.92	27.96	24.33	18.84
10	48.00	34.08	30.40	21.67	37.92	26.92	24.01	17.12
11	42.00	30.80	30.40	21.60	33.18	24.33	24.01	17.06
12	35.40	30.40	29.40	20.00	27.96	24.01	23.22	15.80
13	30.80	29.40	27.00	19.44	24.33	23.22	21.33	15.36
14	30.40	27.00	25.07	18.00	24.01	21.33	19.80	14.22
15	29.40	25.07	24.60	16.35	23.22	19.80	19.43	12.92
16	26.40	18.00	18.00	16.20	20.85	14.22	14.22	12.80
17	25.07	16.35	16.35	16.08	19.80	12.92	12.92	12.70
18	16.35	15.60	13.60	13.60	12.92	12.32	10.74	10.74
19	15.60	13.60	11.90	11.90	12.32	10.74	9.40	9.40

Tabla N° 30: Cuadro de regionalización de intensidad de humedad
Fuente: Elaboración propia

Del cuadro mostrado se observa el factor de corrección el cual se obtiene de dividir la precipitación media anual de la estación base y la precipitación media anual de la zona del proyecto, luego de esto, dicho factor se multiplica por cada dato correspondiente a la estación base para obtener los datos corregidos.

Luego se realiza el cálculo de intensidades máxima para diferentes periodos de tiempo, exclusivo para la zona de estudio.

N° de orden	INTENSIDADES ORDENADAS DECRECIENTEMENTE (mm/h)			
	5	10	15	30
1	71.10	52.14	48.58	33.18
2	69.20	48.58	41.08	32.70
3	56.88	47.87	40.29	28.71
4	52.14	41.08	37.92	24.01
5	52.14	37.92	35.55	22.12
6	51.19	37.92	33.18	21.33
7	48.58	33.18	32.23	20.54
8	37.92	32.23	26.92	19.80
9	37.92	27.96	24.33	18.84
10	37.92	26.92	24.01	17.12
11	33.18	24.33	24.01	17.06
12	27.96	24.01	23.22	15.80
13	24.33	23.22	21.33	15.36
14	24.01	21.33	19.80	14.22
15	23.22	19.80	19.43	12.92
16	20.85	14.22	14.22	12.80
17	19.80	12.92	12.92	12.70
18	12.92	12.32	10.74	10.74
19	12.32	10.74	9.40	9.40
Media	37.56	28.88	26.27	18.91
Desv. Est.	17.87	12.75	11.07	6.89
α	13.93	9.94	8.63	5.37
μ	29.52	23.14	21.29	15.81

Tabla N° 31: Cuadro de intensidades ordenadas decrecientemente
Fuente: Elaboración propia

Se aplica la ley de distribución de Gumbel para determinar el periodo de retorno en los siguientes años:

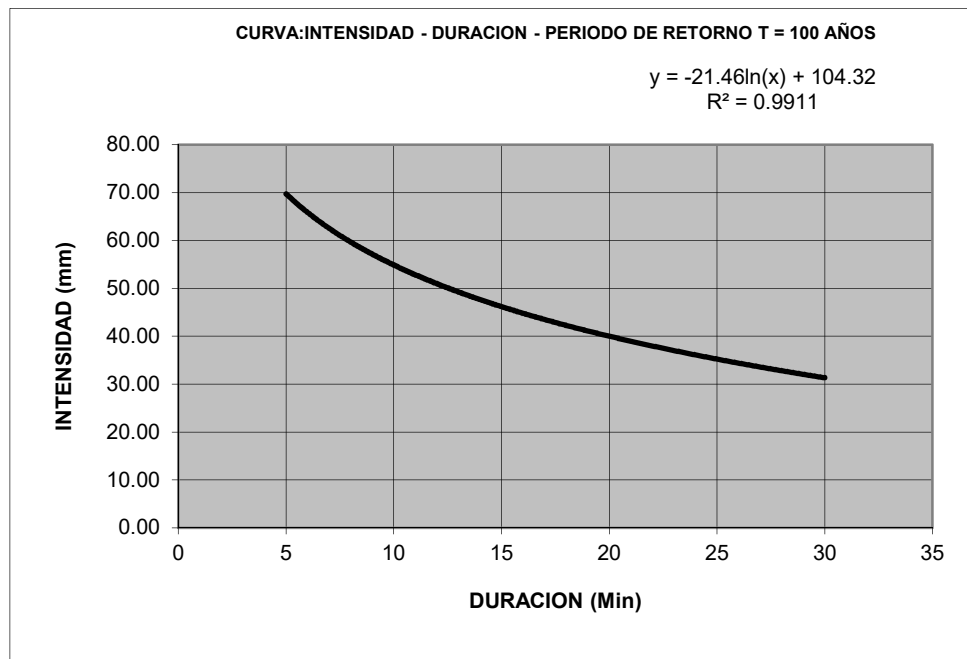
Periodo de retorno en años	INTENSIDADES (mm/h)				
	LEY DE DISTRIBUCION DE GUMBEL				
	KT	5	10	15	30
2	0.37	34.62	26.78	24.45	17.78
5	1.50	50.41	38.05	34.23	23.87
10	2.25	60.86	45.51	40.71	27.91
20	2.97	70.89	52.66	46.92	31.77
25	3.20	74.07	54.93	48.89	33.00
50	3.90	83.87	61.92	54.96	36.78
100	4.60	93.59	68.86	60.98	40.54
200	5.30	103.29	75.78	66.99	44.27
500	6.21	116.07	84.90	74.90	49.21
1000	6.91	125.73	91.79	80.89	52.94
10000	9.21	157.81	114.68	100.76	65.31

Tabla N° 32: Cuadro de intensidades de acuerdo a la ley de distribución de Gumbel
Fuente: Elaboración propia

Ordenando el cuadro anterior

Duracion (Min)	PERIODO DE RETORNO								
	2	5	10	20	25	50	100	200	500
5	34.62	50.41	60.86	70.89	74.07	83.87	93.59	103.29	116.07
10	26.78	38.05	45.51	52.66	54.93	61.92	68.86	75.78	84.90
15	24.45	34.23	40.71	46.92	48.89	54.96	60.98	66.99	74.90
30	17.78	23.87	27.91	31.77	33.00	36.78	40.54	44.27	49.21

Tabla N° 33: Cuadro de periodo de retorno donde se resalta el periodo de retorno para 20 años
Fuente: Elaboración propia



$$I = -23.1 * LN(Tc) + 111.94$$

Tabla N° 34: Grafico IDF
Fuente: Elaboración propia

4.2.2.11. CALCULOS HIDROLOGICOS

Para realizar los cálculos hidrológicos se deberá aplicar las siguientes fórmulas para la obtención del tiempo de concentración:

A.- Formula de Ventura Heras

$$Tc = \alpha \sqrt{\frac{A}{S}} * 60$$

$$0.03 \leq \alpha \leq 0.15$$

α = (Valor recomendado por diferentes autores)

0.1272

B.- Formula de Passini

$$Tc = \alpha_1 * \frac{\sqrt[3]{A * L}}{\sqrt{S}}$$

α_1

Valor recomendado: 0.13

C.- Formula de Benhan

$$Tc = (0.871 * \frac{L^3}{H})^{0.385} * 60$$

D.-Formula del MTC

$$Tc = 0.3 * (\frac{L}{S^{1/4}})^{3/4} * 60$$

DONDE:

Tc= Tiempo de concentracion en minutos

A=Area de la cuenca en Km2

S=Pendiente media del cuenca en (m/m)

L =Longitud del cauce en Km.

H=Desnivel del curso de agua mas largo (m).

Aplicando cada formula se tiene el siguiente cuadro:

CUENCA	H Diferencia de altura	FORMULA DE VENTURA HERAS	FORMULA DE PASSINI	FORMULA DE BENHAN	FORMULA DEL MTC	TC PROM
C-1 S1	123.000	3.35	16.06	14.53	26.56	15.12
C-1 S2	46.500	4.48	16.96	13.09	22.80	14.33
C-1 S3	3.000	14.12	38.36	20.03	24.62	24.28
C-1 S4	35.500	18.44	119.29	81.85	86.47	76.51

Tabla N° 35: Cuadro resumen para la obtención del tiempo de concentración
Fuente: Elaboración propia

Para la obtención del coeficiente de escurrimiento (Ce) se usó la siguiente formula:

$$Ce = C1 + C2 + C3$$

Donde:

C1: Esta en función de la cobertura vegetal

C2: Esta en función de la textura del suelo

C3: Esta en función de la topografía del terreno

VEGETACION COBERTURA (%)	C1	SUELO TEXTURA	C2	TOPOGRAFIA PENDIENTE (%)	C3
100	0.08	Arenoso	0.08	0.0-0.2	0.04
80-100	0.12	Ligera	0.12	0.2-0.5	0.06
50-80	0.16	Media	0.16	0.5-2.0	0.06
20-50	0.22	Fina	0.22	2.0-5.0	0.10
0-20	0.30	Rocosa	0.30	5.0-10.0	0.15

Tabla N° 36: Cuadro resumen para la obtención del coeficiente de escurrimiento
Fuente: Elaboración propia

Haciendo la estimación de C1, C2 y C3 se elaboró el cuadro de acuerdo a Mac Mach:

CODIGO DE CUENCA	C para Mac Mach			Ce
	C1	C2	C3	
C-1 S1	0.220	0.160	0.150	0.530
C-1 S2	0.220	0.160	0.150	0.530
C-1 S3	0.220	0.160	0.100	0.480
C-1 S4	0.220	0.160	0.100	0.480

Tabla N° 37: Cuadro resumen para la obtención del coeficiente de escurrimiento según Mac Mach
Fuente: Elaboración propia

Por ultimo tenemos la generación de caudales máximo con aplicaremos la fórmula de intensidad máxima de lluvias:

$$I = -23.1 * LN(Tc) + 111.94$$

Donde:

I =Intensidad Máxima de la lluvia mm/hr.

A=Area drenaje en Has.

S=Pendiente media de la cuenca en ‰ .

CODIGO	Ce.	I	A (Ha)	S ‰	Q (m3/s)
C-1 S1	0.764	49	13.10	80.66	1.06
C-1 S2	0.703	50	10.10	46.13	0.68
C-1 S3	0.533	38	7.50	5.14	0.13
C-1 S4	0.608	12	55.60	7.88	0.17

Tabla N° 38: Cuadro resumen para la obtención del caudal máximo por quebrada
Fuente: Elaboración propia

CUADRO

TIPÓ DE ESTRUCTURA	PERIODO DE RETORNO (años)
Puentes y Pontones	100
Alcantarillas de paso	50
Alcantarillas de alivio	10 – 20
Drenaje de la plataforma	10

Tabla N° 39: Cuadro comparativo entre el periodo de retorno y el tipo de estructura
Fuente: Elaboración propia

4.3. BALANCE HIDRICO DE LA INTERCUENCA COLLPACCASA

4.3.1. ANALISIS DE TEMPERATURA MEDIA ANUAL

Debido a que no se encuentran datos exactos de la zona de estudio se realizara la regionalización de los datos de temperatura media anual de acuerdo a las estaciones meteorológicas utilizadas anteriormente.

- **Regionalización de temperaturas medias en la intercuenca Collpaccasa**

"Mediante el análisis de los datos de las estaciones meteorológicas, se pudo obtener el siguiente cuadro de acuerdo a la ecuación de regionalización."

ESTACION	ALTITUD	TEMPERATURA MEDIA MENSUAL												MEDIA
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
		°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Vilcabamba	4000	8.4	9.0	8.8	8.6	8.4	7.5	7.9	8.3	8.4	8.7	8.7	8.7	8.5
Machupicchu	2563	17.0	17.0	17.1	16.9	16.3	15.6	15.1	16.2	17.4	17.8	17.9	17.4	16.8
Quillabamba	1001	24.1	24.0	24.4	24.4	24.2	23.9	23.5	24.5	24.9	25.4	25.4	24.7	24.5
	2521.3	16.5	16.7	16.77	16.6	16.3	15.7	15.5	16.3	16.9	17.3	17.3	16.9	16.6
Desv. Estandar	1499.9	7.9	7.5	7.8	7.9	7.9	8.2	7.8	8.1	8.3	8.4	8.4	8.0	8.0
Coef. A		29.67	29.26	29.86	29.90	29.58	29.45	28.62	29.95	30.75	31.31	31.35	30.36	30.01
Coef. B		-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Coef. R		-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Cuenca Collpaccasa	3871.23	9.5	9.9	9.7	9.4	9.1	8.2	8.5	9.0	9.4	9.6	9.6	9.8	9.5

Tabla N° 40: Regionalización de temperatura media por regresión lineal

Fuente: Elaboración propia

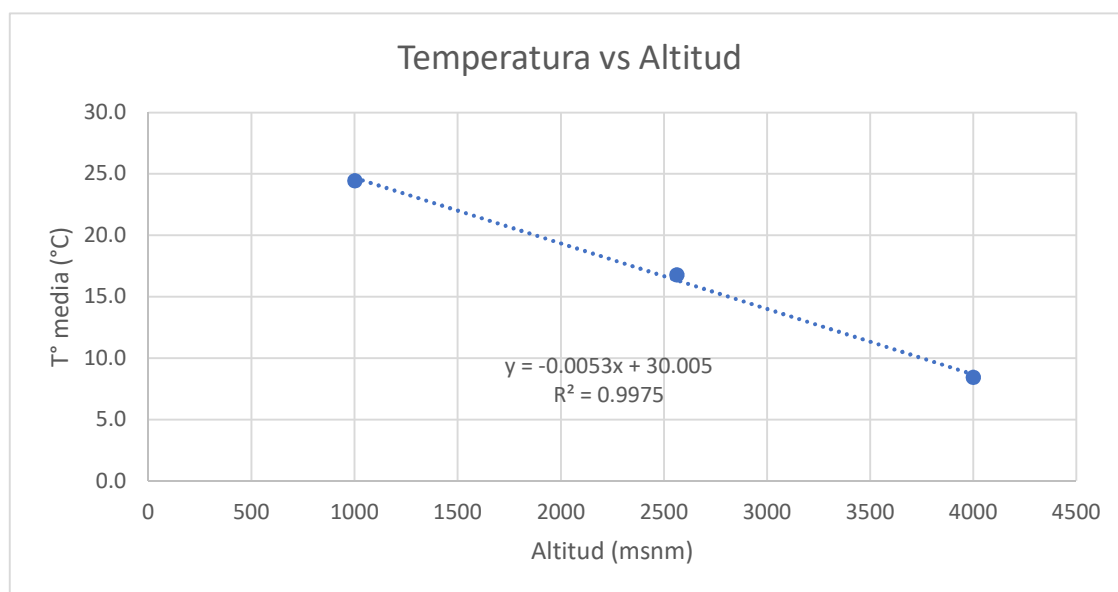


Tabla N° 41: Gráfica de Recta de temperatura vs altitud

Fuente: Elaboración propia

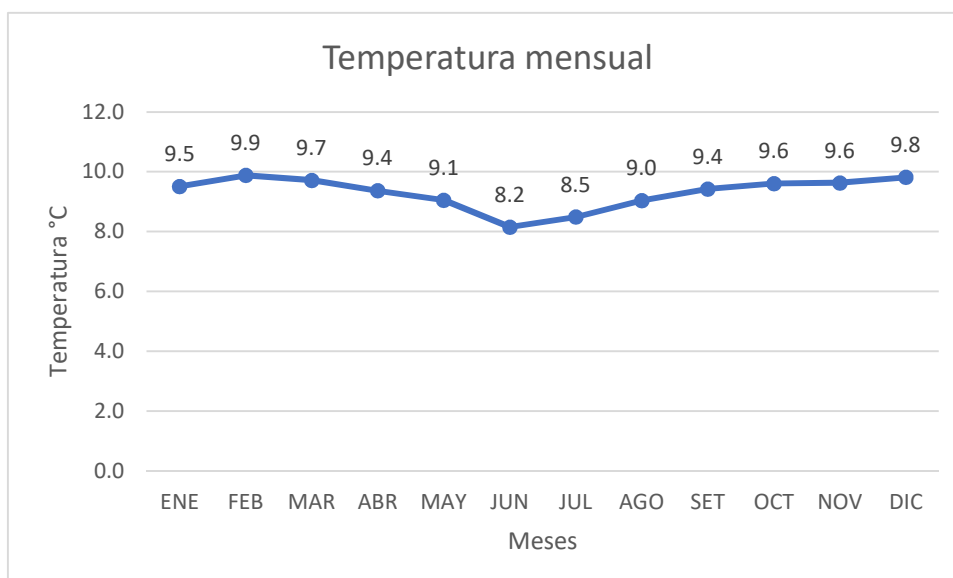


Tabla N° 42: Gráfica de Temperatura mensual de la cuenca Collpaccasa
Fuente: Elaboración propia

4.3.2. ANALISIS DE HORAS DE SOL MEDIA ANUAL

La información presentada se basa en los datos recopilados de las estaciones meteorológicas de Vilcabamba, Machupicchu y Quillabamba. En la estación de Vilcabamba, se registró un promedio anual de 2371.79 horas de sol, con un máximo mensual de 252.7 horas en julio y un mínimo mensual de 133.8 horas en febrero. Para la estación de Machupicchu, el promedio anual fue de 2313.82 horas de sol, con un máximo mensual de 236.1 horas en agosto y un mínimo mensual de 136.0 horas en febrero. Por último, la estación de Quillabamba registró un promedio anual de 2714.81 horas de sol, con un máximo mensual de 265.8 horas en agosto y un mínimo mensual de 160.4 horas en febrero (Elaboración propia a partir de datos de estaciones meteorológicas).

Mediante los datos obtenidos se realizó los siguientes datos de acuerdo al siguiente cuadro:

ESTACION	ALTITUD	HORAS SOL MENSUALES												MEDIA
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Vilcabamba	4000	144.1	133.8	160.8	191.6	239.7	238.9	252.7	244.3	210.9	205.0	184.8	165.1	197.6
Machupicchu	2563	151.6	136.0	161.0	190.9	223.2	213.9	223.7	236.1	224.2	206.2	185.3	161.8	192.8
Quillabamba	1001	175.3	160.4	186.0	191.3	263.3	255.0	261.5	265.8	239.5	255.0	249.0	212.8	226.2
Coef. A		183.43	165.95	190.73	190.95	262.59	250.27	254.12	267.15	248.92	264.64	261.04	220.60	230.03
Coef. B		-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01
Coef. R		0.96	0.91	0.88	0.50	0.60	0.41	0.24	0.72	1.00	0.89	0.88	0.85	0.81
Cuenca Collpaccasa	3871.23	137.66	150.11	166.89	95.41	158.35	102.82	62.11	190.83	247.07	231.27	225.52	184.03	155.13
	Dias del mes	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	365.00
	Hr. Sol diario	4.44	5.36	5.38	3.18	5.11	3.43	2.00	6.16	8.24	7.46	7.52	5.94	64.21

Tabla N° 43: Regionalización de horas de sol mensuales
Fuente: Elaboración propia

Del cuadro se puede interpretar que se tiene un promedio de horas de sol 4.48 hr/día, también se puede interpretar que se tiene 1634.66 hr/año con un máximo de 212.11 horas al mes de septiembre y un mínimo de 95.22 horas al mes de abril.

4.3.3. EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL

Para esta parte se utilizó el método de Blaney y Criddle de acuerdo a los datos obtenidos previamente. Donde dicho método se basa principalmente en la proporcionalidad de número de horas de luz y la temperatura media.

$$ETP = 0.24 + 0.0311 * T * (0.0457 * T + 8.13) p * D$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial en [mm/mes]

T = Temperatura media mensual en (°C) (dato meteorológico)

P = Porcentaje de horas de luz solar mensual, con respecto al año [%]

D = Número de días para el estudio (5)

DESCRIPCION	HORAS SOL MENSUALES												TOTAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Temperatura	9.5	9.9	9.7	9.4	9.1	8.2	8.5	9.0	9.4	9.6	9.6	9.8	111.7
Horas de sol	4.4	4.3	4.5	3.2	4.5	3.1	1.9	5.5	7.1	5.7	5.2	4.3	53.7
ETP (mm)	56.5	56.7	58.33	39.8	54.5	34.1	21.7	66.5	89	73.3	67	56.8	674.2
Evapotranspiracion potencial (mm/año)													674.15

Tabla N° 44: Evapotranspiración potencial de la intercuenca Collpaccasa
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al siguiente cuadro podemos decir que en la intercuenca Collpaccasa la evapotranspiración potencial se tiene que durante octubre se tuvo 73.3 mm, mientras que la menor es en el mes de julio con 21.7 mm, finalmente tenemos que anualmente tenemos una evapotranspiración potencial de 674.15 mm/año.

4.3.4. EVAPOTRANSPIRACION REAL

La evapotranspiración real esta ligada a la humedad de nuestro suelo, por lo que las características climáticas que se presentan son la precipitación y la temperatura de la zona media.

Para este cálculo se utilizó el método L. Turc para el cálculo correspondiente para nuestra intercuenca.

A. Método L. Turc

L. Turc ha establecido diversas fórmulas basadas en la temperatura media y precipitación media anual.

$$ETR = \frac{P}{\sqrt{0.9 + P^2/L^2}}$$

Donde:

ERT = Evapotranspiración real (mm/año)

P = Precipitación media anual (mm/año)

L = $300 + 25T + 0.05T^3$

T = Temperatura media anual (°C)

METODO TURC		
P	Precipitación media anual (°C)	1709.16
T	Temperatura media anual (°C)	9.5
L	Poder Evaporante atm (mm/año) o coeficiente de T	579.43
ETR	Evapotranspiración real (mm/año) o Deficit de escurrimiento	551.60

Tabla N° 45: Evapotranspiración real de la intercuenca Collpaccasa
Fuente: Elaboración propia

4.3.5. CAUDAL ANUAL – METODO DE LUTZ SCHOLTZ

El enfoque adoptado se centra en el balance hídrico y en parámetros determinísticos parciales. Esta técnica permite integrar diversos factores que afectan los caudales, incluyendo precipitación, evaporación, almacenamiento y características naturales de la cuenca, para calcular las descargas mediante un modelo matemático.

MES	N° días del mes	PRECIPITACION MENSUAL				CONTRIBUCION DE LA RETENCION				CAUDALES GENERADOS	
		P Total mm/mes	Efectiva			Gasto		Abastecimiento		mm/mes	m3/s
			PE II mm/mes	PE III mm/mes	PE mm/mes	bi	Gi mm/mes	ai	Ai mm/mes		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Enero	30	181.6	52.5	151.9	228.0			0.400	32.0	196.0	1.34
Febrero	28	145.3	37.3	118.6	180.9			0.200	16.0	164.9	1.21
Marzo	31	261.8	43.4	-2.6	-37.9			0.000	0.0	-37.9	0.25
Abril	30	148.2	38.7	122.3	186.5	0.505	39.9			226.4	1.55
Mayo	31	69.6	8.6	25.0	37.6	0.255	20.2			57.7	0.38
Junio	30	26.7	2.6	5.9	8.4	0.129	10.2			18.6	0.13
Julio	31	28.1	2.7	6.2	8.8	0.065	5.2			13.9	0.09
Agosto	31	50.5	5.2	13.2	19.4	0.033	2.6			22.0	0.15
Setiem.	30	37.8	3.6	8.5	12.3	0.017	1.3			13.6	0.09
Octubre	31	117.5	24.7	80.0	122.4	0.008	0.7			123.1	0.82
Noviem.	30	150.5	39.7	125.2	190.7			0.050	4.0	186.7	1.28
Diciem.	31	251.6	50.0	42.8	37.3			0.350	28.0	9.3	0.06
AÑO		1469.2	309.1	697.0	994.3	1.013	80.0	1.000	80.0	994.32	0.61
Coefficientes		0.68	-0.766	1.77	1.000						

Tabla N° 46: Determinación de caudales o escorrentía superficial en la intercuenca Collpaccasa
Fuente: Elaboración propia

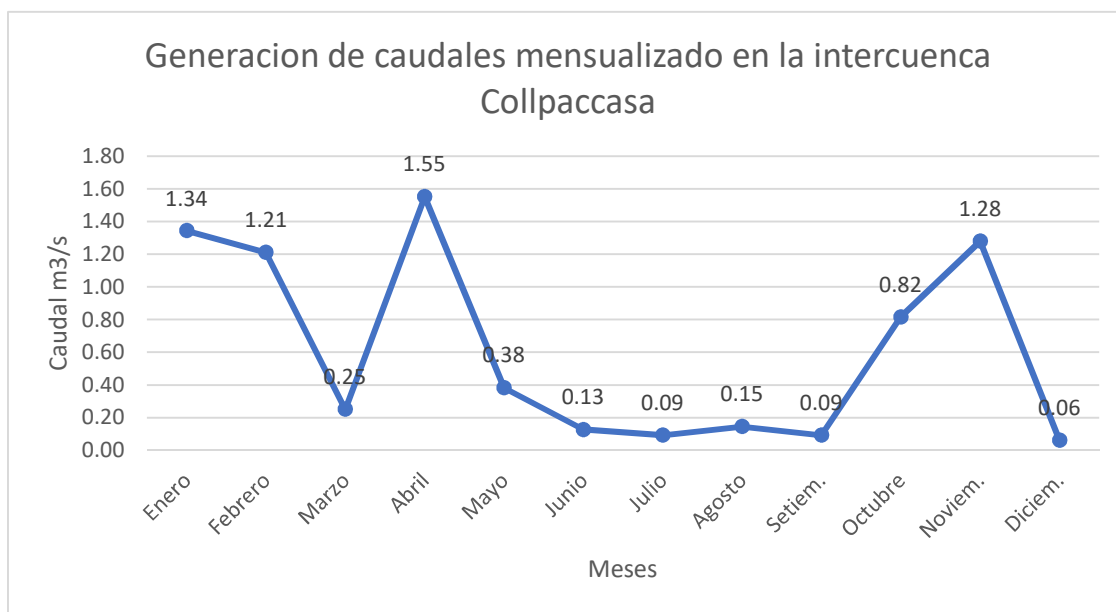


Tabla N° 47: Gráfico de caudales generados cada mes en la intercuenca Collpaccasa
Fuente: Elaboración propia

4.3.6. BALANCE HIDRICO DE LA INTERCUENCA COLLPACCASA

El balance hídrico de una intercuenca tiene como objetivo principal el de cuantificar los aportes y pérdidas de agua en la cuenca en hidrográfica. En todo proceso cíclico se tiene por implicancia la pérdida y ganancia de líquidos, por lo que se estima de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$P = E + R + I$$

Donde:

- P: Precipitación de agua en la microcuenca.
- E: Evapotranspiración real.
- R: Escorrentía Superficial.
- I: Infiltración o retención.

Por lo cual la ganancia de agua en la intercuenca es de 1709.16 mm/año, donde la evapotranspiración real en la zona de estudio de 551.60 mm/año, la escorrentía superficial calculada previamente se tiene que es de 994.32 mm/año, mientras que la infiltración o retención de agua en la intercuenca es de 163.24 mm/año. Por lo que se interpreta que del 100% de agua que la gana la intercuenca, el 32.27% corresponde a la evapotranspiración real, el 58.18% corresponde a la escorrentía superficial y el 9.55% corresponde a la infiltración o retención de agua.

CAPITULO V: EVALUACION GEOTECNICA

CAPITULO V: EVALUACION GEOTECNICA

5.1.GENERALIDADES

Este estudio tiene como objetivo realizar el análisis de las propiedades y calidad del material donde se realizará la construcción del camino vecinal, principalmente para determinar si es que este material tendrá las características necesarias para soportar la carga. Para la realización de este capítulo se tuvo que seguir las normas técnicas peruanas para cada evaluación realizada.

5.2.EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA SUBRASANTE

Para el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, se tuvo que realizar la apertura manual de 05 calicatas, las 5 calicatas tienen 1.50 m de lado y una profundidad de 2.0 metros de profundidad, para la apertura de las calicatas se usaron herramientas manuales.

CODIGO	NOMBRE	PROGRESIVA	CORDENADAS	
			X	Y
C-01	Calicata N°01	0+000	716931.26	8552097.41
C-02	Calicata N°02	1+000	716931.26	8552097.41
C-03	Calicata N°03	2+000	716931.26	8552097.41
C-04	Calicata N°04	3+000	716931.26	8552097.41
C-05	Calicata N°05	4+000	716931.26	8552097.41

Tabla N° 48: Cuadro de las ubicación de las calicatas aperturadas en la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron calicatas cada 1000 metros para determinar de mejor manera las propiedades físicas y mecánicas a lo largo del trazo del camino vecinal.



Imagen N° 29: Apertura de calicatas de 1.5x1.5x2.0, con ayuda de herramientas manuales

Fuente: Elaboración Propia



Imagen N° 30: Apertura de calicatas de 1.5x1.5x2.0, con ayuda de herramientas manuales
Fuente: Elaboración Propia

5.2.1. NORMATIVA

NORMA	DENOMINACIÓN
NTP 339. 126. 1998	SUELOS, Métodos para la reducción de las muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo
NTP 339. 127. 1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de Humedad de un suelo
NTP 339. 128. 1998	SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico
NTP 339. 129. 1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el limite líquido, limite plástico, e índice de plasticidad de suelos
NTP 339. 131. 1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de los solidos
NTP 339. 132. 1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz N° 200
NTP 339. 134. 1998	SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería S.U.C.S.
NTP 339. 135. 1998	SUELOS. Clasificación de suelos para uso en vías de transporte

Tabla N° 49: Cuadro de las normas técnicas de acuerdo a los ensayos realizados
Fuente: Elaboración propia

Respecto a los ensayos mencionados, es posible proporcionar una breve descripción de los mismos y señalar los propósitos específicos de cada uno. Es importante destacar que los ensayos físicos se centran en la evaluación de las características fundamentales de los suelos, facilitando así su categorización.

5.2.2. ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-421)

La descripción de la granulometría se basa en la disposición de las partículas en un suelo según su tamaño. En este estudio, se determinó utilizando el tamizado, donde el suelo pasa a través de mallas con diversos diámetros hasta alcanzar el tamiz N° 200, con un diámetro de 0.074 milímetros. Se consideró el material que atraviesa esta malla en su totalidad. Además, para evaluar la distribución granulométrica por debajo de este tamiz, se llevó a cabo el ensayo de sedimentación. Los resultados de este análisis se representan mediante una curva granulométrica.



Imagen N° 31: Ensayo de granulometria
Fuente: Elaboración Propia

5.2.3. LIMITE LIQUIDO (ASTM D-423) Y LIMITE PLASTICO (ASTM D-424)

La plasticidad de un suelo se refiere a su capacidad para ser moldeado, lo que está influenciado por la cantidad de arcilla presente en el material que atraviesa la malla N° 200, ya que esta arcilla actúa como aglutinante. Un suelo puede pasar por tres estados definidos según su contenido de humedad: líquido, plástico y seco. Cuando el suelo tiene suficiente humedad para que no pueda ser moldeado, se encuentra en estado semilíquido. A medida que se elimina la humedad, el suelo, aunque sigue estando húmedo, adquiere una consistencia que permite moldearlo o trabajar con él, lo que se conoce como estado plástico. El punto en el que el suelo pasa del estado semilíquido al plástico se denomina límite líquido plástico, mientras que el punto en el que pasa del plástico al semiseco es conocido como Límite Plástico (ASTM D-424).

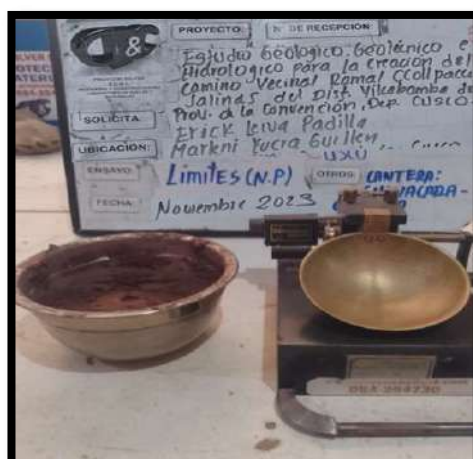


Imagen N° 32: Ensayo de Limite líquido y Limite plástico
Fuente: Elaboración Propia



Imagen N° 33: Ensayo de Limite líquido y Limite plástico
Fuente: Elaboración Propia

5.2.4. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)

El contenido de humedad de una muestra se refiere a la cantidad de agua que esta contiene, expresada como un porcentaje del peso de agua respecto al peso del material seco. Este valor puede variar dependiendo de las condiciones atmosféricas, por lo que es importante realizar el ensayo y trabajar con el resultado casi de inmediato para evitar distorsiones en los cálculos.

Con los resultados de estos ensayos se obtuvieron los siguientes datos:

CALICATA N°	PROGRESIVA	HUMEDAD (%)	LIMETE LIQUIDO	LIMETE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	CLASIFICACION	
						SUCS	AASHTOO
C-01	0+000	6.7	19.7	16.42	3.28	ML	A - 4(0)
C-02	1+000	14.8	23.98	19.74	4.24	GC - GM	A - 1-b(0)
C-03	2+000	5.7	26.69	21.34	5.35	CL - ML	A - 4(1)
C-04	3+000	5.5	26	20	6	GC - GM	A - 2 - 4(0)
C-05	4+000	6.1	24.82	19.75	5.07	GC - GM	A - 2 - 4(0)

Tabla N° 50: Cuadro de los resultados de los ensayos realizados y su interpretación

Fuente: Elaboración propia

5.2.5. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D-2216)

“El ensayo de Próctor se realiza con el objetivo de determinar el contenido óptimo de humedad que logra la máxima densidad seca del suelo mediante una compactación específica. Este procedimiento se lleva a cabo antes de aplicar el agregado en el terreno, con el fin de determinar la cantidad precisa de agua que se debe añadir para alcanzar la mejor compactación.”

"Este proceso de compactación analiza cómo influye el contenido inicial de agua en el suelo en el procedimiento, revelando su importancia crucial en la obtención de una compactación efectiva. Se observa que, a medida que aumenta el contenido de humedad desde valores bajos, se obtienen mayores

densidades secas y, por lo tanto, una mejor compactación del suelo. Sin embargo, esta tendencia no es continua, ya que, al superar cierto valor de humedad, los pesos específicos secos disminuyen, lo que resulta en una compactación menos eficiente en la muestra."

"En resumen, para un suelo dado y utilizando el procedimiento descrito, existe un nivel inicial de humedad denominado "óptimo", que produce la máxima densidad seca posible mediante este método de compactación. Esto se puede explicar considerando que, a bajos contenidos de agua en suelos finos como los arcillosos, el agua se encuentra en forma capilar, generando compresiones entre las partículas del suelo y formando grumos difíciles de desintegrar, lo cual dificulta la compactación."

El incremento en la cantidad de agua reduce la tensión capilar en el suelo, lo que resulta en una mejora en los resultados obtenidos con la misma energía de compactación. Sin embargo, cuando el contenido de agua es excesivo y hay presencia de agua libre, lo que llena casi por completo los espacios vacíos en el suelo, esto dificulta una adecuada compactación. En este caso, el agua no puede desplazarse de manera instantánea bajo los impactos del pisón.

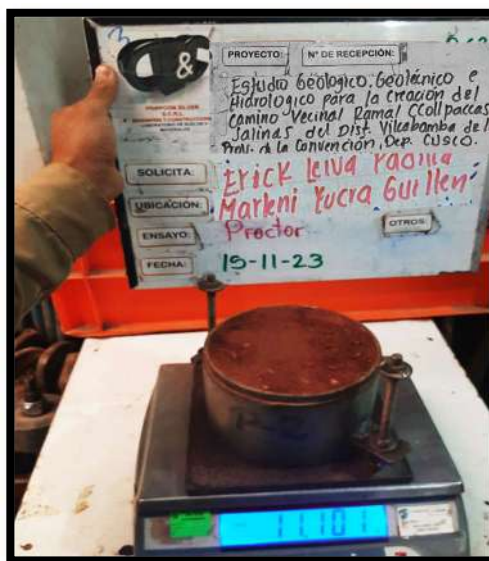


Imagen N° 34: Ensayo de Proctor
Fuente: Elaboración Propia

5.2.6. CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR (ASTM D-1883)

El Índice de California (CBR) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones estrictamente controladas de densidad y humedad. Este índice es fundamental en la planificación de pavimentos flexibles, basándose en relaciones empíricas. Se expresa como un porcentaje y representa la carga unitaria requerida para penetrar un pistón a una profundidad específica en una muestra de material granular. Los valores de carga unitaria se determinan para varias profundidades de penetración en la muestra estándar.

El CBR utilizado en el diseño es el valor obtenido para una profundidad de penetración de 0.1 pulgadas. Dado que el CBR de un agregado varía según su grado de compactación y contenido de

humedad, es esencial replicar de manera precisa las condiciones de campo en el laboratorio, lo cual demanda un control minucioso. A menos que se tenga certeza de que el suelo no retendrá humedad tras la construcción, los ensayos CBR se llevan a cabo en muestras saturadas.



Imagen N° 35: Ensayo de CBR
Fuente: Elaboración Propia

La tabla "Capacidad de Carga - CBR" muestra las propiedades mecánicas de los suelos obtenidas a partir del ensayo de Próctor. Estos valores se utilizan para calcular la capacidad de soporte que orienta el diseño de la estructura del pavimento (adaptado de la información proporcionada).

CALICATA N°	PROGRESIVA	HUMEDAD (%)	CLASIFICACION		M.D.S.	O.C.H.	CBR AL 95%	CBR AL 100%
			SUCS	AASHTOO				
C-01	0+000	6.7	ML	A - 4(0)	1.839	8.39	8	12
C-02	1+000	14.8	GC - GM	A - 1-b(0)	1.93	8.48	21	28
C-03	2+000	5.7	CL - ML	A - 4(1)	1.7	10.81	7	11.2
C-04	3+000	5.5	GC - GM	A - 2 - 4(0)	1.89	9.15	19	25
C-05	4+000	6.1	GC - GM	A - 2 - 4(0)	1.87	9.05	23	30

Tabla N° 51: Cuadro resumes de las propiedades mecánicas de las muestras anilizadas
Fuente: Elaboración propia

5.3.EVALUACION DE CANTERA

"La evolución de canteras como fuentes de agua ha permitido ubicar, identificar y clasificar el material de préstamo a utilizar en la conformación de la estructura del pavimento y para las obras de concreto. La finalidad de definir los bancos de material de préstamo se realiza para detectar volúmenes alcanzables y explotables, que satisfagan la demanda del proyecto y cumplan con las especificaciones técnicas requeridas."

Estos materiales son necesarios para la conformación de la estructura del pavimento proyectado. Se tuvieron en cuenta lo siguiente:

- Calidad
- Potencia y rendimiento
- Su accesibilidad
- Su situación legal

5.3.1. NORMATIVIDAD

"Con el objetivo de evaluar las propiedades índices y geotécnicas de las muestras, se llevaron a cabo los ensayos correspondientes siguiendo los procedimientos establecidos por la American Society for Testing and Materials (ASTM). Se dispuso de una muestra representativa extraída de una cantera, con un peso cercano a los 60 kg, para llevar a cabo dichos ensayos."

A continuación, se presenta un resumen tabular de los ensayos llevados a cabo.

NORMA	DENOMINACION
NTP 339.126.1998	SUELOS, Métodos para la reducción de las muestras de campo a tamaños de muestras de ensayo
NTP 339.127.1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de Humedad de un suelo
NTP 339.128.1998	SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico
NTP 339.129.1998	SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
NTP 339.134.1998	SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería S.U.C.S.

Tabla N° 52: Cuadro resúmenes de las normas técnicas para cada ensayo realizado
Fuente: Elaboración propia

5.3.2. PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA CANTERA

De acuerdo a los ensayos realizados se pudo obtener los siguientes datos:

CANTERA	HUMEDAD (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTOO
SIN NOMBRE	5.90	24.00	19.99	4.01	GP – GC – GM	A - 1 - a(0)

Tabla N° 53: Cuadro resumen de las propiedades físicas de la cantera
Fuente: Elaboración propia

CANTERA	CLASIFICACION		M.D.S.	O.C.H.	CBR AL 95 %	CBR AL 100 %
	SUCS	AASHTOO				
SIN NOMBRE	GP – GC – GM	A - 1 - a(0)	1.95	10.31	55.00	78.00

Tabla N° 54: Cuadro resumen de las propiedades mecánicas de la cantera
Fuente: Elaboración propia

"Las observaciones de campo, los resultados de los ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y la clasificación visual de los materiales permiten interpretar y describir las características físico-mecánicas de los mismos. Esto orienta su uso o descarte según su calidad para las diversas obras propuestas en el estudio actual. Los estratos hallados en el estudio de campo se clasificaron conforme a AASHTO y SUCS, y se ensayaron según la Norma EM-2000 del MTC"

Las características de las Canteras Localizadas son las siguientes:

N° 01: CANTERA "SIN NOMBRE"		
UBICACIÓN	A 0.51 Km del Km 0+000	
ACCESO	Por vía carrozable que va hacia el C.P. Pampaconas	
PROPIETARIO	Sin propietario	
PERIODO DE EXPLOTACION	En temporada de estiaje (Mayo - Noviembre), con maquinaria pesada	
MATERIAL	Gravas arenosas con bolones y bloques	
ORIGEN	Roca suelta	
FORMA	Angulosa 30% y Subangulosa 50%	
COLOR	Marron rojizo claro	
TEXTURA	Ligeramente rugosa	
DUREZA	Media	
USOS	RENDIMIENTO	TRATAMIENTO
MSR	95%	Z
SBG	95%	Z
AF	90%	Z
MCCP	40%	L,Z,M
POTENCIA	358.45 m3	

Tabla N° 55: Cuadro resumes de las propiedades de la cantera a utilizar
Fuente: Elaboración propia

USOS		TRATAMIENTOS	
R	Relleno	Z	Zarandeo
MSR	Mejoramiento de Subrasante	Tp	Trituración Primaria
SBG	SubBase Granular	Ts	Trituración Secundaria
BGT	Base Granular Triturada	M	Mezcla
MCCP	Mezcla de Concreto con Cemento Pórtland	L	Lavado
EMP	Empedrado	E	Explosivos
DR	Defensa Ribereña	SEL	Selección
GV	Gaviones	M	Mezcla
AF	Afirmado		

CAPITULO VI: ANALISIS Y RESULTADOS

CAPITULO VI: ANALISIS Y RESULTADOS

6.1. ANALISIS TOPOGRÁFICO

- "El criterio seguido para el trazado fue evitar volúmenes exagerados de movimiento de tierras, protegiendo al máximo el medio ambiente"
- Se establecieron BM en el recorrido de la Carretera los cuales sirvieron de apoyo para el levantamiento Topográfico, los cuales se documentaron con pintura y/o señalados en rocas fijas.
- Se tuvo como resultado principal el plano en planta y perfiles de corte para determinar los volúmenes de corte, siendo esto de 24,296.45 m³.

6.2. ANÁLISIS HIDROLÓGICO

- Por las características pluviométricas que presenta las regiones de la sierra se observa que ejerce gran influencia la ubicación de las regiones respecto a su altitud siendo por esta razón que se regionalizaron los datos pluviométricos mediante una recta de regresión simple, donde la elevación es el valor independiente y la precipitación se considera dependiente.
- En total se ha identificado 4 quebradas y manantes por donde atravesará el eje de la vía, donde solo 02 de ellos se ha efectuado un estudio hidrológico debido a que el resto son similares a los indicados en el presente estudio, además se puede observar que no existen cursos de agua con caudales considerables motivo por el cual no se presentan cuencas hidrológicas que ameritan un estudio exhaustivo y por tanto no se plantean estructuras especiales como puentes, pontones, etc.
- Por razones de escurrimiento moderado, economía y disponibilidad de materiales se sugiere el planteamiento de alcantarillas de Concreto Armado para las cuencas estudiadas y en algunos casos badenes de concreto simple.
- Durante el reconocimiento de campo se ha localizado 4 quebradas y las más importantes son las siguientes cuencas pequeñas, donde solo 2 de ellas son causes vivas, el resto es cause seca:

SUB CUENCA DENOMINACIÓN	UBICACIÓN PROGRESIVA	CAUDAL AFORADO Q (Lt/s)	CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS
C1	03+810	0.91	Cause de agua estable
C2	00+055	0.68	Quebrada seca
C3	00+260	0.33	Quebrada seca
C4	00+430	0.8	Cause de agua estable

- De los tres cuadros I, II y III se concluye en diseñar estructuras hidráulicas con las siguientes características:

CUENCA	TIPO DE ESTRUCTURA	VIDA UTIL (N)	Tr (años)	INTENSIDAD DE DISEÑO
C1	Alcantarillas de paso	20	20	49.00
C2	Alcantarillas de alivio	20	10	50.00
C3	Alcantarillas de alivio	20	10	38.00
C7	Alcantarillas de paso	20	20	12.00

6.3. ANÁLISIS GEOTÉCNICO Y GEOMECÁNICO

- La zona del “ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DEL CUSCO” conforma parte de una extensa lomada, donde se han desarrollado suelos residuales o material suelto.
- Los suelos de fundación, en las Progresiva: Km. 01+000, Km. 03+000, Km. 04+000, corresponden a suelos gravosos, identificados en la clasificación SUCS como GM, y en la clasificación AASHTO como A-2-4 (0), de baja humedad y no plásticos.
- En las progresivas Km. 00+000, Km. 02+000 el terreno de fundación de este tramo corresponde a suelos residuales identificados como: material limoso con gravas, identificadas como ML, CL-ML. de acuerdo a la clasificación SUCS y A-4(0) según la clasificación AASHTO, en general presentan buenas condiciones físicas y mecánicas incrementados por la ausencia de agua subterránea, que pudiera alterar sus propiedades.
- Los parámetros físicos de las calicatas dan los siguientes resultados

CALICATA N°	PROGRESIVA	HUMEDAD (%)	LIMETE LIQUIDO	LIMETE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	CLASIFICACION	
						SUCS	AASHTOO
C-01	0+000	6.7	19.7	16.42	3.28	ML	A - 4(0)
C-02	1+000	14.8	23.98	19.74	4.24	GC - GM	A - 1-b(0)
C-03	2+000	5.7	26.69	21.34	5.35	CL - ML	A - 4(1)
C-04	3+000	5.5	26	20	6	GC - GM	A - 2 - 4(0)
C-05	4+000	6.1	24.82	19.75	5.07	GC - GM	A - 2 - 4(0)

- Los parámetros mecánicos de la subrasante se dan a continuación:

CALICATA N°	PROGRESIVA	HUMEDAD (%)	CLASIFICACION		M.D.S.	O.C.H.	CBR AL 95%	CBR AL 100%
			SUCS	AASHTOO				
C-01	0+000	6.7	ML	A - 4(0)	1.839	8.39	8	12
C-02	1+000	14.8	GC - GM	A - 1-b(0)	1.93	8.48	21	28
C-03	2+000	5.7	CL - ML	A - 4(1)	1.7	10.81	7	11.2
C-04	3+000	5.5	GC - GM	A - 2 - 4(0)	1.89	9.15	19	25
C-05	4+000	6.1	GC - GM	A - 2 - 4(0)	1.87	9.05	23	30

- En las calicatas aperturadas no se ha encontrado agua subterránea hasta una profundidad prospectada de -2.00 metros.
- Las aguas de escorrentía estacional, se incrementa considerablemente en los meses de diciembre a marzo, por lo que se recomienda realizar un adecuado manejo de las aguas de escorrentía, mediante la construcción de alcantarillas y cunetas de concreto armado.

CONCLUSIONES

1. Se realizaron los estudios geológicos, geotécnicos e hidrológicos para la Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención – Cusco, destacando en el ámbito geológico la presencia, principalmente de la formación Collpaccasa, Muñani y Grupo los cuales principalmente están compuestos por conglomerados y areniscas cuarzo feldespáticas pardas, con intercalación de gravas (matriz arcillosa con clastos) y limolitas rojas, los cuales están presentes a lo largo del trazo de carretera. En el caso del ámbito geotécnico se realizó las evaluaciones correspondientes a la cantera a usarse obteniendo como resultado que la cantera en mención es apta para su uso ya que cumple con los requisitos mínimos establecidos en los manuales de diseño de vías no pavimentadas elaborado por el MTC. Y en el caso del ámbito hidrológico se determinó la presencia de 4 puntos de agua principalmente teniendo así los caudales de cada uno de ellos, en ese sentido se determinó que los datos obtenidos son los adecuados para la viabilidad del proyecto.
2. Se determinó las características del entorno geológico, hidrológicos sobre el cual se realizará la Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención – Cusco, siendo esto de acuerdo a lo siguiente:
 - Las características geológicas determinadas, son principalmente la presencia de material rocoso correspondiente a areniscas feldespáticas por tramos, propios de la formación Muñani, intercalado con lutitas color rojizas de dureza media a baja, el cual está presente en la mayor parte del tramo.
 - Las características hidrológicas, son principalmente la presencia de 4 puntos de agua con caudales entre 0 a 2 litros/segundos, en consecuencia, se pudo realizar al análisis de hidrológico para determinar el caudal máximo para cada uno de estos puntos, con la finalidad de poder recomendar el diseño de obras civiles que eviten el deterioro de la plataforma de rodadura.
3. Se determinó las características físico – mecánicas y geotécnicas de los materiales existentes en la zona para la Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención - Cusco., estos están de acuerdo a lo siguiente:
 - La cantera a usarse posee un rendimiento de 95% correspondiente a usos MSR y

SBG y un 90% AF, los cuales deberán de ser tratados mediante zarandeo y mezcla previamente antes de ser usado.

- El volumen total a usarse de la cantera corresponde a 280.98 m³, cabe resaltar que el volumen de la cantera estudiada es de 358.45 m³, por lo que se usara la cantera en todo el proceso de ejecución del proyecto.
- La cantera en mención de acuerdo a los ensayos realizados se considera una cantera gravosa mal gradada con presencia de limo y arcillas, de acuerdo a las normas técnicas peruanas establecidas por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, se considera una cantera apta para su uso para sub base granular.
- Se concluye que de acuerdo a los estudios realizados en la sub rasante se puede concluir que el material es muy bueno el cual no tiene la necesidad de mejorar dicha sub-rasante.

4. Se determinó las características topográficas de la zona del proyecto de tesis para la Creación del Camino Vecinal Ramal Collpaccasa - Salinas del Distrito de Vilcabamba, La Convención – Cusco, siendo estas de acuerdo a lo siguientes:

- Se realizó el levantamiento topográfico de la zona de estudio y como resultado se obtuvo el plano topográfico base teniéndose las curvas de nivel cada 1 metro.
- Se diseñó los perfiles de corte transversal con la finalidad de determinar los volúmenes de corte para la creación del camino vecinal teniendo un total de 24,296.45 m³.
- Se tuvo pendientes de porcentaje en las laderas por donde pasa el trazo del camino vecinal teniendo pendientes entre 15 y 75% concluyendo así que la zona de estudio es ligeramente accidentada.

RECOMENDACIONES

1. Todos los proyectos y obras civiles deben de contar con estudios básicos geológicos, geomorfológicos e hidrológicos para determinar principalmente el cronograma y tiempos de ejecución del proyecto.
2. Se debe de realizar los trabajos de levantamiento topográfico en temporadas donde no haya precipitaciones pluviales, ya que la precipitación podría malograr los equipos y descalibrarlos, por lo que los resultados se verían afectados.
3. Se recomienda al momento de realizar la apertura del camino vecinal colocar una base granular de 15 mm teniendo en cuenta que la sub rasante de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas se considera un material muy bueno sin necesidad de mejorarlo con otro tipo de material y alguna base granular muy amplia.
4. Se recomienda la extracción del material de cantera en temporada de estiaje para evitar la modificación en las propiedades físicas y mecánicas óptimas de esta, además de que se recomienda realizar la extracción con maquinaria pesada, ya que la potencia de la cantera es la suficiente para cubrir los trabajos planteados.
5. Se recomienda la presencia de Ingenieros Geólogos en los procesos de formulación, ejecución y cierre del proyecto, ya que la participación técnica en dichos proyectos mejoraría los tiempos de ejecución para evitar retrasos en el cronograma de ejecución.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarado R. & Torres D., (2019); Análisis de la estabilidad y estimación preliminar de riesgos por deslizamiento para el mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y desagüe en la localidad de Vilcabamba, distrito de Vilcabamba, Provincia de La Convención, Departamento de Cusco; Arequipa; Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Braja, M. Das. (2008); Fundamentos de Ingeniería Geotécnica; Cuarta Edición; México, CENGAGE learning.
- Huaman U., (2019); Estudio geodinámica geotécnico para el mejoramiento y ampliación de la carretera San Marino – Vilcabamba en su primer tramo puente Chaullay - Oyara distrito de Vilcabamba - La Convención – Cusco; Cusco; Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Marocco, R. (1978); Estudio Geológico de la Cordillera de Vilcabamba; Boletín N°4, Lima – Perú; Instituto de Geología y Minería.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2008); Manual para la conservación de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito; Lima – Perú; Editorial Gráfica Educativa.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2018); Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018; Lima – Perú; MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2013); Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos; Lima – Perú; MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2013); Manual de Hidrología, hidráulica y drenaje; Lima – Perú; MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2013); Manual de Dispositivos de control del tránsito para calles y carreteras; Lima – Perú; MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], (2008); Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito; Lima – Perú; MTC.

- Chereque, W., (2003); Hidrología; 2da edición; Lima – Perú; Pontifice Universidad Católica del Perú.
- Bateman, A. (2007); Hidrología Básica y Aplicada; Cataluña – España; Univerisdad Politecnica de Cataluña.
- Carlotto, V. & Cardenas, J. & Romero, D. & Valdivia, W. & Tintaya, D. (1999); Geología de los Cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu; Lima – Perú; Instituto de Geología, Minería y Metalurgia (INGEMMET).
- Carlotto, V. & Cardenas, J. & Romero, D. & Valdivia, W. & Jaimes, F. (1997); Geología de los Cuadrángulos de Chuanquiri y Pacaypata; Lima – Perú; Instituto de Geología, Minería y Metalurgia (INGEMMET).

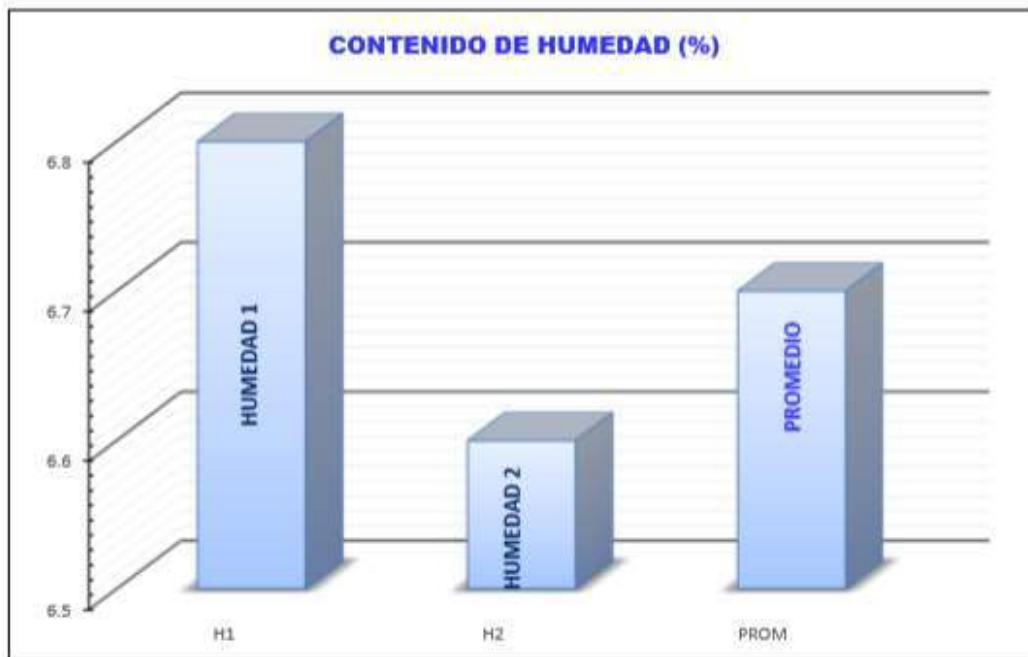
ANEXOS

ANEXO I. HOJAS DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DEL CUSCO"

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216 - MTC E-108
Progresiva: 0+000 Lado: Eje Profundidad: 2.00 m Muestra: M-01

CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS MUESTRA INTEGRAL					
Muestra	Nº	1	2		PROMEDIO
Recipiente	Nº	01	02		
Peso recipiente + suelo húmedo	gr	366.3	388.5		
Peso recipiente + suelo seco	gr	346.6	368.2		
Peso del recipiente	gr	59.0	59.0		
Peso de agua	gr	19.7	20		
Peso del suelo seco	gr	287.6	309		
Contenido de Humedad	%	6.8	6.6		6.7



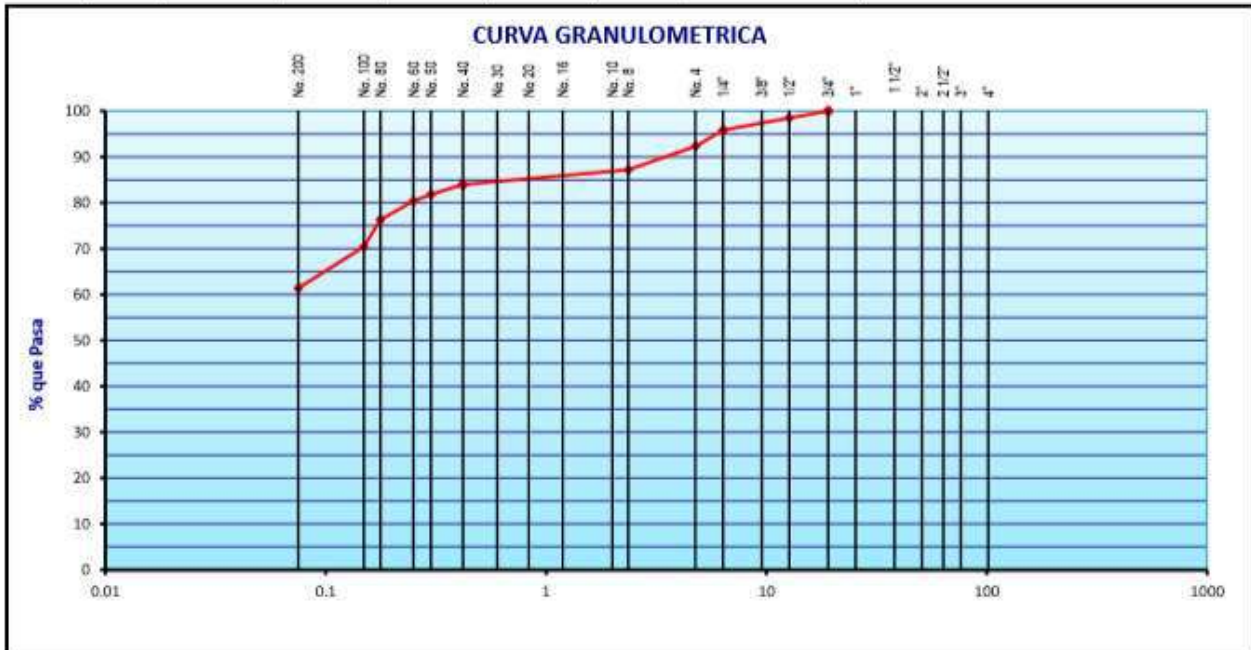
Obsevaciones: _____

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - ASTM D 422**

Progresiva: 0+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-01

	Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra
				Parcial	Acumulado			
PIEDRA O CANTOS	4"	101.600						
	3"	76.200						Grava > 3"
GRUESA	2 1/2"	63.500				0.0		Grava : 7.7 %
	2"	50.800	0.0	0.0	0.0	0.0		Arena : 30.9 %
	1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	0.0		Finos : 61.4 %
	1"	25.400	0.0	0.0	0.0	0.0		
	3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0		Humedad Natural : 6.7 %
	1/2"	12.700	22.0	1.5	1.5	98.5		
	3/8"	9.525	0.0	0.0	0.0	0.0		Limite Liquido : 19.70
	1/4"	6.350	40.0	2.7	4.2	95.8		Limite Plastico : 16.42
	No. 4	4.760	52.0	3.5	7.7	92.3		I.P : 3.28
	ARENA	No. 8	2.360	82.0	5.1	12.8	87.2	
No. 10		2.000	0.0	0.0	0.0	0.0		CLASIFICACION SUCS: ML
No. 16		1.190	0.0	0.0	0.0	0.0		
No. 20		0.834	0.0	0.0	0.0	0.0		
No. 30		0.600		0.0	0.0	0.0		
No. 40		0.420	52.0	3.2	16.0	84.0		- Limo
No. 50		0.300	35.0	2.2	18.2	81.8		
No. 60		0.250	22.0	1.4	19.6	80.4		Peso Inicial (gr) : 1500.0
No. 80		0.177	66.0	4.1	23.7	76.3		Peso Fracción (gr) : 1480.0
No. 100		0.149	94.0	5.9	29.6	70.4		
No. 200	0.075	145.0	9.0	38.6	61.4			
-200	---	984.0	61.4	100.0				



OBS. : _____

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA

Progresiva: 0+000
 Lado: Eje
 Profundidad: 2.00 m
 Muestra: M-01

LIMITE PLASTICO MTC E 111

Capsula Nro	1	2	PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	16.18	15.89	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	28.40	26.12	
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	26.64	24.68	
Peso del Agua (gr)	1.76	1.44	
Peso del Suelo Seco (gr)	10.46	8.99	
Contenido de Humedad (%)	16.83	16.02	

LIMITE LIQUIDO MTC E 110

Capsula Nro	4	5	10
Peso de la Capsula (gr)	16.47	15.98	15.63
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	38.44	39.62	42.20
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	35.00	35.70	37.20
Numero de Golpes	30	24	15
Peso del agua (g)	3.44	3.92	5.00
Peso del Suelo Seco (gr)	18.53	19.72	21.57
Contenido de Humedad (%)	18.56	19.88	23.18

	RESULTADOS	ESPECIFICADO
L.L. :	19.70	-----
L.P. :	16.42	-----
I.P. :	3.28	-----

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES: _____

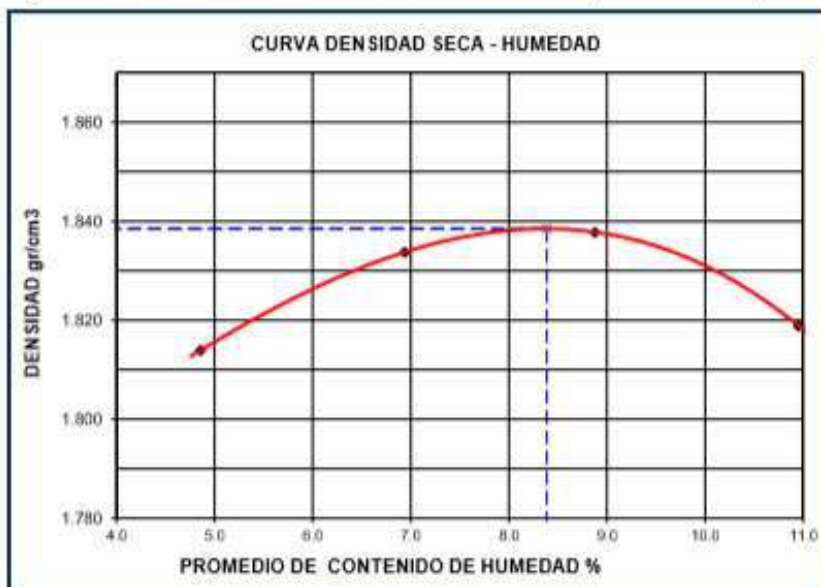
PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)

ASTM - 1557 MTC E 115

Progresiva: 0+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-01

Metodo de compactacion		A			
Numero de golpes		25			
Numero de capas		5			
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	10908	11032	11116	11152
2. Peso del molde	gr	8908	8908	8908	8908
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4000	4124	4208	4244
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1.902	1.981	2.001	2.018
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		4	5	6	7
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	658.5	485.5	377.8	443.8
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	628.0	454.0	347.0	400.0
9. Peso del agua	gr	30.5	31.5	30.8	43.8
10. Peso de la capsula	gr				
11. Peso del suelo seco	gr	628.0	454.0	347.0	400.0
12. Contenido de humedad	%	4.86	6.94	8.88	10.95
12. Contenido de Humedad	%	4.86	6.94	8.88	10.95
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.814	1.834	1.838	1.819



RESULTADOS	
Humedad optima	8.39%
Densidad Maxima	1.84

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DEL CUSCO

Progresiva: 0+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-01

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.839
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	8.39 %

**ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
ASTM D1883 MTC E-132**

Molde N°		2		6		7	
N° Capa		5		5		5	
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	gr.	11145	11521	11174	11620	10982	11165
Peso de molde	gr.	8914	8914	7240	7240	7240	7240
Peso del suelo húmedo	gr.	4231	4607	3934	4380	3742	3925
Volumen del molde	cm ³	2129	2129	2124	2124	2124	2124
Densidad húmeda	gr/cm ³	1.987	2.164	1.852	2.062	1.762	1.848

CALCULO DE HUMEDAD

Tarro N°							
Tarro + Suelo húmedo	gr.	475.5	325.6	465.2	302.5	462.5	298.9
Tarro + Suelo seco	gr.	438.6	298.8	437.2	277.0	433.2	271.0
Peso del Agua	gr.	36.9	26.8	28.0	25.5	29.3	27.9
Peso del tarro	gr.						
Peso del suelo seco	gr.	438.6	298.8	437.2	277.0	433.2	271.0
Humedad	%	8.41	8.96	6.40	9.21	6.76	10.30
Densidad seca	gr/cm ³	1.833	1.988	1.741	1.888	1.650	1.675

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
	13:00:00	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0
	13:00:00	24	6	0.2	0.1	10	0.3	0.2	14	0.4	0.3
	13:00:00	48	12	0.3	0.3	18	0.5	0.4	22	0.6	0.5
	13:00:00	72	18	0.5	0.4	24	0.6	0.5	30	0.8	0.7
	13:00:00	96	21	0.5	0.5	30	0.8	0.7	44	1.1	1.0

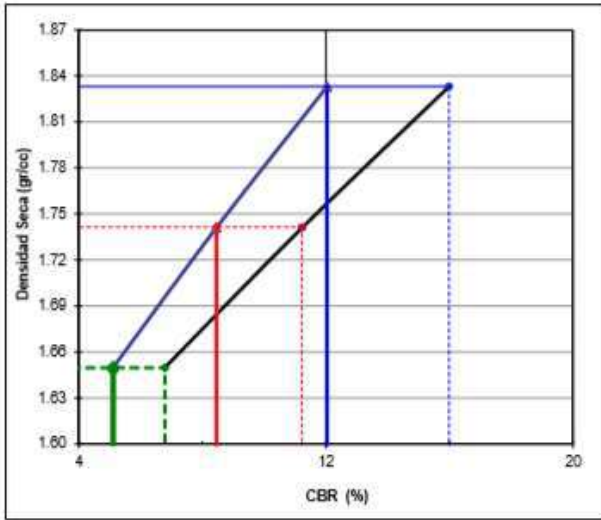
PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 2				MOLDE N° 6				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.00		0	0			0	0			0	0		
0.63		15	58.5			9	35.1			5	19.5		
1.27		30	117.0			19	74.2			11	42.9		
1.90		48	187.2			32	125.0			19	74.2		
2.54	70.3	62	241.8	8.5	12.0	42	164.1	5.9	8.5	28	109.4	3.6	5.1
3.17		72	280.8			52	203.2			35	136.7		
3.81	105.5	95	370.5	16.9	16.0	72	281.6	11.8	11.2	42	164.2	7.2	6.8
5.08		108	421.2			81	316.9			48	187.8		
7.62		152	592.7			96	378.4			58	227.0		
10.16		188	733.1			121	475.0			74	289.9		
12.70		202	787.7			136	534.0			92	360.4		

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

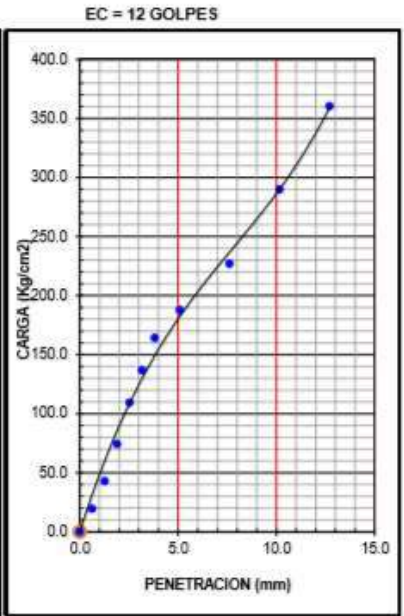
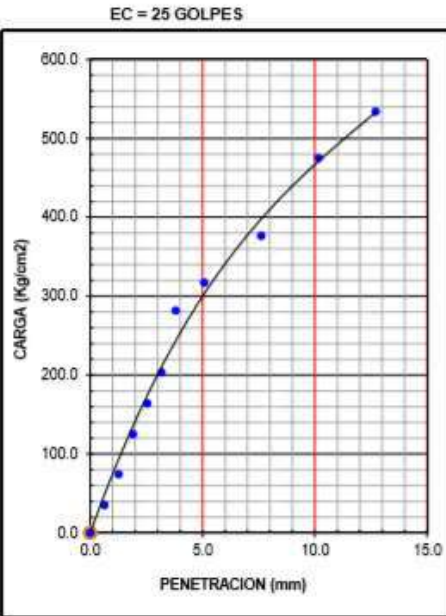
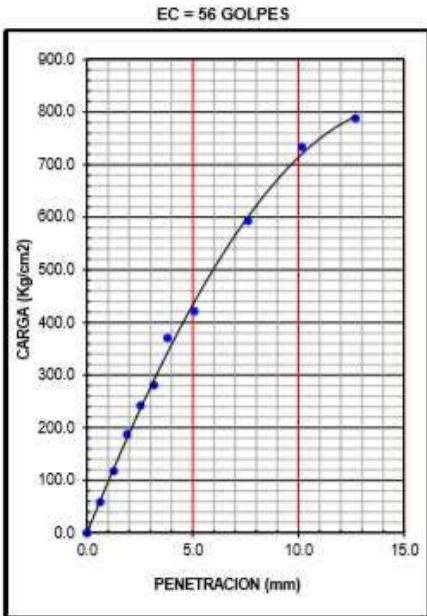
Progresiva: 0+000
 Lado: Eje
 Profundidad: 2.00 m
 Muestra: M-01

GRAFICO DE PENETRACION DE CBR
 ASTM D 1883 MTC E-132



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	12	0.2":	16
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	8	0.2":	11
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	5	0.2":	7

OBSERVACIONES:



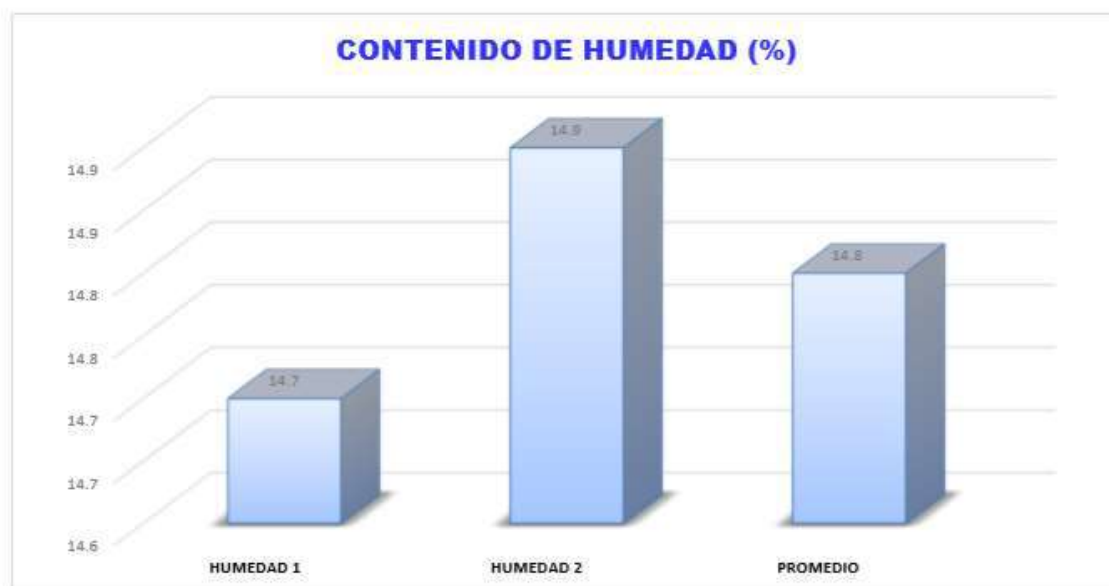
PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D 2216 - MTC E-108

Progresiva: 1+000
 Lado: Eje
 Profundidad: 2.00 m
 Muestra: M-02

CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS MUESTRA INTEGRAL					
Muestra	Nº	1	2		PROMEDIO
Recipiente	Nº	10	25		
Peso recipiente + suelo húmedo	gr	341.5	495.2		
Peso recipiente + suelo seco	gr	305.0	437.7		
Peso del recipiente	gr	56.8	52.6		
Peso de agua	gr	36.5	57		
Peso del suelo seco	gr	248.2	385		
Contenido de Humedad	%	14.7	14.9		14.8

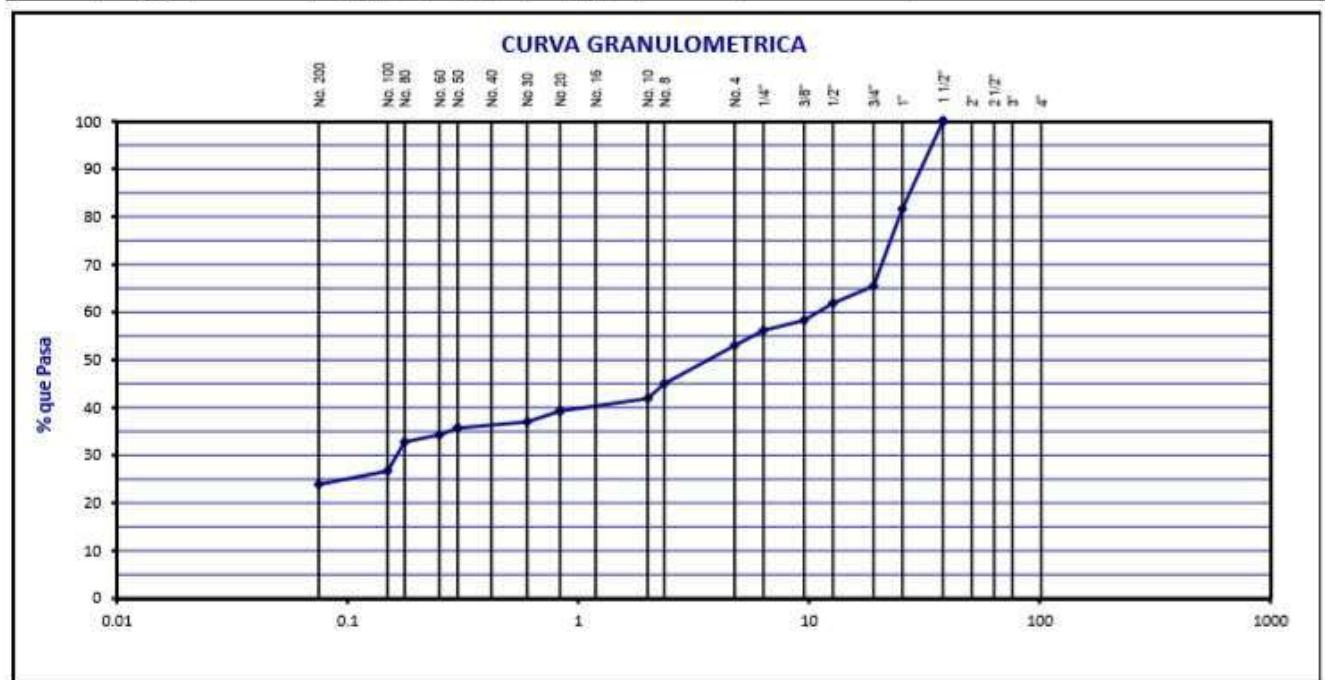


PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - ASTM D 422**

Progresiva: 1+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-02

	Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra	
				Parcial	Acumulado				
PIEDRA O CANTOS	4"	101.600							
	3"	76.200						Grava > 3" :	
GRAVA	GRUESA	2 1/2"	63.500			0.0		Grava : 47.0 %	
		2"	50.800	0.0	0.0	0.0		Arena : 29.1 %	
		1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	Finos : 23.9 %	
		1"	25.400	1854.0	18.4	18.4	81.6		
		3/4"	19.050	1625.0	16.1	34.5	65.5		
	FINA	1/2"	12.700	363.0	3.6	38.1	61.9		Humedad Natural : 14.8 %
		3/8"	9.525	368.0	3.6	41.7	58.3		Limite Liquido : 23.98
		1/4"	6.350	208.0	2.1	43.8	56.2		Limite Plastico : 19.74
		No. 4	4.760	323.0	3.2	47.0	53.0		I.P. : 4.24
ARENA	GRUESA	No. 8	2.360	82.0	8.0	55.0	45.0		CLASIFICACION AASHTO: A-1-b(0)
		No. 10	2.000	32.0	3.1	58.1	41.9		
	MEDIA	No. 16	1.190		0.0	0.0	0.0		CLASIFICACION SUCS: GC-GM
		No. 20	0.834	26.9	2.6	60.7	39.3		
		No. 30	0.600	23.5	2.3	63.0	37.0		
		No. 40	0.420		0.0	0.0	0.0		
		No. 50	0.300	13.0	1.3	64.3	35.7		
	FINA	No. 60	0.250						
		No. 80	0.177	15.0	1.5	67.2	32.8		Peso Inicial (gr) : 10100.0
		No. 100	0.149	62.0	6.1	73.3	26.7		Peso Fracción (gr) : 540.0
No. 200		0.075	28.2	2.8	76.1	23.9			
-200		---	243.4	23.9	100.0				



PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA

Progresiva: 1+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-02

LIMITE PLASTICO MTC E 111

Capsula Nro	8	9	PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	16.91	16.39	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	26.35	25.14	
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	24.78	23.71	
Peso del Agua (gr)	1.57	1.43	
Peso del Suelo Seco (gr)	7.87	7.32	
Contenido de Humedad (%)	19.95	19.54	19.74

LIMITE LIQUIDO MTC E 110

Capsula Nro	1	4	5
Peso de la Capsula (gr)	16.18	16.47	15.98
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	40.65	40.98	40.25
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	36.19	36.19	35.19
Numero de Golpes	34	24	16
Peso del agua (g)	4.46	4.79	5.08
Peso del Suelo Seco (gr)	20.01	19.72	19.21
Contenido de Humedad (%)	22.29	24.29	26.34

	RESULTADOS	ESPECIFICADO
L.L. :	23.98	-----
L.P. :	19.74	-----
I.P. :	4.24	-----

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES:

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)

ASTM - 1557 MTC E 115

Progresiva: 1+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-02

Metodo de compactacion		C			
Numero de golpes		56			
Numero de capas		5			
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	11030	11240	11354	11362
2. Peso del molde	gr	6908	6908	6908	6908
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4122	4332	4446	4454
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1.960	2.060	2.114	2.118
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°					
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	362.8	350.7	392.7	398.9
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	348.0	334.0	363.0	364.0
9. Peso del agua	gr	14.8	16.7	29.7	34.9
10. Peso de la capsula	gr	56.9	102.0	71.5	86.9
11. Peso del suelo seco	gr	291.1	232.0	291.5	277.1
12. Contenido de humedad	%	5.08	7.20	10.19	12.59
12. Contenido de Humedad	%	5.08	7.20	10.19	12.59
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.865	1.922	1.919	1.881



RESULTADOS	
Humedad optima	8.48%
Densidad Maxima	1.930

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

Progresiva: 1+000
 Lado: Eje
 Profundidad: 2.00 m
 Muestra: M-02

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.930	gr/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	8.48	%

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
 ASTM D1883 MTC E-132

Molde Nº		12		13		14	
Nº Capa		5		5		5	
Golpes por capa Nº		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	gr.	11779	11824	12530	11766	11372	12509
Peso de molde	gr.	7320	7320	8253	8253	7370	7370
Peso del suelo húmedo	gr.	4459	4504	4277	3513	4002	5139
Volumen del molde	cm ³	2124	2124	2141	2141	2123	2123
Densidad húmeda	gr/cm ³	2.099	2.121	1.998	1.641	1.885	2.421

CALCULO DE HUMEDAD

Tarro Nº							
Tarro + Suelo húmedo	gr.	495.5	295.8	425.8	302.5	495.5	305.5
Tarro + Suelo seco	gr.	457.0	271.0	393.0	278.0	457.6	279.0
Peso del Agua	gr.	38.5	24.8	32.8	24.5	37.9	26.5
Peso del tarro	gr.						
Peso del suelo seco	gr.	457.0	271.0	393.0	278.0	457.6	279.0
Humedad	%	8.42	9.15	8.35	8.81	8.28	9.50
Densidad seca	gr/cm ³	1.936	1.943	1.844	1.508	1.741	2.211

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
	13:00:00	0									
	13:00:00	24									
	13:00:00	48									
	13:00:00	72									
	13:00:00	96									

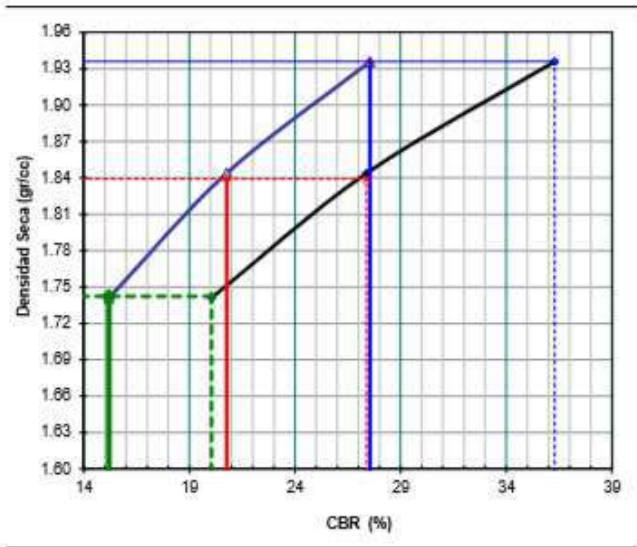
PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 12				MOLDE Nº 13				MOLDE Nº 14			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00		0	0			0	0			0	0		
0.63		35	136.6			20	78.0			10	39.0		
1.27		55	214.7			42	163.9			25	97.6		
1.90		72	281.2			56	218.7			36	140.5		
2.54	70.3	88	343.8	19.4	27.5	70	273.4	14.6	20.8	48	187.4	10.7	15.2
3.17		108	422.2			84	328.2			61	238.2		
3.81	105.5	128	500.6	38.3	36.3	100	390.8	28.9	27.4	78	304.7	21.1	20.0
5.08		135	528.1			112	437.9			94	367.3		
7.62		166	649.8			132	516.3			100	390.8		
10.16		202	791.4			164	641.9			112	437.9		
12.70		282	1106.9			216	846.5			158	618.4		

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

Progresiva: 1+000
 Lado: Eje
 Profundidad: 2.00 m
 Muestra: M-02

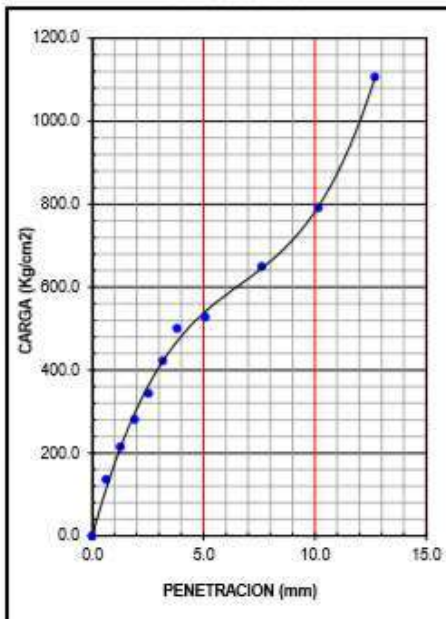
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR
 ASTM D 1883 MTC E-132



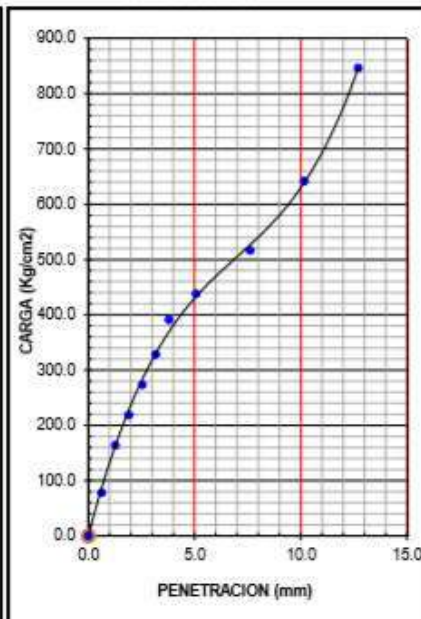
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	28	0.2":	36
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	21	0.2":	27
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	15	0.2":	20

OBSERVACIONES:

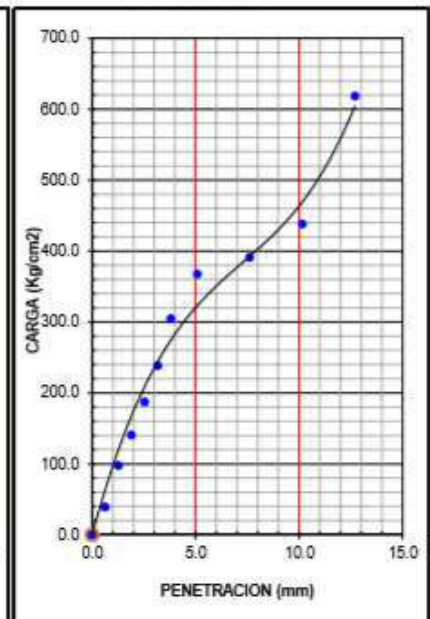
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES

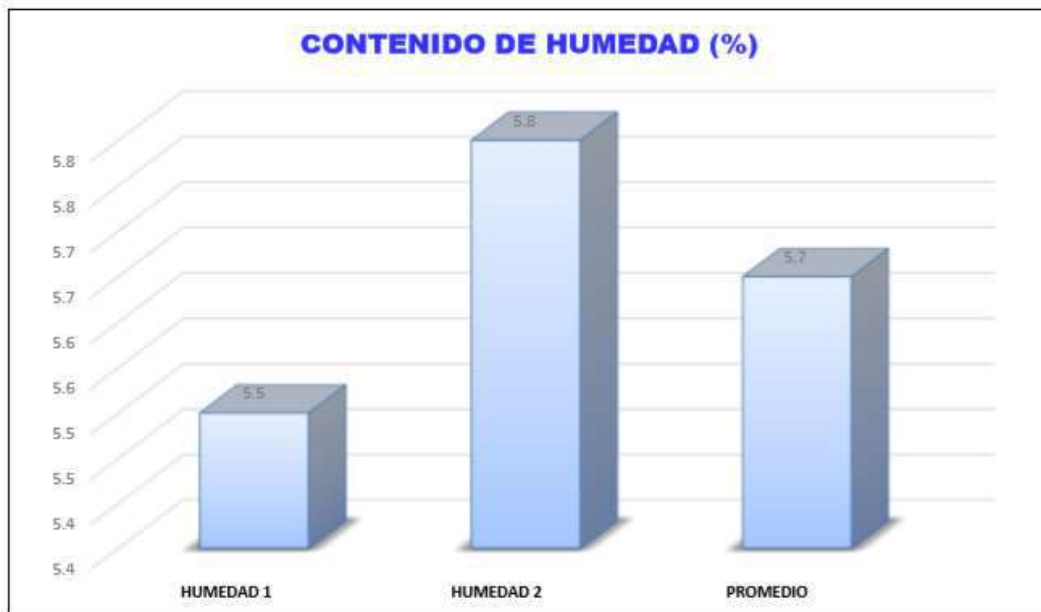


PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D 2216 - MTC E-108**

Progresiva: 2+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-02

CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS MUESTRA INTEGRAL				
Muestra	Nº	1	2	PROMEDIO
Recipiente	Nº	08	09	
Peso recipiente + suelo húmedo	gr	380.2	392.2	
Peso recipiente + suelo seco	gr	364.0	374.0	
Peso del recipiente	gr	72.0	59.0	
Peso de agua	gr	16.2	18	
Peso del suelo seco	gr	292.0	315	
Contenido de Humedad	%	5.5	5.8	5.7

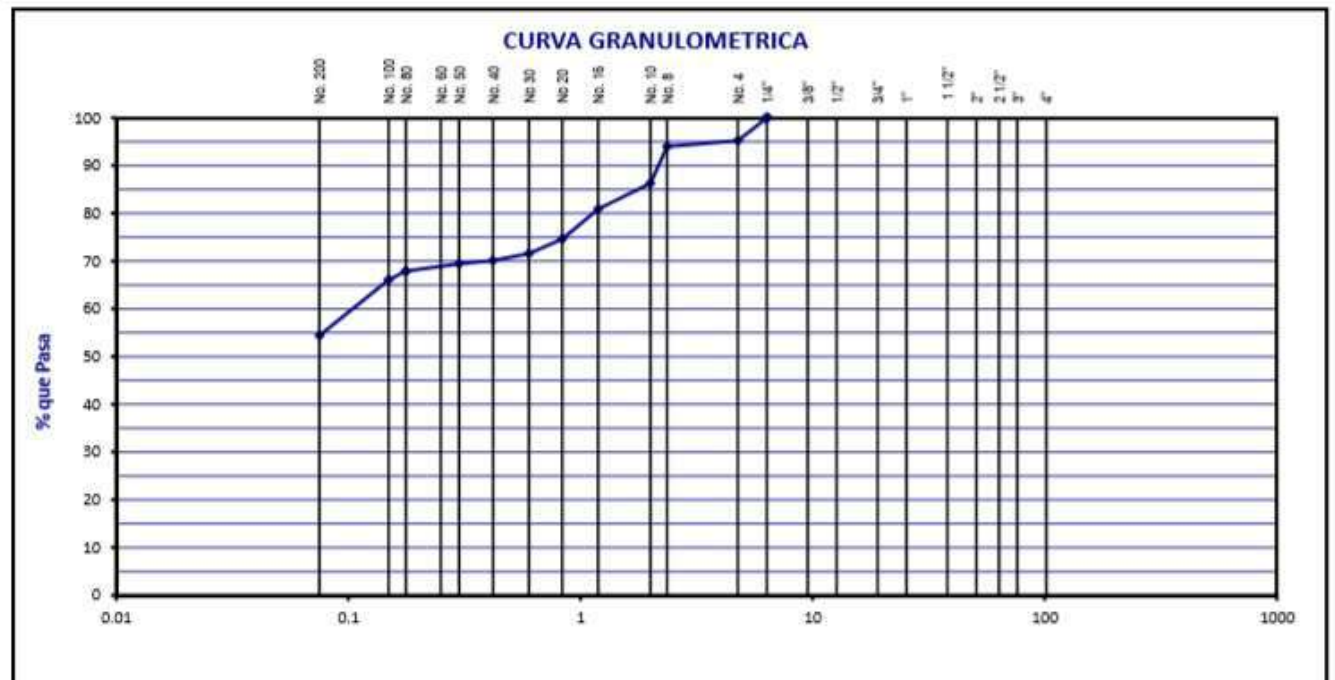


PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - ASTM D 422**

Progresiva: 2+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-02

	Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra
				Parcial	Acumulado			
PIEDRA O CANTOS	4"	101.600						
	3"	76.200						Grava > 3"
GRAVIA	GRUESA	2 1/2"	63.500					Grava : 4.8 %
		2"	50.800					Arena : 40.8 %
		1 1/2"	38.100					Finos : 54.4 %
		1"	25.400					
		3/4"	19.050					Humedad Natural : 5.7 %
	FINA	1/2"	12.700					
		3/8"	9.525					Limite Liquido : 26.69
		1/4"	6.350			100.0		Limite Plastico : 21.34
		No. 4	4.760	32.0	4.8	4.8	95.2	I.P : 5.35
ARENA	GRUESA	No. 8	2.360	8.2	1.2	6.0	94.0	CLASIFICACION AASHTO: A-4(1)
		No. 10	2.000	52.0	7.7	13.7	86.3	
	MEDIA	No. 16	1.190	36.0	5.4	19.1	80.9	CLASIFICACION SUCS: CL-ML
		No. 20	0.834	42.0	6.3	25.4	74.6	
		No. 30	0.600	20.0	3.0	28.4	71.6	
		No. 40	0.420	10.0	1.5	29.9	70.1	
	FINA	No. 50	0.300	4.9	0.7	30.6	69.4	- Arcilla limosa, gravosa con arena
		No. 60	0.250					
		No. 80	0.177	9.8	1.5	32.1	67.9	
		No. 100	0.149	12.1	1.8	33.9	66.1	
No. 200		0.075	78.8	11.7	45.6	54.4		
-200		---	398.2	54.4	100.0			



PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA

Progresiva: 2+000
 Lado: Eje
 Profundidad: 2.00 m
 Muestra: M-02

LIMITE PLASTICO MTC E 111

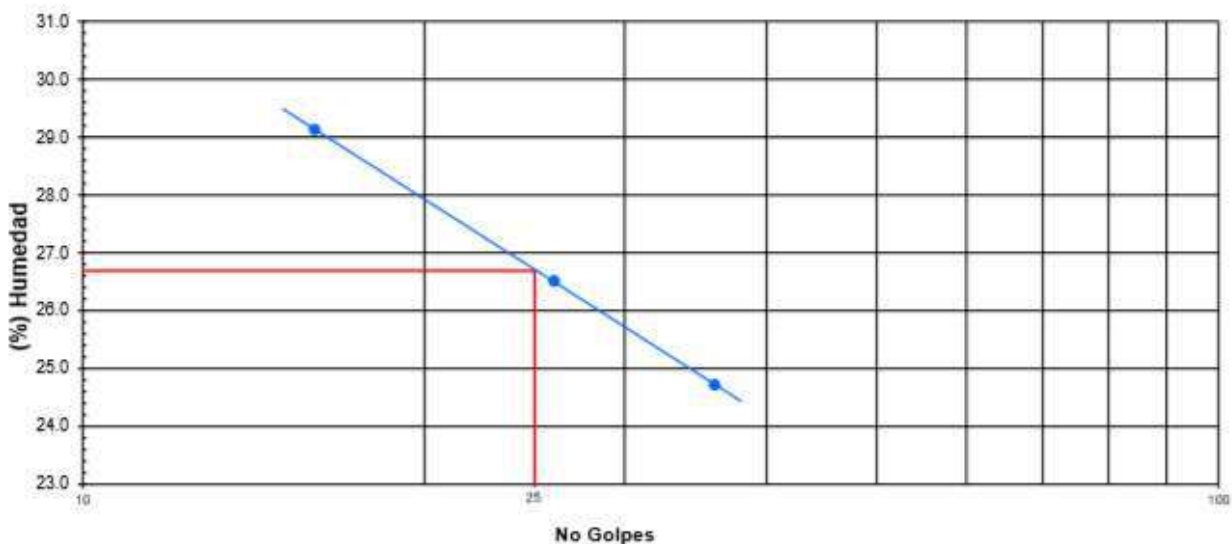
Capsula Nro	12	13	PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	15.79	15.63	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	18.90	19.00	
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	18.36	18.40	
Peso del Agua (gr)	0.54	0.60	
Peso del Suelo Seco (gr)	2.57	2.77	
Contenido de Humedad (%)	21.01	21.66	21.34

LIMITE LIQUIDO MTC E 110

Capsula Nro	7	9	11
Peso de la Capsula (gr)	16.00	16.39	16.14
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	40.62	41.44	41.14
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	35.74	36.19	35.50
Numero de Golpes	36	26	16
Peso del agua (g)	4.88	5.25	5.64
Peso del Suelo Seco (gr)	19.74	19.80	19.36
Contenido de Humedad (%)	24.72	26.52	29.13

	RESULTADOS	ESPECIFICADO
L.L. :	26.69	-----
L.P. :	21.34	-----
I.P. :	5.35	-----

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES:

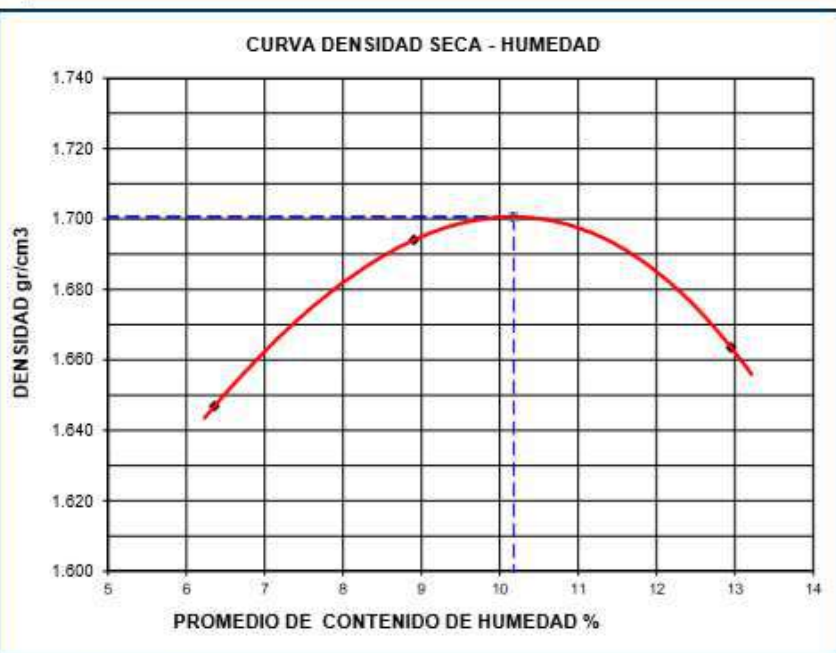
PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR ESTANDAR)

ASTM - 1557 MTC E 116

Progresiva: 2+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-03

Metodo de compactacion		A			
Numero de golpes		25			
Numero de capas		5			
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo, + molde	gr	5682	5770	5797	5802
2. Peso del molde	gr	4032	4032	4032	4032
3. Volumen del molde	cc	942	942	942	942
4. Peso suelo humedo	gr	1650	1738	1765	1770
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1.752	1.845	1.874	1.879
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		15	14	18	6
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	426.5	498.8	502.4	485.7
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	401.0	458.0	456.0	430.0
9. Peso del agua	gr	25.5	40.8	46.4	55.7
10. Peso de la capsula	gr				
11. Peso del suelo seco	gr	401.0	458.0	456.0	430.0
12. Contenido de humed	%	6.36	8.91	10.18	12.95
12. Contenido de Humedad	%	6.36	8.91	10.18	12.95
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.647	1.694	1.701	1.663



RESULTADOS	
Humedad optima	10.18%
Densidad Maxima	1.701

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DEL CUSCO"

Progresiva: 2+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-02

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.701	gr/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	10.18	%

**ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
ASTM D1883 MTC E-132**

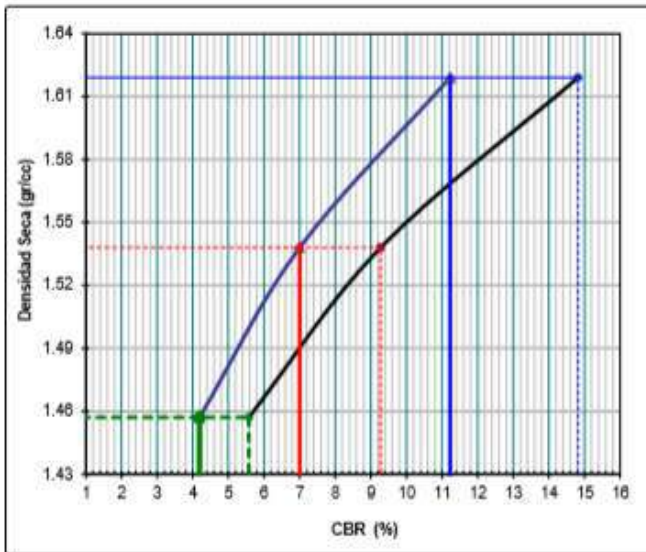
Molde N°		14	15	16									
N° Capa		5	5	5									
Golpes por capa N°		56	25	12									
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO						
Peso molde + suelo húmedo	gr.	10980	11452	11558	12365	11497	12652						
Peso de molde	gr.	7065	7065	7825	7825	7950	7950						
Peso del suelo húmedo	gr.	3915	4387	3733	4540	3547	4702						
Volumen del molde	cm ³	2115	2115	2124	2124	2130	2130						
Densidad húmeda	gr/cm ³	1.851	2.074	1.758	2.137	1.665	2.208						
CALCULO DE HUMEDAD													
Tarro N°													
Tarro + Suelo húmedo	gr.	485.8	365.4	496.8	298.8	465.5	309.8						
Tarro + Suelo seco	gr.	425.0	317.9	434.6	258.8	407.3	266.2						
Peso del Agua	gr.	60.8	47.5	62.2	40.0	58.2	43.6						
Peso del tarro	gr.												
Peso del suelo seco	gr.	425.0	317.9	434.6	258.8	407.3	266.2						
Humedad	%	14.31	14.94	14.31	15.46	14.29	16.38						
Densidad seca	gr/cm ³	1.619	1.904	1.538	1.851	1.457	1.897						
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
	13:00:00	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0		
	13:00:00	24	12	0.3	0.3	18	0.5	0.4	24	0.8	0.5		
	13:00:00	48	18	0.5	0.4	22	0.6	0.5	28	0.7	0.6		
	13:00:00	72	24	0.6	0.5	30	0.8	0.7	31	0.8	0.7		
	13:00:00	96	30	0.8	0.7	38	1.0	0.8	40	1.0	0.9		
PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 14				MOLDE N° 15				MOLDE N° 16			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00		0	0			0	0			0	0		
0.63		14	54.6			10.0	39.0			6	23.4		
1.27		28	109.3			14.0	54.6			10	39.0		
1.90		35	136.6			19.0	74.1			12	46.8		
2.54	70.3	39	152.2	7.9	11.2	27.0	105.4	4.9	7.0	15	58.5	2.9	4.2
3.17		45	175.7			33.0	128.8			21	81.9		
3.81	105.5	51	199.1	15.6	14.8	39.0	152.2	9.8	9.3	30	117.1	5.9	5.6
5.08		60	234.3			48.0	187.4			36	140.5		
7.62		72	281.2			61.0	238.2			48	187.4		
10.16		88	343.8			74.0	289.1			60	234.3		
12.70		101	394.8			88.0	343.8			72	281.2		

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

Progresiva: 2+000
 Lado: Eje
 Profundidad: 2.00 m
 Muestra: M-03

m.

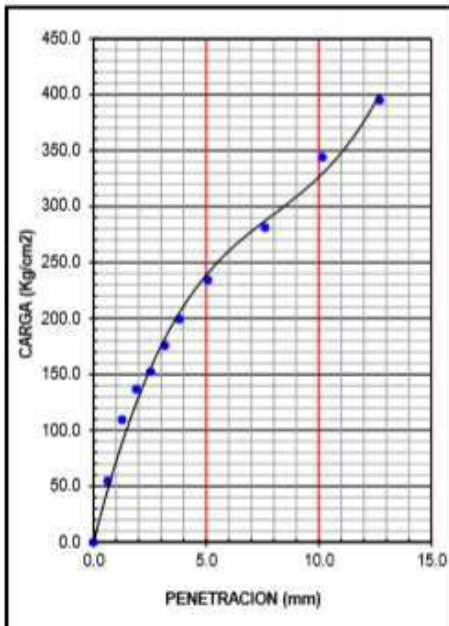
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR
 ASTM D 1883 MTC E-132



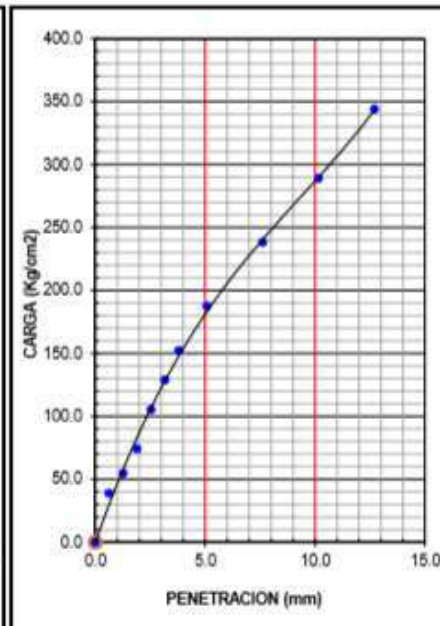
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	11.2	0.2":	14.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	7.0	0.2":	9.3
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	4.2	0.2":	5.6

OBSERVACIONES:

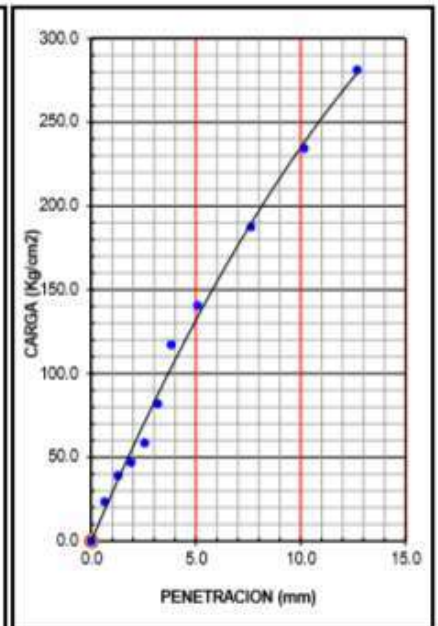
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



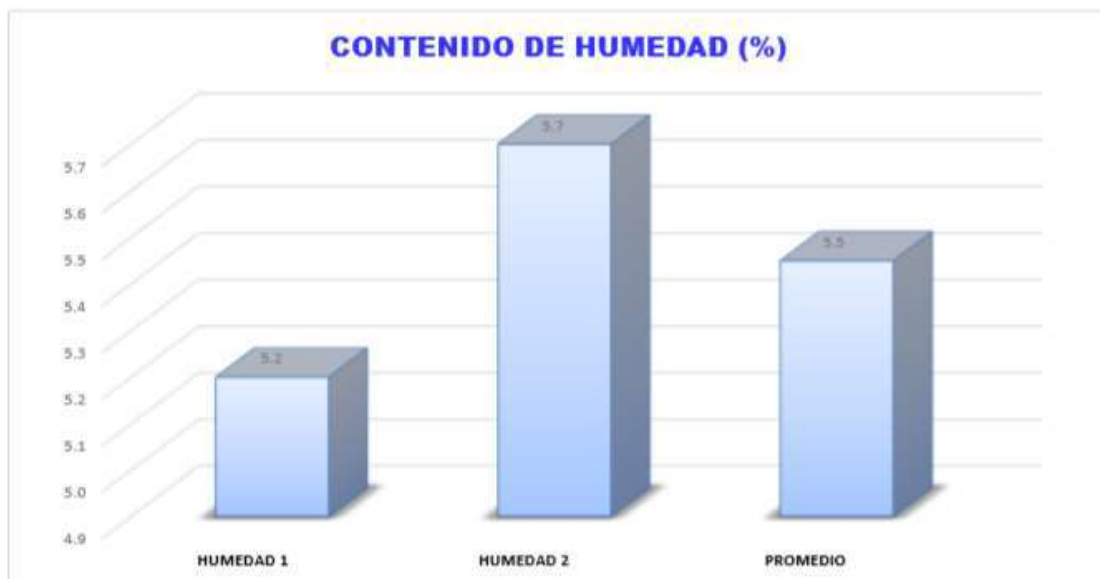
PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D 2216 - MTC E-108

Progresiva: 3+000
 Lado: Eje
 Profundidad: 2.00 m
 Muestra: M-04

CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS MUESTRA INTEGRAL					
Muestra	Nº	1	2		PROMEDIO
Recipiente	Nº	02	03		
Peso recipiente + suelo húmedo	gr	352.6	334.1		
Peso recipiente + suelo seco	gr	338.0	320.0		
Peso del recipiente	gr	59.0	72.5		
Peso de agua	gr	14.6	14		
Peso del suelo seco	gr	279.0	248		
Contenido de Humedad	%	5.2	5.7		5.5

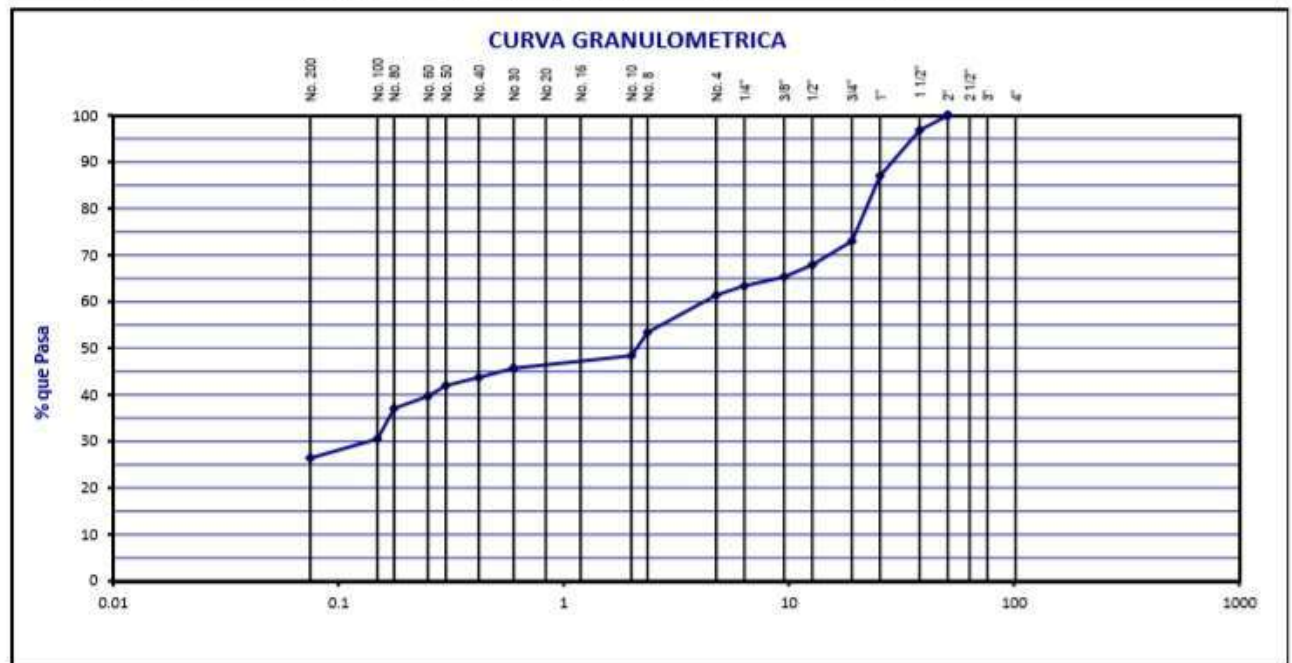


PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - ASTM D 422**

Progresiva: 3+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-04

	Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra	
				Parcial	Acumulado				
PIEDRA O CANTOS	4"	101.600							
	3"	76.200						Grava > 3" :	
GRAVA	GRUESA	2 1/2"	63.500			0.0		Grava : 38.6 %	
		2"	50.800	0.0	0.0	100.0		Arena : 35.0 %	
		1 1/2"	38.100	323.0	3.2	3.2	96.8		Finos : 26.4 %
		1"	25.400	989.0	9.8	13.0	87.0		
		3/4"	19.050	1416.0	14.0	27.0	73.0		Humedad Natural : 5.5 %
	FINA	1/2"	12.700	520.0	5.1	32.1	67.9		
		3/8"	9.525	266.0	2.6	34.7	65.3		Limite Liquido : 26.00
		1/4"	6.350	187.0	1.9	36.6	63.4		Limite Plastico : 20.00
		No. 4	4.760	202.0	2.0	38.6	61.4		I.P. : 6.00
		ARENA	GRUESA	No. 8	2.360	70.0	8.0	46.6	53.4
No. 10	2.000			44.0	5.0	51.6	48.4		CLASIFICACION SUCS: GC-GM
MEDIA	No. 16		1.190		0.0	0.0	0.0		
	No. 20		0.834	0.0	0.0	0.0	0.0		
	No. 30		0.600	23.5	2.7	54.3	45.7		<i>- Grava limo arcillosa con arena</i>
	No. 40		0.420	18.0	2.0	56.3	43.7		
FINA	No. 50		0.300	15.0	1.7	58.0	42.0		
	No. 60		0.250						Peso Inicial (gr) : 10100.0
	No. 80		0.177	23.0	2.6	62.9	37.1		Peso Fracción (gr) : 540.0
	No. 100		0.149	58.0	6.6	69.5	30.5		
	No. 200	0.075	36.3	4.1	73.6	26.4			
	-200	---	232.2	26.4	100.0				



PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA

Progresiva: 3+000
 Lado: Eje
 Profundidad: 2.00 m
 Muestra: M-04

LIMITE PLASTICO MTC E 111

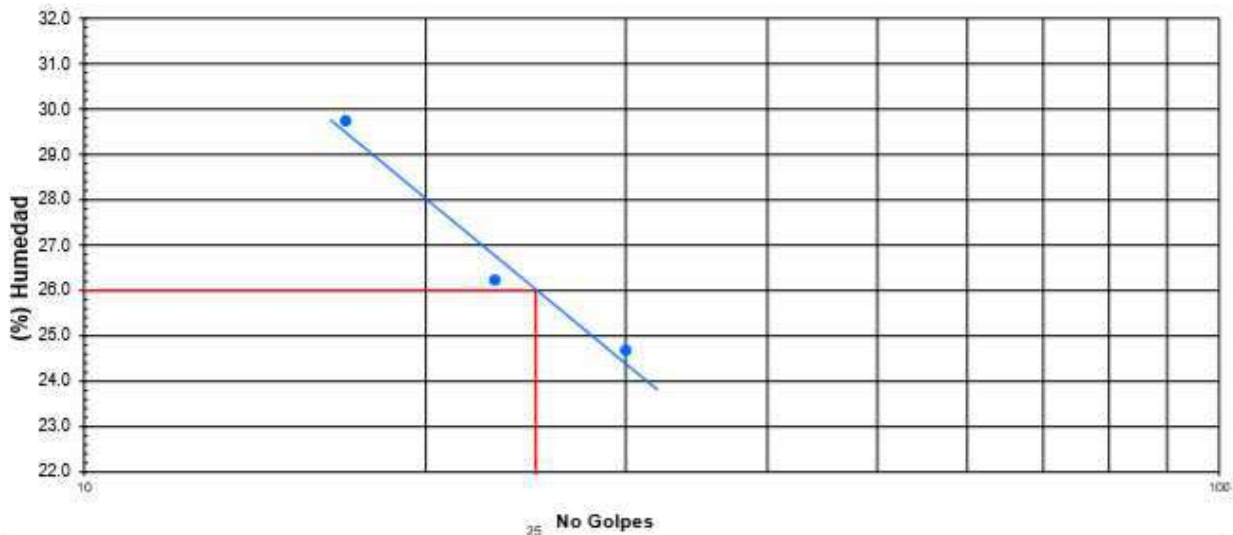
Capsula Nro	8	9	PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	16.91	16.39	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	24.82	27.32	
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	23.50	25.50	
Peso del Agua (gr)	1.32	1.82	
Peso del Suelo Seco (gr)	6.59	9.11	
Contenido de Humedad (%)	20.03	19.98	20.00

LIMITE LIQUIDO MTC E 110

Capsula Nro	2	5	7
Peso de la Capsula (gr)	15.89	15.98	16.00
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	41.25	43.65	39.12
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	36.19	37.90	33.82
Numero de Golpes	30	23	17
Peso del agua (g)	5.06	5.75	5.30
Peso del Suelo Seco (gr)	20.50	21.92	17.82
Contenido de Humedad (%)	24.68	26.23	29.74

	RESULTADOS	ESPECIFICADO
L.L. :	26.00	-----
L.P. :	20.00	-----
I.P. :	6.00	-----

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES:

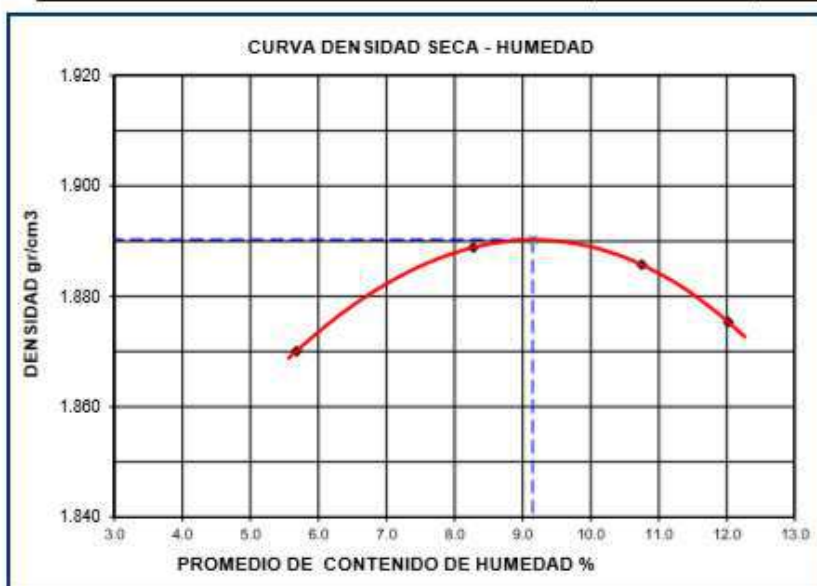
PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)

ASTM - 1557 MTC E 115

Progresiva: 3+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-04

Metodo de compactacion		C			
Numero de golpes		56			
Numero de capas		5			
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	11064	11209	11300	11326
2. Peso del molde	gr	6908	6908	6908	6908
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4156	4301	4392	4418
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1.976	2.045	2.088	2.101
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°					
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	364.5	345.6	333.4	325.6
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	348.0	327.0	308.0	300.0
9. Peso del agua	gr	16.5	18.6	25.4	25.6
10. Peso de la capsula	gr	56.9	102.0	71.5	86.9
11. Peso del suelo seco	gr	291.1	225.0	236.5	213.1
12. Contenido de humedad	%	5.68	8.28	10.75	12.02
12. Contenido de Humedad	%	5.68	8.28	10.75	12.02
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.870	1.889	1.886	1.875



RESULTADOS	
Humedad optima	9.15%
Densidad Maxima	1.890

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

Progresiva: 3+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-04

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.890	gr/cm3
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	9.15	%

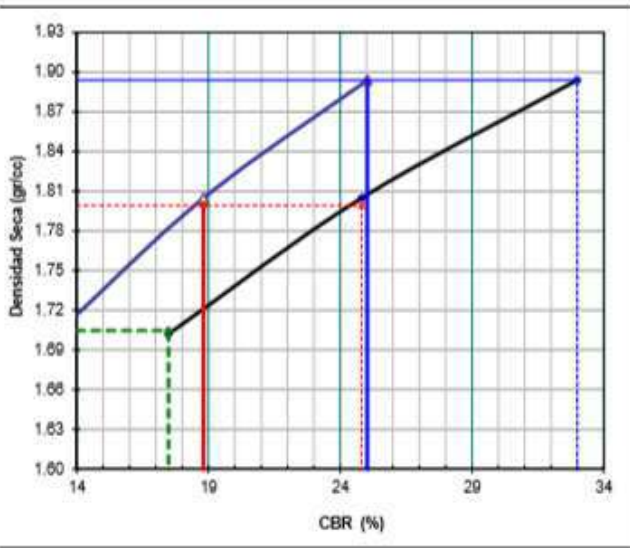
**ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
ASTM D1883 MTC E-132**

Molde N°	12		13		14								
N° Capa	5		5		5								
Golpes por capa N°	56		25		12								
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO							
Peso molde + suelo húmedo	gr. 11682	11824	12440	11766	11282	12509							
Peso de molde	gr. 7320	7320	8253	8253	7370	7370							
Peso del suelo húmedo	gr. 4362	4504	4187	3513	3912	5139							
Volumen del molde	cm ³ 2124	2124	2141	2141	2123	2123							
Densidad húmeda	gr/cm ³ 2.054	2.121	1.956	1.641	1.843	2.421							
CALCULO DE HUMEDAD													
Tarro N°													
Tarro + Suelo húmedo	gr. 495.5	295.8	425.8	302.5	495.5	305.5							
Tarro + Suelo seco	gr. 457.0	271.0	393.0	278.0	457.6	279.0							
Peso del Agua	gr. 38.5	24.8	32.8	24.5	37.9	26.5							
Peso del tarro	gr.												
Peso del suelo seco	gr. 457.0	271.0	393.0	278.0	457.6	279.0							
Humedad	% 8.42	9.15	8.35	8.81	8.28	9.50							
Densidad seca	gr/cm ³ 1.894	1.943	1.805	1.508	1.702	2.211							
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
	13:00:00	0											
	13:00:00	24											
	13:00:00	48											
	13:00:00	72											
	13:00:00	96											
PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 12				MOLDE N° 13				MOLDE N° 14			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00		0	0			0	0			0	0		
0.63		32	124.9			17	66.3			8	31.2		
1.27		52	203.0			39	152.2			19	74.1		
1.90		69	269.5			52	203.0			34	132.7		
2.54	70.3	82	320.4	17.6	25.0	63	246.0	13.2	18.8	44	171.8	9.3	13.2
3.17		100	390.8			78	304.7			58	226.5		
3.81	105.5	114	445.7	34.8	33.0	86	336.0	26.2	24.8	72	281.2	18.4	17.5
5.08		131	512.4			109	426.1			86	336.0		
7.62		155	606.6			128	500.6			98	383.0		
10.16		192	752.0			154	602.6			108	422.2		
12.70		255	1000.2			210	822.9			144	563.4		

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

Progresiva: 3+000
 Lado: Eje
 Profundidad: 2.00 m
 Muestra: M-04

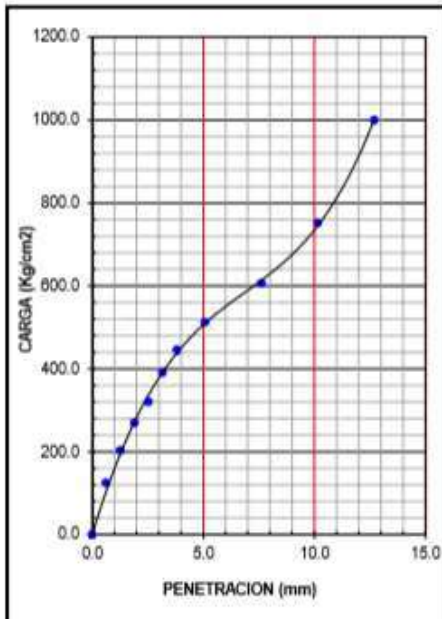
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR
 ASTM D 1883 MTC E-132



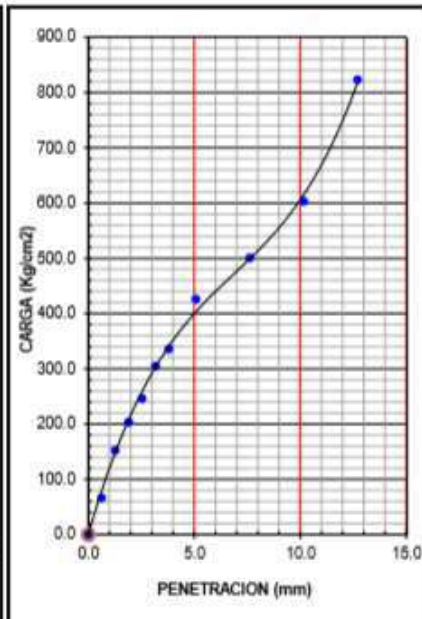
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 25	0.2": 33
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 19	0.2": 25
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1": 13	0.2": 17

OBSERVACIONES:

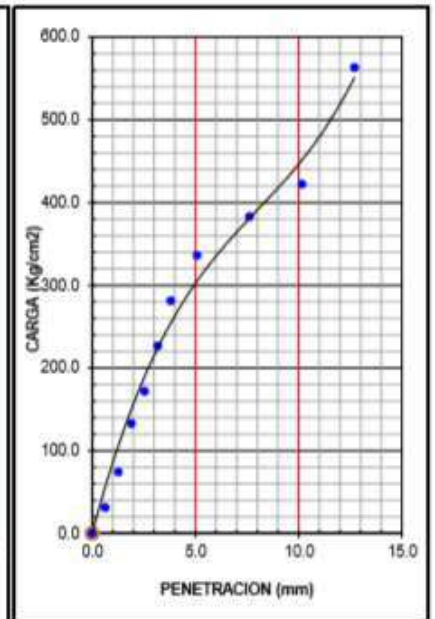
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES

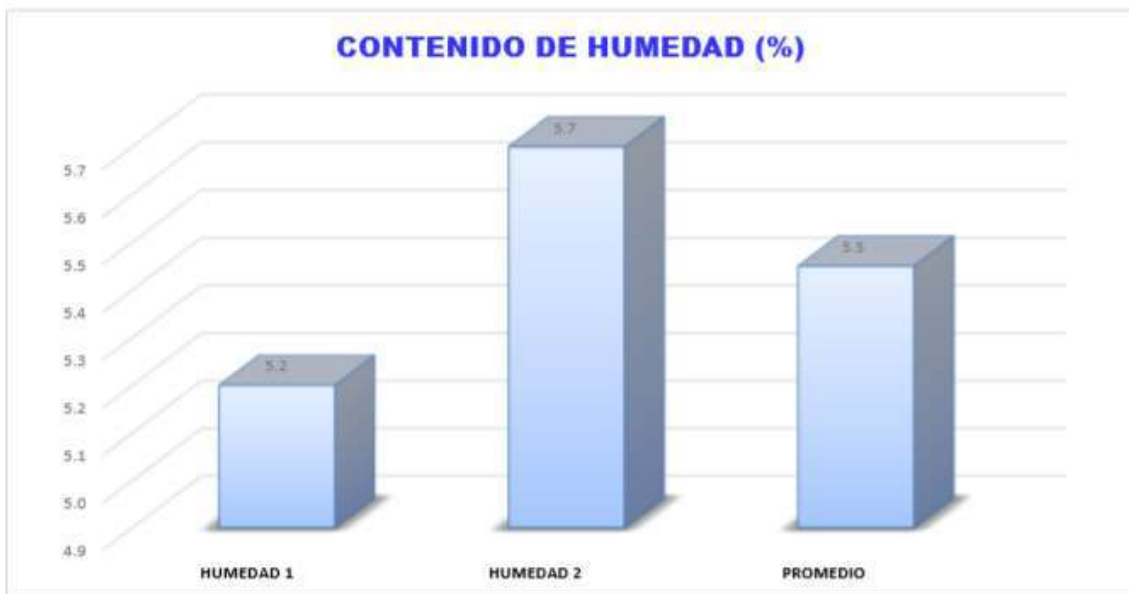


PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D 2216 - MTC E-108**

Progresiva: 4+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-05

CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS MUESTRA INTEGRAL					
Muestra	Nº	1	2		PROMEDIO
Recipiente	Nº	02	03		
Peso recipiente + suelo húmedo	gr	352.6	334.1		
Peso recipiente + suelo seco	gr	338.0	320.0		
Peso del recipiente	gr	59.0	72.5		
Peso de agua	gr	14.6	14		
Peso del suelo seco	gr	279.0	248		
Contenido de Humedad	%	5.2	5.7		5.5



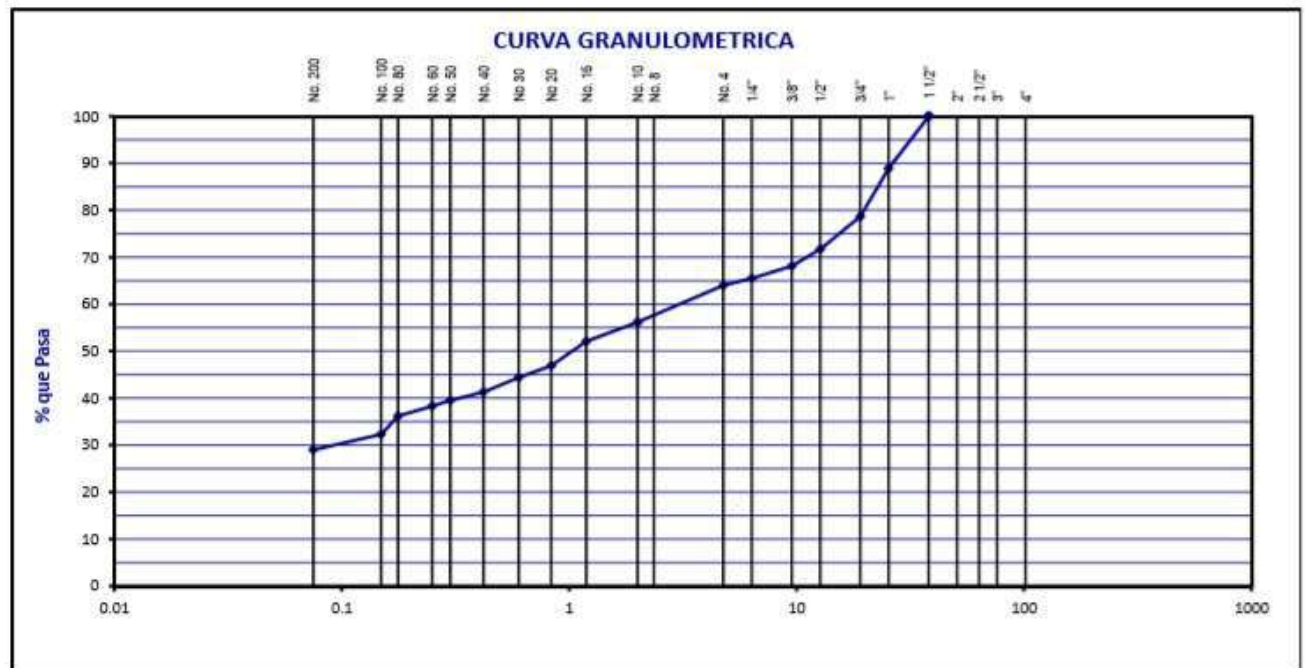
Observaciones:

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - ASTM D 422**

Progresiva: 4+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-05

	Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra	
				Parcial	Acumulado				
PIEDRA O CANTOS	4"	101.600							
	3"	76.200						Grava > 3" :	
GRAVA	GRUESA	2 1/2"	63.500			0.0		Grava : 36.0 %	
		2"	50.800	0.0	0.0	0.0	0.0	Arena : 35.0 %	
		1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	Finos : 29.0 %	
		1"	25.400	1054.0	11.1	11.1	88.9		
		3/4"	19.050	968.0	10.2	21.3	78.7		
	FINA	1/2"	12.700	662.0	7.0	28.3	71.7		Humedad Natural : 5.5 %
		3/8"	9.525	345.0	3.6	31.9	68.1		Limite Liquido : 27.00
		1/4"	6.350	252.0	2.6	34.5	65.5		Limite Plastico : 20.22
		No. 4	4.760	144.0	1.5	36.0	64.0		I.P. : 6.76
		No. 8	2.360	0.0	0.0	0.0	0.0		
ARENA	GRUESA	No. 10	2.000	66.0	7.8	43.8	56.2		CLASIFICACION AASHTO: A-2-4(0)
		No. 16	1.190	35.0	4.1	47.9	52.1		CLASIFICACION SUCS: GC-GM
	MEDIA	No. 20	0.834	44.0	5.2	53.1	46.9		
		No. 30	0.600	21.0	2.5	55.6	44.4		
		No. 40	0.420	26.0	3.1	58.7	41.3		
		No. 50	0.300	15.0	1.8	60.5	39.5		
	FINA	No. 60	0.250						
		No. 80	0.177	18.0	2.1	63.8	36.2		Peso Inicial (gr) : 9523.0
		No. 100	0.149	33.0	3.9	67.7	32.3		Peso Fracción (gr) : 540.0
		No. 200	0.075	28.0	3.3	71.0	29.0		
-200		---	244.0	29.0	100.0				



PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA

Progresiva: 4+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-05

LIMITE PLASTICO MTC E 111

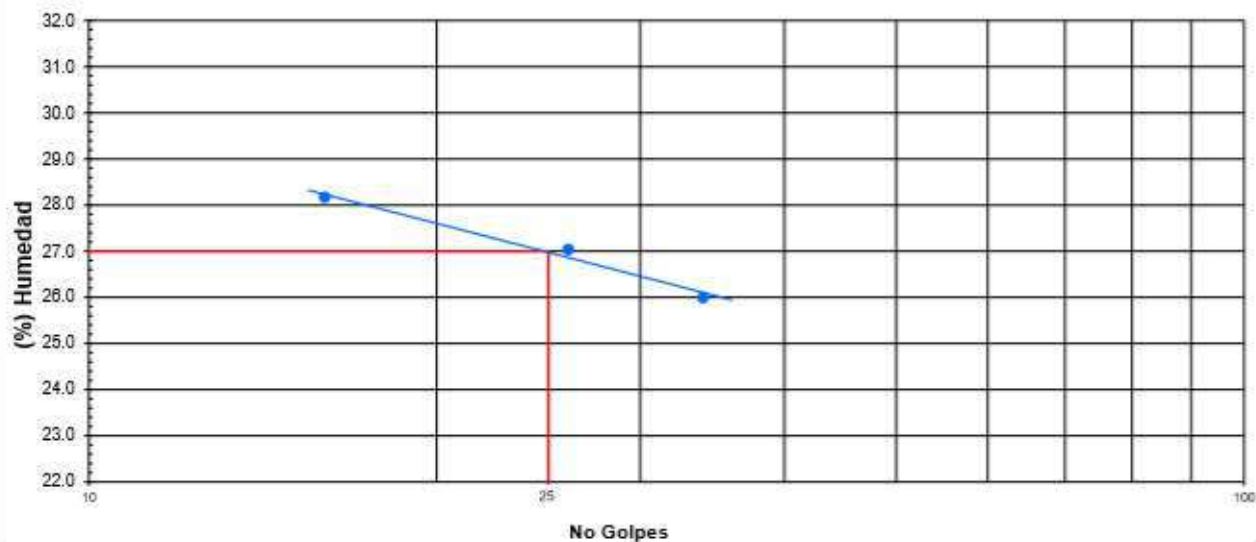
Capsula Nro	10	12	PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	15.63	15.79	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	26.62	25.45	
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	24.80	23.80	
Peso del Agua (gr)	1.82	1.65	
Peso del Suelo Seco (gr)	9.17	8.01	
Contenido de Humedad (%)	19.85	20.60	20.22

LIMITE LIQUIDO MTC E 110

Capsula Nro	1	3	6
Peso de la Capsula (gr)	16.18	16.27	16.00
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	39.64	38.54	37.02
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	34.80	33.80	32.40
Numero de Golpes	34	26	16
Peso del agua (g)	4.84	4.74	4.62
Peso del Suelo Seco (gr)	18.62	17.53	16.40
Contenido de Humedad (%)	25.99	27.04	28.17

	RESULTADOS	ESPECIFICADO
L.L.:	27.00	-----
L.P.:	20.22	-----
I.P.:	6.78	-----

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES:

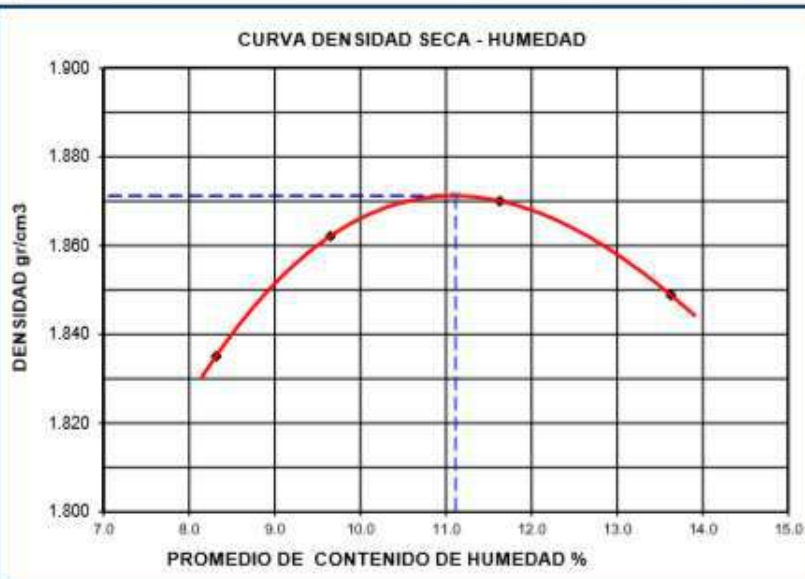
PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)

ASTM - 1557 MTC E 115

Progresiva: 4+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-05

Metodo de compactacion		C			
Numero de golpes		56			
Numero de capas		5			
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	11088	11202	11298	11326
2. Peso del molde	gr	6908	6908	6908	6908
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4180	4294	4390	4418
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	1.988	2.042	2.087	2.101
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°					
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	372.2	336.7	328.8	324.5
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	348.0	316.0	302.0	296.0
9. Peso del agua	gr	24.2	20.7	26.8	28.5
10. Peso de la capsula	gr	56.9	102.0	71.5	86.9
11. Peso del suelo seco	gr	291.1	214.0	230.5	209.1
12. Contenido de humedad	%	8.31	9.65	11.63	13.63
12. Contenido de Humedad	%	8.31	9.65	11.63	13.63
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.835	1.862	1.870	1.849



RESULTADOS	
Humedad optima	11.11%
Densidad Maxima	1.871

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

Progresiva: 4+000
Lado: Eje
Profundidad: 2.00 m
Muestra: M-05

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.871	gr/cm ³
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	:	11.11	%

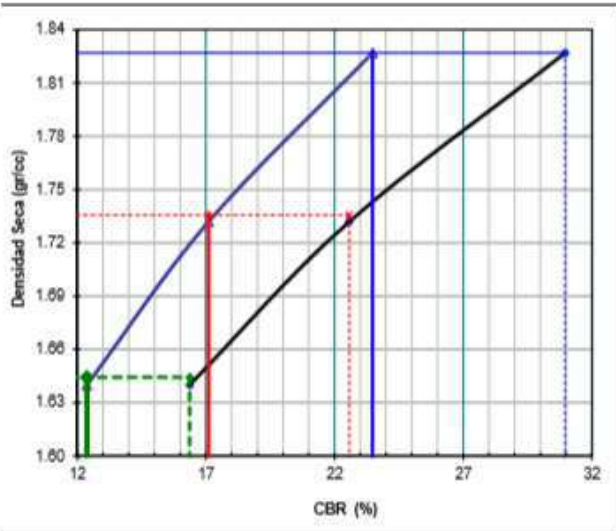
**ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
ASTM D1883 MTC E-132**

Molde N°		12		13		14							
N° Capa		5		5		5							
Golpes por capa N°		56		25		12							
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO						
Peso molde + suelo húmedo	gr.	11630	11782	12378	11748	11242	11352						
Peso de molde	gr.	7320	7320	8253	8253	7370	7370						
Peso del suelo húmedo	gr.	4310	4462	4125	3495	3872	3982						
Volumen del molde	cm ³	2124	2124	2141	2141	2123	2123						
Densidad húmeda	gr/cm ³	2.029	2.101	1.927	1.632	1.824	1.876						
CALCULO DE HUMEDAD													
Tarro N°													
Tarro + Suelo húmedo	gr.	478.5	295.8	432.2	302.5	451.5	305.5						
Tarro + Suelo seco	gr.	431.0	265.0	388.5	270.0	406.0	272.0						
Peso del Agua	gr.	47.5	30.8	43.7	32.5	45.5	33.5						
Peso del tarro	gr.												
Peso del suelo seco	gr.	431.0	265.0	388.5	270.0	406.0	272.0						
Humedad	%	11.03	11.62	11.25	12.04	11.21	12.32						
Densidad seca	gr/cm ³	1.827	1.882	1.732	1.457	1.640	1.670						
EXPAN SION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPAN SION		DIAL	EXPAN SION		DIAL	EXPAN SION			
		Hr.		mm	%		mm	%		mm	%		
10/11/2018	13:00:00	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0		
11/11/2018	13:00:00	24	5	0.1	0.1	8	0.2	0.2	12	0.3	0.3		
12/11/2018	13:00:00	48	10	0.3	0.2	14	0.4	0.3	18	0.5	0.4		
13/11/2018	13:00:00	72	14	0.4	0.3	18	0.5	0.4	24	0.6	0.5		
14/11/2018	13:00:00	96	17	0.4	0.4	27	0.7	0.6	36	0.9	0.8		
PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 12				MOLDE N° 13				MOLDE N° 14			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.00		0	0			0	0			0	0		
0.63		30	117.1			15	58.5			6	23.4		
1.27		48	187.4			33	128.8			15	58.5		
1.90		65	253.8			48	187.4			33	128.8		
2.54	70.3	78	304.7	16.5	23.5	58	226.5	12.0	17.1	41	160.0	8.7	12.4
3.17		95	371.3			74	289.1			55	214.7		
3.81	105.5	110	430.0	32.7	31.0	81	316.4	23.8	22.6	70	273.4	17.3	16.4
5.08		125	488.8			100	390.8			82	320.4		
7.62		148	579.1			115	449.6			95	371.3		
10.16		186	728.4			147	575.2			100	390.8		
12.70		242	949.0			192	752.0			133	520.2		

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

Progresiva: 4+000
 Lado: Eje
 Profundidad: 2.00 m
 Muestra: M-05

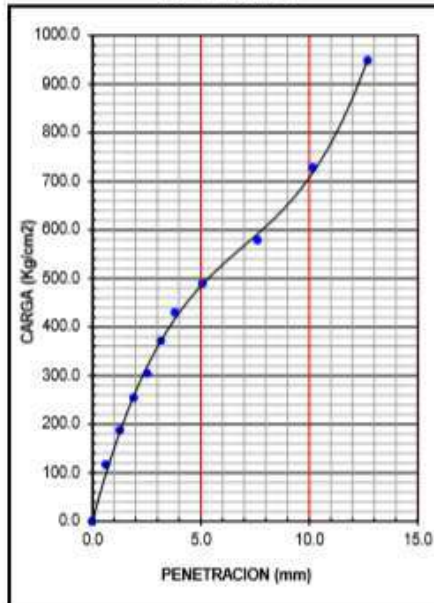
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR
 ASTM D 1883 MTC E-132



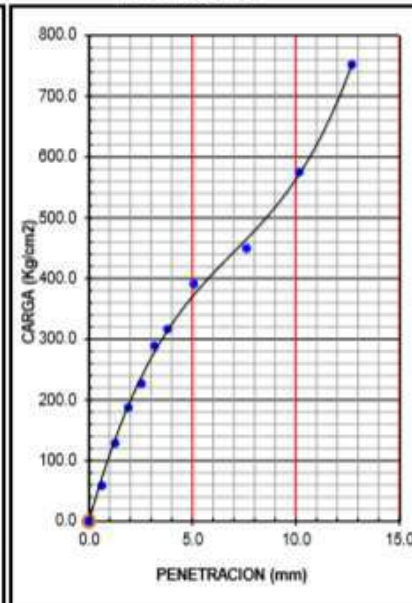
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	23	0.2"	31
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	17	0.2"	23
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1"	12	0.2"	16

OBSERVACIONES:

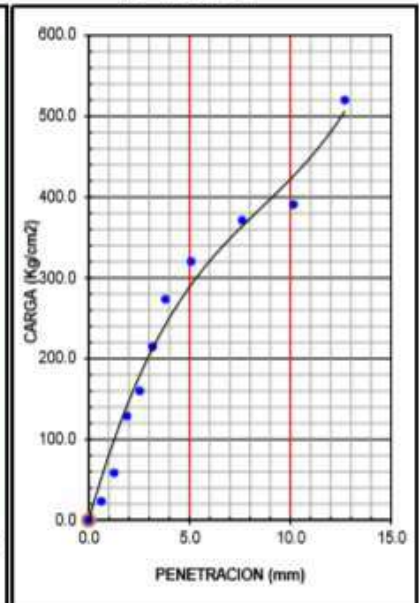
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



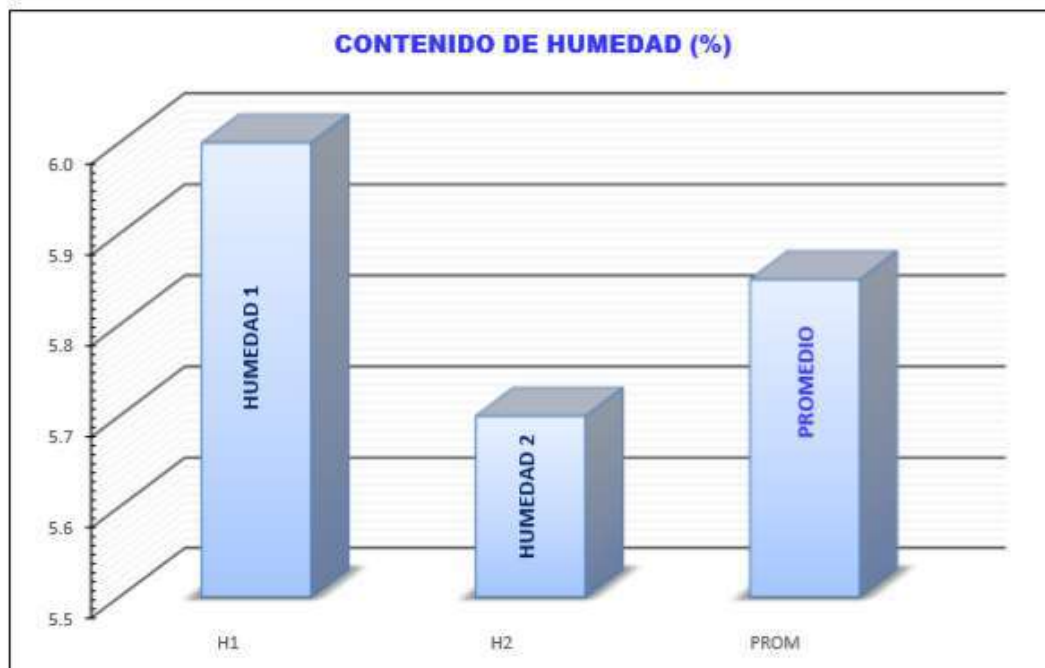
EC = 12 GOLPES



ANEXO II: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO F'C 175 kg/cm² y F'C 210 Kg/cm²

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216 - MTC E-108	
PROGRESIVA : Cantera para afirmado	
LADO : Eje	
MUESTREO : Alterada	
PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.50 m.	
MUESTRA : M - 01	

CONTENIDO DE HUMEDAD PARA SUELOS MUESTRA INTEGRAL					
Muestra	Nº	1	2		PROMEDIO
Recipiente	Nº	01	02		
Peso recipiente + suelo húmedo	gr	358.0	372.0		
Peso recipiente + suelo seco	gr	341.0	355.0		
Peso del recipiente	gr	59.0	59.0		
Peso de agua	gr	17.0	17		
Peso del suelo seco	gr	282.0	296		
Contenido de Humedad	%	6.0	5.7		5.9



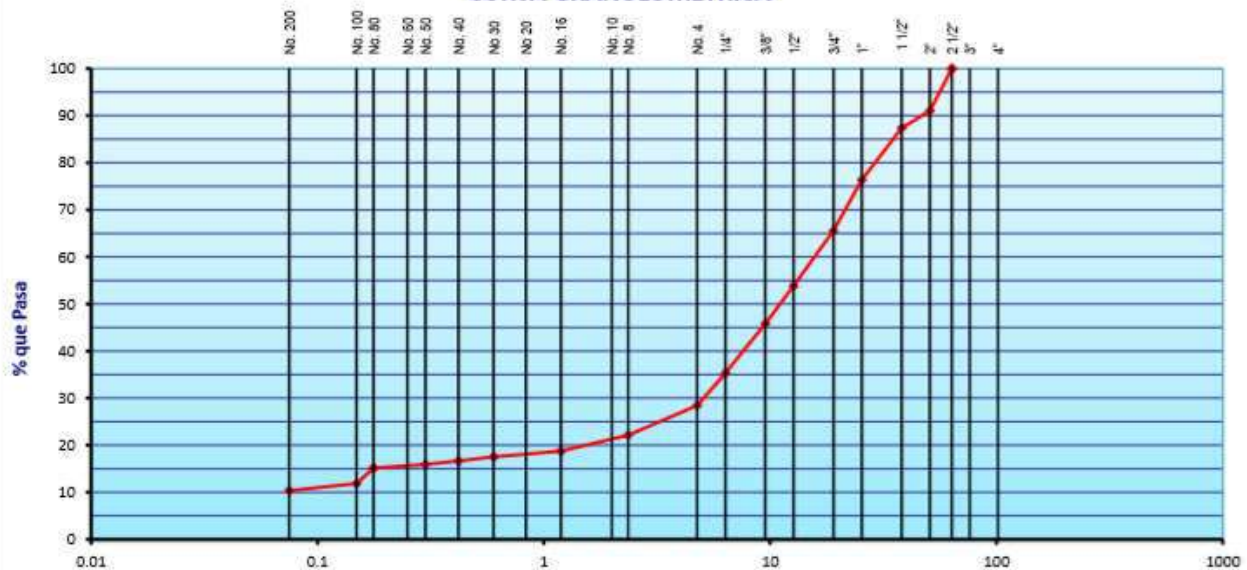
PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E 107 - ASTM D 422**

PROGRESIVA: Canteras para afirmado
LADO : Eje
MUESTREO : Alterada
PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.50 m.
CALICATA : C - 1
MUESTRA : M - 01

	Tamiz ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido	% Retenido		% que Pasa	Especificaciones Obra	Descripción de Muestra
				Parcial	Acumulado			
PIEDRA O CANTOS	4"	101.600						
	3"	76.200						Grava > 3"
GRUVA	GRUESA	2 1/2"	63.500			100.0		Grava : 71.5 %
		2"	50.800	988.0	8.9	8.9	91.1	Arena : 18.1 %
		1 1/2"	38.100	414.0	3.7	12.6	87.4	Finos : 10.4 %
		1"	25.400	1210.0	11.0	23.6	76.4	
		3/4"	19.050	1192.0	10.8	34.4	65.6	Humedad Natural : 5.9 %
	FINA	1/2"	12.700	1294.0	11.7	46.1	53.9	
		3/8"	9.525	880.0	8.0	54.1	45.9	Limite Liquido : 24.00
		1/4"	6.350	1160.0	10.5	64.6	35.4	Limite Plastico : 19.99
		No. 4	4.760	762.0	6.9	71.5	28.5	I.P : 4.01
		No. 8	2.360	120.1	6.3	77.8	22.2	CLASIFICACION AASHTO: A-1-a(0)
ARENA	GRUESA	No. 10	2.000	0.0	0.0	0.0		CLASIFICACION SUCS: GP-GC-GM
		No. 16	1.190	65.3	3.4	81.2	18.8	
	MEDIA	No. 20	0.834	0.0	0.0	0.0		
		No. 30	0.600	23.5	1.2	82.4	17.6	
		No. 40	0.420	16.9	0.9	83.3	16.7	- Grava pobremente graduada con arcilla y limo
	FINA	No. 50	0.300	13.0	0.7	84.0	16.0	
		No. 60	0.250		0.0	0.0	0.0	Peso Inicial (gr) : 11042.0
		No. 80	0.177	15.0	0.8	84.8	15.2	Peso Fracción (gr) : 540.0
		No. 100	0.149	62.0	3.3	88.1	11.9	
		No. 200	0.075	28.2	1.5	89.6	10.4	
	-200	---	196.0	10.4	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO"

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA

PROGRESIVA : Canteras para afirmado
 LADO : Eje
 MATERIAL: Alterada
 PROFUNDIDAD : 0,20 - 1,50 m.
 MUESTRA : M - 01

LIMITE PLASTICO MTC E 111

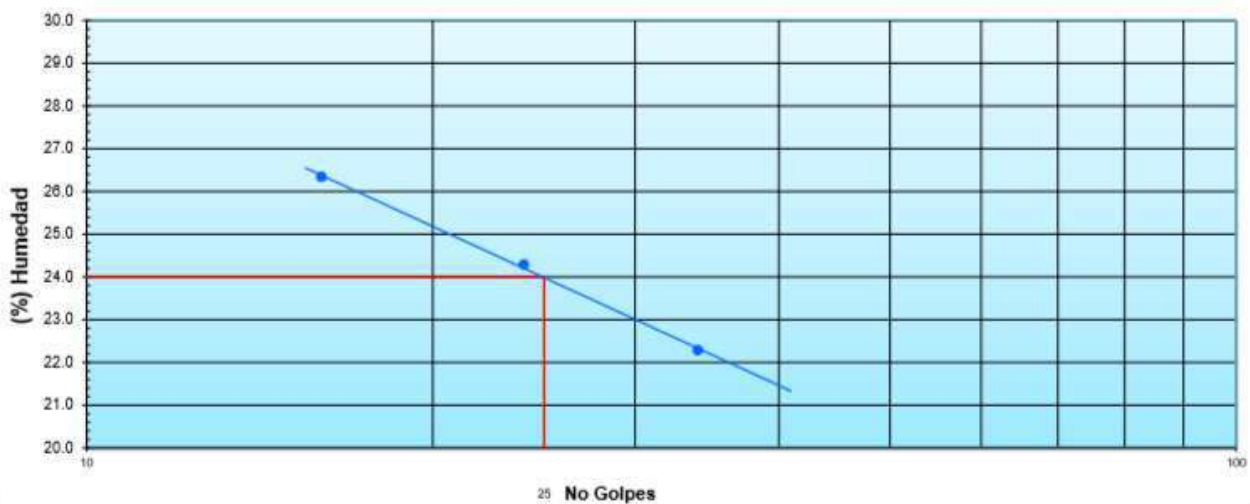
Capsula Nro	1	2	PROMEDIO
Peso de la Capsula (gr)	18.91	18.39	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	26.35	25.14	
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	24.78	23.68	
Peso del Agua (gr)	1.57	1.46	
Peso del Suelo Seco (gr)	7.87	7.29	
Contenido de Humedad (%)	19.95	20.03	19.99

LIMITE LIQUIDO MTC E 110

Capsula Nro	4	5	10
Peso de la Capsula (gr)	18.18	18.47	15.98
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	40.65	40.98	40.25
Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)	36.19	36.19	35.19
Numero de Golpes	34	24	16
Peso del agua (g)	4.46	4.79	5.06
Peso del Suelo Seco (gr)	20.01	19.72	19.21
Contenido de Humedad (%)	22.29	24.29	26.34

	RESULTADOS	ESPECIFICADO
L.L. :	24.00	-----
L.P. :	19.99	-----
I.P. :	4.01	-----

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES: _____

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)

ASTM - 1557 MTC E 115

PROGRESIVA : Canteras para afirmado

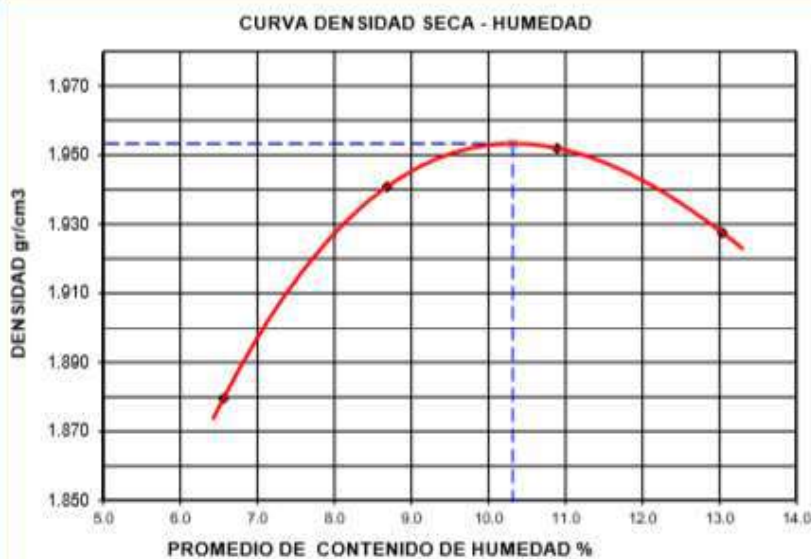
LADO : Eje

MUESTREO : Alterada

PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.50 m.

MUESTRA : M - 01

Metodo de compactacion		C			
Numero de golpes		56			
Numero de capas		5			
CALCULO DE DENSIDAD HUMEDA					
1. Peso suelo humedo. + molde	gr	11120	11344	11460	11490
2. Peso del molde	gr	6908	6908	6908	6908
3. Volumen del molde	cc	2103	2103	2103	2103
4. Peso suelo humedo	gr	4212	4436	4552	4582
5. Densidad suelo humedo	gr/cc	2.003	2.109	2.165	2.179
CALCULO DE HUMEDAD					
6. Capsula N°		4	5	6	7
7. Peso del suelo húmedo.+ capsula	gr	495.5	528.2	473.5	431.8
8. Peso del suelo seco+capsula	gr	465.0	486.0	427.0	382.0
9. Peso del agua	gr	30.5	42.2	46.5	49.8
10. Peso de la capsula	gr				
11. Peso del suelo seco	gr	465.0	486.0	427.0	382.0
12. Contenido de humedad	%	6.56	8.68	10.89	13.04
12. Contenido de Humedad	%	6.56	8.68	10.89	13.04
CALCULO DE DENSIDAD SECA					
13. Densidad seca del suelo	gr/cc	1.880	1.941	1.952	1.928



RESULTADOS	
Humedad optima	10.31%
Densidad Maxima	1.95

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO"

PROGRESIVA : Cantero para afirmado
 LADO : Eje
 MUESTREO : Alterada
 PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.50 m.
 MUESTRA : M - 01

DATOS DEL PROCTOR

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.953
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD : 10.31 %

ENSAYO VALOR DE SOPORTE (C.B.R.)
 ASTM D1883 MTC E-132

Molde N°	2		6		7	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	gr. 11510	12765	11595	12450	11365	11965
Peso de molde	gr. 8914	8914	7240	7240	7240	7240
Peso del suelo húmedo	gr. 4596	5851	4355	5210	4125	4725
Volumen del molde	cm ³ 2129	2129	2124	2124	2124	2124
Densidad húmeda	gr/cm ³ 2.159	2.748	2.050	2.453	1.942	2.225
CALCULO DE HUMEDAD						
Tarro N°						
Tarro + Suelo húmedo	gr. 475.5	325.6	465.2	302.5	462.5	298.9
Tarro + Suelo seco	gr. 431.0	298.8	422.5	277.0	419.0	271.0
Peso del Agua	gr. 44.5	26.8	42.7	25.5	43.5	27.9
Peso del tarro	gr.					
Peso del suelo seco	gr. 431.0	298.8	422.5	277.0	419.0	271.0
Humedad	% 10.32	8.96	10.11	9.21	10.38	10.30
Densidad seca	gr/cm ³ 1.957	2.522	1.862	2.246	1.759	2.017

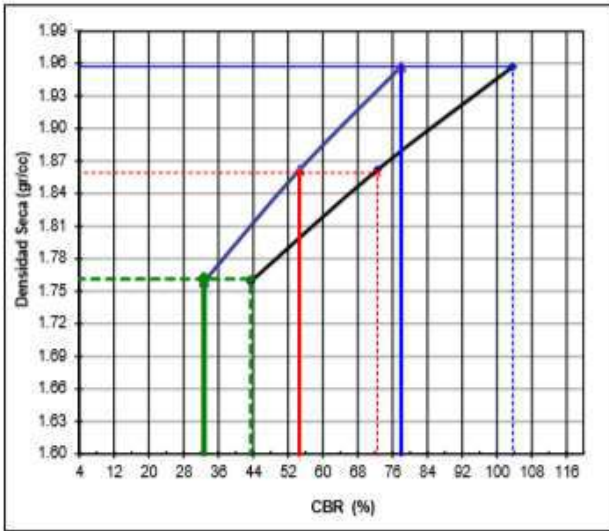
EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		
				mm	%		mm	%		mm	%	
	13:00:00	0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	
	13:00:00	24	2	0.1	0.0	6	0.2	0.1	9	0.2	0.2	
	13:00:00	48	5	0.1	0.1	10	0.3	0.2	14	0.4	0.3	
	13:00:00	72	8	0.2	0.2	12	0.3	0.3	18	0.5	0.4	
	13:00:00	96	10	0.3	0.2	14	0.4	0.3	20	0.5	0.4	

PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 2				MOLDE N° 6				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.00		0	0			0	0			0	0		
0.63		72	281.2			50	195.2			30	117.1		
1.27		167	653.7			117	457.5			70	273.4		
1.90		239	937.1			167	653.7			100	390.8		
2.54	70.3	311	1221.6	54.8	78.0	218	854.4	38.4	54.6	131	512.4	23.0	32.7
3.17		406	1598.4			284	1114.8			170	665.5		
3.81	105.5	478	1885.3	109.3	103.6	335	1316.6	76.5	72.5	201	787.4	45.8	43.4
5.08		598	2365.9			419	1650.1			251	984.5		
7.62		813	3235.1			569	2249.5			341	1340.4		
10.16		980	3918.0			686	2720.4			412	1622.3		
12.70		1147	4608.0			803	3194.5			482	1901.3		

PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

PROGRESIVA : Canteras para afirmado
 LADO : Eje
 MUESTREO : Alterada
 PROFUNDIDAD : 0.20 - 1.50 m.
 MUESTRA : M - 01

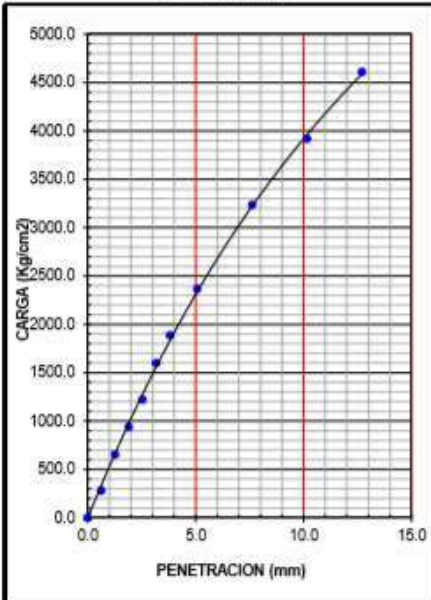
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR
 ASTM D 1883 MTC E-132



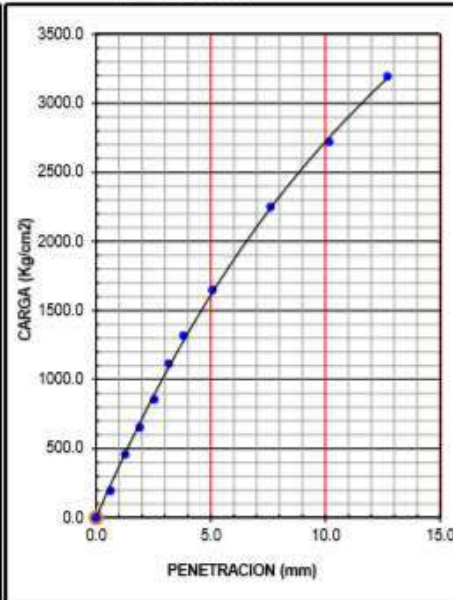
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	78	0.2":	104
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	55	0.2":	73
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1":	33	0.2":	43

OBSERVACIONES:

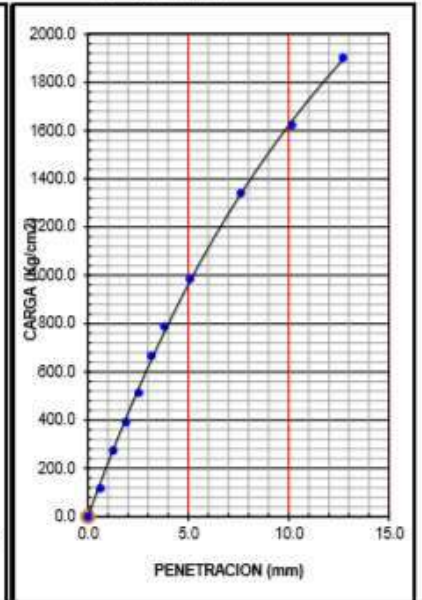
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



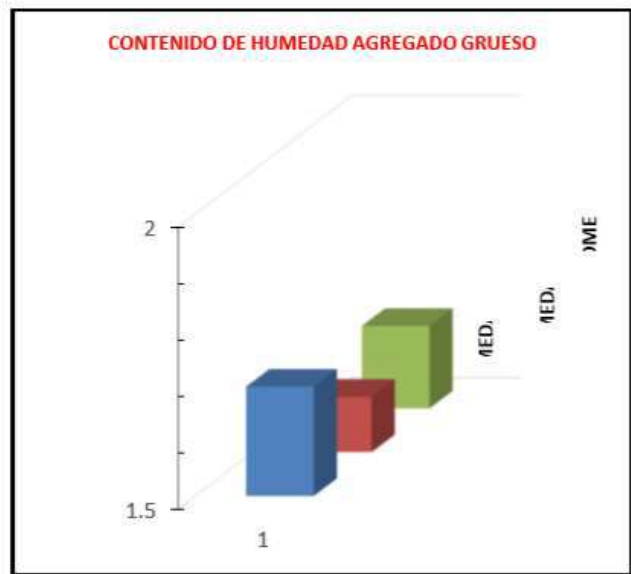
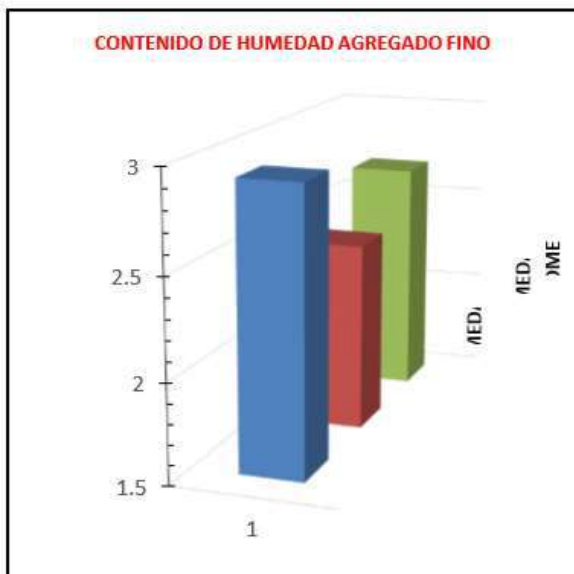
EC = 12 GOLPES



PROYECTO: ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA – SALINAS EN EL DISTRITO DE VILCABAMBA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO”

CONTENIDO DE HUMEDAD
NTP 339.127, ASTM 02216-17

ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL				
AGREGADOS	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (g)	52.20	44.10	55.90	58.4
Peso Capsula + Suelo Humedo (g)	352.20	372.52	402.20	396.6
Peso de la Capsula + Suelo Seco (g)	342.20	363.62	395.50	390.36
Contenido de Humedad (w)	2.92	2.45	1.69	1.60
Promedio contenido de Humedad (%)	2.68		1.65	



DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - CAPECO

$f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

CALIDAD DE LOS MATERIALES

CEMENTO PORTLAND	TIPO I	
PESO ESPECIFICO	CEMENTO YURA	3110 Kg/m ³
PESO UNITARIO		1500.87 Kg/m ³

DATOS DEL AGREGADO FINO

MODULO DE FINEZA	2.90
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.6 %
ABSORCION	2 %
PESO UNITARIO	1572.14 Kg/m ³

DATOS DEL AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SECO Y COMPACTO	1767 Kg/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.65 %
ABSORCION	1.65 %
PESO UNITARIO	1650.87 Kg/m ³

DATOS DE DISEÑO

RESISTENCIA A LA COMPRESION	$f'_c =$	175 Kg/cm ²
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO		1 1/2"
TIPO DE CONTROL EN OBRA	(Tabla C)	Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado.

CALCULO

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO DEL CAPECO

RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA	(Tabla C)	$K =$	1.25
	$f_{cr} = K * f_c$	$f_{cr} =$	219 Kg/cm ²
SLUMP O ASENTAMIENTO	(Tabla A)		2"
AGUA DE MEZCLADO	(Tabla B)		180 Kg/m ³

1.- **RELACION AGUA CEMENTO A/C**
 (Tabla D) $f_{cr} =$ 219 Kg/cm² sin aire incorporado

	$f_{cr} =$	A/C
	175	0.67
	210	0.58
	para
	219	0.56
→	A/C	= 0.56

2.- **CONTENIDO DE CEMENTO**

$$\text{Cemento} = \frac{180}{0.56} \text{ Kg/m}^3 = 323.24 \text{ Kg/m}^3$$

7.61 bolsas

DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - CAPECO

$f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

3.- CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

(Tabla E)

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO			0.66 m ³
AGREGADO GRUESO	=		1166.22 Kg

4.- CONTENIDO DE AGREGADO FINO

(Tabla F)

ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO sin aire incorporado			2375 Kg/m ³
AGREGADO FINO	=		705.54 Kg

5.- AJUSTE POR HUMEDAD DEL PESO DE LOS AGREGADOS

AGREGADO GRUESO	=	1185.46 Kg	
AGREGADO FINO	=	723.88 Kg	
AGUA DE MEZCLA NETA			
Agua en el agregado grueso	=		0.00 Kg
Agua en el agregado fino	=		4.23 Kg
AGUA DE MEZCLA NETA	=	176 Kg	

6.- DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE POR M3

CEMENTO	=	323.24 Kg	7.6	bolsas
AGUA DE MEZCLADO	=	175.77 litros	23.1	Litros/bolsa
AGREGADO GRUESO	=	1185.46 Kg		
AGREGADO FINO	=	723.88 Kg		

7.- DOSIFICACION EN VOLUMEN

CEMENTO	=	0.215 m ³
AGREGADO GRUESO	=	0.718 m ³
AGREGADO FINO	=	0.460 m ³
AGUA DE MEZCLADO	=	0.176 m ³

9.- PROPORCION Cemento : Grava : Arena : Agua

CEMENTO	=	1.0
AGREGADO GRUESO	=	3.3
AGREGADO FINO	=	2.1
AGUA DE MEZCLADO	=	0.8

DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - CAPECO

$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

CALIDAD DE LOS MATERIALES

CEMENTO PORTLAND	TIPO I	
PESO ESPECIFICO	CEMENTO YURA	3110 Kg/m ³
PESO UNITARIO		1500.87 Kg/m ³

DATOS DEL AGREGADO FINO

MODULO DE FINEZA	2.90
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.6 %
ABSORCION	2 %
PESO UNITARIO	1572.14 Kg/m ³

DATOS DEL AGREGADO GRUESO

PESO UNITARIO SECO Y COMPACTO	1767 Kg/m ³
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.65 %
ABSORCION	1.65 %
PESO UNITARIO	1650.87 Kg/m ³

DATOS DE DISEÑO

RESISTENCIA A LA COMPRESION	$f'c =$	210 Kg/cm ²
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO		1 1/2"
TIPO DE CONTROL EN OBRA	(Tabla C)	Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado.

CALCULO

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO DEL CAPECO

RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA	(Tabla C)	$K =$	1.25
	$f'cr = K * f'c$	$f'cr =$	263 Kg/cm ²
SLUMP O ASENTAMIENTO	(Tabla A)		2"
AGUA DE MEZCLADO	(Tabla B)		180 Kg/m ³

1.- RELACION AGUA CEMENTO A/C

(Tabla D)	$f'cr =$	263 Kg/cm ²	sin aire incorporado
	$f'cr =$	A/C	
	210	0.58	
	245	0.51	
	para	
	263	0.47	
→	A/C	=	0.47

2.- CONTENIDO DE CEMENTO

Cemento =	$\frac{180}{0.47}$	Kg/m ³	=	379.75 Kg/m ³
				8.94 bolsas

DISEÑO DE MEZCLAS

METODO - CAPECO

$f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

3.- CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

(Tabla E)

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO SECO COMPACTO			0.66 m ³
AGREGADO GRUESO	=		1166.22 Kg

4.- CONTENIDO DE AGREGADO FINO

(Tabla F)

ESTIMACION DEL PESO DEL CONCRETO sin aire incorporado			2375 Kg/m ³
AGREGADO FINO	=		649.03 Kg

5.- AJUSTE POR HUMEDAD DEL PESO DE LOS AGREGADOS

AGREGADO GRUESO	=	1185.46 Kg	
AGREGADO FINO	=	665.91 Kg	
AGUA DE MEZCLA NETA			
Agua en el agregado grueso	=		0.00 Kg
Agua en el agregado fino	=		3.89 Kg
AGUA DE MEZCLA NETA	=	176 Kg	

6.- DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE POR M³

CEMENTO	=	379.75 Kg	9	bolsas
AGUA DE MEZCLADO	=	176.11 litros	19.7	Litros/bolsa
AGREGADO GRUESO	=	1185.46 Kg		
AGREGADO FINO	=	665.91 Kg		

7.- DOSIFICACION EN VOLUMEN

CEMENTO	=	0.253 m ³
AGREGADO GRUESO	=	0.718 m ³
AGREGADO FINO	=	0.424 m ³
AGUA DE MEZCLADO	=	0.176 m ³

9.- PROPORCION Cemento : Grava : Arena : Agua

CEMENTO	=	1.0
AGREGADO GRUESO	=	2.8
AGREGADO FINO	=	1.7
AGUA DE MEZCLADO	=	0.7

ANEXO II. HOJA DE PUNTOS TOMADOS CON ESTACION TOTAL

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	8550873.95	716508.66	3857.99	PUNTO TOMADO
2	8550887.84	716431.35	3854.00	EJE DE CARRETERA
3	8550908.29	716438.64	3858.73	EJE DE CARRETERA
4	8550919.79	716454.09	3858.53	EJE DE CARRETERA
5	8550931.88	716480.62	3860.12	EJE DE CARRETERA
6	8550946.53	716504.02	3862.04	EJE DE CARRETERA
7	8550970.29	716524.86	3864.82	EJE DE CARRETERA
8	8550989.68	716544.83	3867.66	EJE DE CARRETERA
9	8551003.48	716568.06	3867.75	EJE DE CARRETERA
10	8551023.91	716584.58	3869.37	EJE DE CARRETERA
11	8551039.42	716604.85	3869.58	EJE DE CARRETERA
12	8551047.58	716577.48	3871.00	EJE DE CARRETERA
13	8551056.18	716552.95	3870.07	EJE DE CARRETERA
14	8551064.68	716542.95	3871.55	EJE DE CARRETERA
15	8551082.77	716535.49	3871.52	EJE DE CARRETERA
16	8551104.45	716543.09	3872.78	EJE DE CARRETERA
17	8551128.24	716560.46	3873.39	EJE DE CARRETERA
18	8551143.50	716592.13	3873.02	EJE DE CARRETERA
19	8551143.15	716615.09	3874.78	EJE DE CARRETERA
20	8551149.94	716650.65	3875.41	EJE DE CARRETERA
21	8551167.08	716677.88	3875.08	EJE DE CARRETERA
22	8551177.60	716712.32	3876.36	EJE DE CARRETERA
23	8551170.00	716735.71	3877.61	EJE DE CARRETERA
24	8551168.92	716765.27	3878.74	EJE DE CARRETERA
25	8551174.68	716795.40	3879.48	EJE DE CARRETERA
26	8551170.39	716813.84	3880.96	EJE DE CARRETERA
27	8551175.56	716841.80	3880.66	EJE DE CARRETERA
28	8551171.12	716855.09	3880.18	EJE DE CARRETERA
29	8551168.18	716879.90	3881.44	EJE DE CARRETERA
30	8551160.51	716912.38	3881.50	EJE DE CARRETERA
31	8551152.31	716947.99	3882.00	EJE DE CARRETERA
32	8551163.40	716972.69	3883.46	EJE DE CARRETERA
33	8551173.42	716984.66	3883.06	EJE DE CARRETERA
34	8551217.93	716994.46	3884.33	EJE DE CARRETERA
35	8551239.93	717005.43	3885.81	EJE DE CARRETERA
36	8551259.50	717019.46	3886.29	EJE DE CARRETERA
37	8551275.97	717035.85	3886.89	EJE DE CARRETERA
38	8551298.15	717044.78	3887.23	EJE DE CARRETERA
39	8551322.41	717044.97	3888.05	EJE DE CARRETERA
40	8551349.95	717048.27	3888.82	EJE DE CARRETERA
41	8551361.61	717049.00	3889.30	EJE DE CARRETERA
42	8551378.17	717046.90	3887.13	EJE DE CARRETERA
43	8551391.23	717036.60	3887.73	EJE DE CARRETERA
44	8551407.72	717022.58	3889.36	EJE DE CARRETERA
45	8551428.21	717005.34	3889.15	EJE DE CARRETERA
46	8551440.81	716988.60	3890.54	EJE DE CARRETERA
47	8551455.00	716963.60	3890.53	EJE DE CARRETERA
48	8551471.72	716936.81	3890.37	EJE DE CARRETERA
49	8551481.78	716922.68	3890.05	EJE DE CARRETERA
50	8551492.76	716897.33	3889.41	EJE DE CARRETERA

51	8551505.69	716882.24	3887.91	EJE DE CARRETERA
52	8551523.15	716872.12	3886.45	EJE DE CARRETERA
53	8551540.72	716842.38	3887.78	EJE DE CARRETERA
54	8551545.42	716801.35	3888.00	EJE DE CARRETERA
55	8551539.18	716771.13	3885.69	EJE DE CARRETERA
56	8551544.17	716751.76	3883.27	EJE DE CARRETERA
57	8551557.97	716738.86	3881.38	EJE DE CARRETERA
58	8551566.58	716715.19	3880.04	EJE DE CARRETERA
59	8551582.42	716699.08	3880.92	EJE DE CARRETERA
60	8551592.97	716681.12	3879.34	EJE DE CARRETERA
61	8551597.89	716671.66	3878.32	EJE DE CARRETERA
62	8551612.96	716657.12	3877.71	EJE DE CARRETERA
63	8551635.25	716635.41	3877.43	EJE DE CARRETERA
64	8551649.23	716598.77	3876.00	EJE DE CARRETERA
65	8551664.99	716577.22	3873.41	EJE DE CARRETERA
66	8551707.71	716555.21	3871.79	EJE DE CARRETERA
67	8551741.86	716551.60	3870.41	EJE DE CARRETERA
68	8551757.25	716542.25	3869.27	EJE DE CARRETERA
69	8551767.06	716532.24	3869.58	EJE DE CARRETERA
70	8551777.73	716517.40	3869.74	EJE DE CARRETERA
71	8551796.99	716505.79	3870.24	EJE DE CARRETERA
72	8551801.76	716488.07	3868.65	EJE DE CARRETERA
73	8551811.34	716475.55	3866.23	EJE DE CARRETERA
74	8551836.61	716476.57	3863.13	EJE DE CARRETERA
75	8551850.38	716466.56	3861.85	EJE DE CARRETERA
76	8551860.84	716448.68	3862.25	EJE DE CARRETERA
77	8551867.88	716437.80	3863.76	EJE DE CARRETERA
78	8551884.30	716438.54	3865.04	EJE DE CARRETERA
79	8551909.04	716426.76	3866.61	EJE DE CARRETERA
80	8551922.66	716409.73	3864.58	EJE DE CARRETERA
81	8551930.02	716384.40	3864.43	EJE DE CARRETERA
82	8551944.20	716375.63	3864.51	EJE DE CARRETERA
83	8551976.90	716395.92	3863.03	EJE DE CARRETERA
84	8551994.96	716429.09	3862.85	EJE DE CARRETERA
85	8552043.06	716447.23	3861.66	EJE DE CARRETERA
86	8552086.68	716444.89	3863.43	EJE DE CARRETERA
87	8552113.34	716429.41	3861.21	EJE DE CARRETERA
88	8552162.43	716427.53	3860.30	EJE DE CARRETERA
89	8552175.75	716422.06	3860.89	EJE DE CARRETERA
90	8552192.94	716431.69	3861.86	EJE DE CARRETERA
91	8552205.39	716467.81	3862.47	EJE DE CARRETERA
92	8552216.88	716494.65	3863.57	EJE DE CARRETERA
93	8552266.58	716522.71	3864.00	EJE DE CARRETERA
94	8552279.42	716550.06	3861.07	EJE DE CARRETERA
95	8552295.86	716610.64	3860.69	EJE DE CARRETERA
96	8552324.30	716655.93	3829.72	EJE DE CARRETERA
97	8552339.42	716714.27	3819.58	EJE DE CARRETERA
98	8552355.01	716741.24	3828.84	EJE DE CARRETERA
99	8552388.93	716766.29	3808.31	EJE DE CARRETERA
100	8552406.80	716797.40	3797.53	EJE DE CARRETERA
101	8552414.29	716835.66	3786.49	EJE DE CARRETERA
102	8552435.46	716849.66	3776.18	EJE DE CARRETERA
103	8552444.75	716900.12	3775.89	EJE DE CARRETERA
104	8552459.93	716951.44	3765.02	EJE DE CARRETERA
105	8552474.13	716966.22	3759.10	EJE DE CARRETERA

106	8552475.18	716940.00	3723.99	EJE DE CARRETERA
107	8552489.54	716936.19	3731.46	EJE DE CARRETERA
108	8552500.26	716953.42	3751.34	EJE DE CARRETERA
109	8552506.04	716980.51	3750.56	EJE DE CARRETERA
110	8552527.29	716983.77	3739.84	EJE DE CARRETERA
111	8552552.60	717005.86	3749.39	EJE DE CARRETERA
112	8552561.24	717005.93	3851.24	EJE DE CARRETERA
113	8552602.82	717047.97	3853.46	EJE DE CARRETERA
114	8552656.10	717076.68	3857.09	EJE DE CARRETERA
115	8552666.61	717078.41	3861.21	EJE DE CARRETERA
116	8552686.56	717086.62	3863.10	EJE DE CARRETERA
117	8552706.57	717086.16	3868.21	EJE DE CARRETERA
118	8552730.59	717112.16	3871.84	EJE DE CARRETERA
119	8552741.41	717116.71	3873.93	EJE DE CARRETERA
120	8552759.70	717133.87	3877.69	EJE DE CARRETERA
121	8552779.88	717139.19	3879.14	EJE DE CARRETERA
122	8552790.83	717166.12	3880.12	EJE DE CARRETERA
123	8552810.08	717176.57	3882.79	EJE DE CARRETERA
124	8552826.14	717176.10	3884.15	EJE DE CARRETERA
125	8552846.45	717164.91	3886.01	EJE DE CARRETERA
126	8552870.43	717180.90	3889.47	EJE DE CARRETERA
127	8552912.04	717181.12	3892.08	EJE DE CARRETERA
128	8552906.07	717216.38	3894.76	EJE DE CARRETERA
129	8552893.11	717230.53	3897.18	EJE DE CARRETERA
130	8552880.49	717255.00	3898.83	EJE DE CARRETERA
131	8552808.43	717299.88	3900.41	EJE DE CARRETERA
132	8552831.48	717350.64	3902.47	EJE DE CARRETERA
133	8552835.79	717356.74	3904.32	EJE DE CARRETERA
134	8552840.34	717379.69	3905.94	EJE DE CARRETERA
135	8552853.23	717388.16	3908.73	EJE DE CARRETERA
136	8552861.09	717425.10	3910.29	EJE DE CARRETERA
137	8552870.43	717450.55	3902.47	EJE DE CARRETERA
138	8552868.08	717468.19	3900.41	EJE DE CARRETERA
139	8552859.45	717480.82	3902.47	EJE DE CARRETERA
140	8552864.09	717492.62	3904.89	EJE DE CARRETERA
141	8552882.19	717474.24	3906.54	EJE DE CARRETERA
142	8552896.47	717433.72	3908.12	EJE DE CARRETERA
143	8552895.55	717390.66	3910.18	EJE DE CARRETERA
144	8552914.16	717361.88	3887.23	EJE DE CARRETERA
145	8552950.53	717350.83	3888.05	EJE DE CARRETERA
146	8552985.72	717335.01	3888.82	EJE DE CARRETERA
147	8553000.06	717320.56	3889.30	EJE DE CARRETERA
148	8553007.99	717318.33	3887.13	EJE DE CARRETERA
149	8553030.24	717328.59	3887.73	EJE DE CARRETERA
150	8553051.80	717329.96	3889.36	EJE DE CARRETERA
151	8553069.81	717329.17	3889.15	EJE DE CARRETERA
152	8553092.48	717380.14	3890.54	EJE DE CARRETERA
153	8553113.38	717373.19	3890.53	EJE DE CARRETERA
154	8553117.87	717365.48	3890.37	EJE DE CARRETERA
155	8553132.17	717355.37	3890.05	EJE DE CARRETERA

156	8553143.87	717353.29	3889.41	EJE DE CARRETERA
157	8553151.98	717366.37	3887.91	EJE DE CARRETERA
158	8553174.04	717374.60	3886.45	EJE DE CARRETERA
159	8553207.87	717371.46	3887.78	EJE DE CARRETERA
160	8553253.52	717392.26	3888.00	EJE DE CARRETERA
161	8553279.71	717396.80	3885.69	EJE DE CARRETERA
162	8553299.45	717414.87	3883.27	EJE DE CARRETERA
163	8553323.70	717421.70	3881.38	EJE DE CARRETERA
164	8553378.80	717614.89	3880.04	PUNTO TOMADO
165	8553447.25	717420.58	3880.92	PUNTO TOMADO
166	8553290.12	717170.80	3879.34	PUNTO TOMADO
167	8553009.76	717079.98	3878.32	PUNTO TOMADO
168	8553166.62	717275.81	3877.71	PUNTO TOMADO
169	8552848.95	716941.03	3877.43	PUNTO TOMADO
170	8552771.40	716665.27	3876.00	PUNTO TOMADO
171	8552614.60	716543.98	3873.41	PUNTO TOMADO
172	8552323.58	716239.86	3871.79	PUNTO TOMADO
173	8552284.99	716443.58	3870.41	PUNTO TOMADO
174	8552256.71	716107.10	3869.27	PUNTO TOMADO
175	8552084.46	716222.71	3869.58	PUNTO TOMADO
176	8551849.12	716140.68	3869.74	PUNTO TOMADO
177	8551746.67	716325.12	3870.24	PUNTO TOMADO
178	8551984.31	716346.88	3868.65	PUNTO TOMADO
179	8551970.83	716141.32	3866.23	PUNTO TOMADO
180	8551626.74	716450.45	3863.13	PUNTO TOMADO
181	8551536.97	716640.85	3861.85	PUNTO TOMADO
182	8551362.96	716405.05	3862.25	PUNTO TOMADO
183	8551304.32	716685.39	3863.76	PUNTO TOMADO
184	8551373.85	716555.73	3865.04	PUNTO TOMADO
185	8551152.97	716497.85	3866.61	PUNTO TOMADO
186	8551169.64	716270.58	3864.58	PUNTO TOMADO
187	8550903.13	716280.83	3864.43	PUNTO TOMADO
188	8550815.83	716339.70	3864.51	PUNTO TOMADO
189	8550757.92	716441.73	3863.03	PUNTO TOMADO
190	8550819.68	716606.97	3862.85	PUNTO TOMADO
191	8550992.99	716642.70	3861.66	PUNTO TOMADO
192	8551091.07	716682.58	3863.43	PUNTO TOMADO
193	8551090.27	716953.29	3861.21	PUNTO TOMADO
194	8550999.27	716797.76	3860.30	PUNTO TOMADO
195	8551004.00	717044.64	3860.89	PUNTO TOMADO
196	8551108.33	717224.17	3861.86	PUNTO TOMADO
197	8551249.24	717192.42	3862.47	PUNTO TOMADO
198	8551145.13	717377.11	3863.57	BM-01
199	8551304.28	717369.79	3864.00	PUNTO TOMADO
200	8551421.78	717236.03	3861.07	PUNTO TOMADO
201	8551371.72	717145.81	3860.69	PUNTO TOMADO
202	8551633.56	717143.66	3829.72	PUNTO TOMADO
203	8551669.49	716849.71	3819.58	PUNTO TOMADO
204	8551772.88	716815.91	3828.84	PUNTO TOMADO
205	8551977.89	717059.01	3808.31	PUNTO TOMADO

206	8552058.00	716600.09	3797.53	PUNTO TOMADO
207	8551844.61	716911.88	3786.49	PUNTO TOMADO
208	8551885.79	716542.56	3776.18	PUNTO TOMADO
209	8551943.18	716721.14	3775.89	PUNTO TOMADO
210	8552255.13	716925.69	3765.02	PUNTO TOMADO
211	8552232.69	716707.60	3759.10	PUNTO TOMADO
212	8552115.89	716969.73	3828.84	PUNTO TOMADO
213	8552192.16	717163.06	3808.31	PUNTO TOMADO
214	8552326.97	717069.76	3797.53	PUNTO TOMADO
215	8552195.97	717097.97	3786.49	PUNTO TOMADO
216	8552378.43	717207.35	3776.18	PUNTO TOMADO
217	8552650.46	717397.55	3775.89	PUNTO TOMADO
218	8552756.20	717267.46	3828.84	PUNTO TOMADO
219	8552769.33	717547.62	3808.31	BM-02
220	8552631.73	717639.01	3797.53	PUNTO TOMADO
221	8552410.83	716976.09	3786.49	PUNTO TOMADO
222	8552922.85	717609.55	3776.18	PUNTO TOMADO
223	8553207.07	717548.28	3775.89	PUNTO TOMADO
224	8553301.76	717503.74	3766.85	PUNTO TOMADO
225	8552993.74	717404.25	3763.2	PUNTO TOMADO
226	8553052.32	717590.32	3760.78	PUNTO TOMADO
227	8552773.35	716758.61	3756.41	PUNTO TOMADO

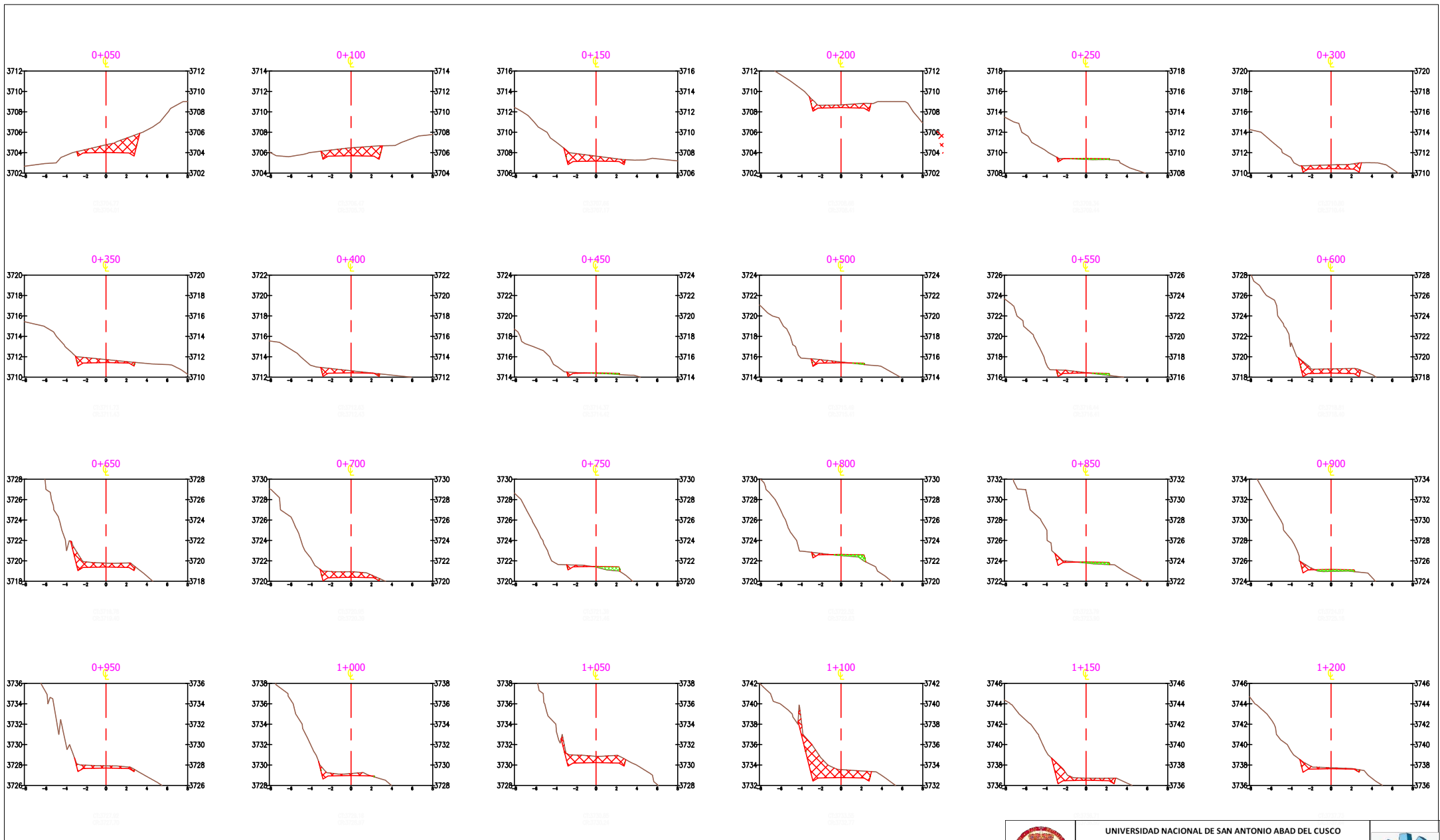
Tabla N° 56: Cuadro de Puntos topográficos tomados para el levantamiento topográfico
Fuente: Elaboración propia



ANEXO II. HOJA DE CALCULO DE VOLUMEN TOTAL DE CORTE Y RELLENO DE MATERIAL

PROGRESIVA	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOL. DE RELLENO	VOL. DE CORTE	VOL. RELLENO ACUMULADO	VOL. CORTE ACUMULADO	VOL. TOTAL (M3)
0+000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+050	0.00	5.34	0.00	50.11	0.00	50.11	50.11
0+100	0.00	4.72	0.00	151.78	0.00	201.89	201.89
0+150	0.00	3.26	0.00	285.14	0.00	487.03	487.03
0+200	0.00	2.95	0.00	367.02	0.00	854.05	854.05
0+250	0.00	0.12	0.00	197.90	0.00	1051.95	1051.95
0+300	0.00	2.18	0.00	197.96	0.00	1249.91	1249.91
0+350	0.00	2.03	0.00	446.50	0.00	1696.41	1696.41
0+400	0.00	1.51	0.00	523.51	0.00	2219.92	2219.92
0+450	0.00	0.21	0.00	557.01	0.00	2776.93	2776.93
0+500	0.00	0.88	0.00	554.13	0.00	3331.06	3331.06
0+550	0.00	0.72	0.00	508.02	0.00	3839.08	3839.08
0+600	0.00	3.28	0.00	409.68	0.00	4248.76	4248.76
0+650	0.00	3.35	0.00	279.81	0.00	4528.57	4528.57
0+700	0.00	2.92	0.00	89.32	0.00	4617.89	4617.89
0+750	0.00	0.43	0.00	61.36	0.00	4679.25	4679.25
0+800	0.00	0.33	0.00	57.34	0.00	4736.59	4736.59
0+850	0.00	0.50	0.00	93.18	0.00	4829.77	4829.77
0+900	0.00	0.58	0.00	431.34	0.00	5261.11	5261.11
0+950	0.00	1.52	0.00	872.46	0.00	6133.57	6133.57
1+000	0.00	1.37	0.00	1206.65	0.00	7340.22	7340.22
1+050	0.00	4.47	0.00	977.92	0.00	8318.14	8318.14
1+100	0.00	9.17	0.00	305.04	0.00	8623.18	8623.18
1+150	0.00	3.01	0.00	255.15	0.00	8878.33	8878.33
1+200	0.00	1.14	0.00	240.16	0.00	9118.49	9118.49
1+250	0.00	3.82	0.00	303.19	0.00	9421.68	9421.68
1+300	0.00	3.50	0.00	850.96	0.00	10272.64	10272.64
1+350	0.00	0.43	0.00	1145.02	0.00	11417.66	11417.66
1+400	0.00	1.38	0.00	1109.50	0.00	12527.16	12527.16
1+450	0.00	0.42	0.00	579.33	0.00	13106.49	13106.49
1+500	0.00	0.27	0.00	81.31	0.00	13187.80	13187.80
1+550	0.00	1.94	0.00	36.09	0.00	13223.89	13223.89
1+600	0.00	2.74	0.00	35.71	0.00	13259.60	13259.60
1+650	0.00	2.49	0.00	33.45	0.00	13293.05	13293.05
1+700	0.00	1.42	0.00	116.91	0.00	13409.96	13409.96
1+750	0.00	1.39	0.00	113.30	0.00	13523.26	13523.26
1+800	0.00	1.62	0.00	153.66	0.00	13676.92	13676.92
1+850	0.00	1.62	0.00	357.99	0.00	14034.91	14034.91
1+900	0.00	1.93	0.00	290.42	0.00	14325.33	14325.33
1+950	0.00	2.92	0.00	171.49	0.00	14496.82	14496.82
2+000	0.00	3.81	0.00	143.61	0.00	14640.43	14640.43
2+050	0.00	4.88	0.00	73.09	0.00	14713.52	14713.52
2+100	0.00	4.26	0.00	70.86	0.00	14784.38	14784.38
2+150	0.00	1.42	0.00	64.49	0.00	14848.87	14848.87
2+200	0.00	3.23	0.00	93.76	0.00	14942.63	14942.63
2+250	0.00	3.91	0.00	197.55	0.00	15140.18	15140.18
2+300	0.00	3.23	0.00	136.10	0.00	15276.28	15276.28

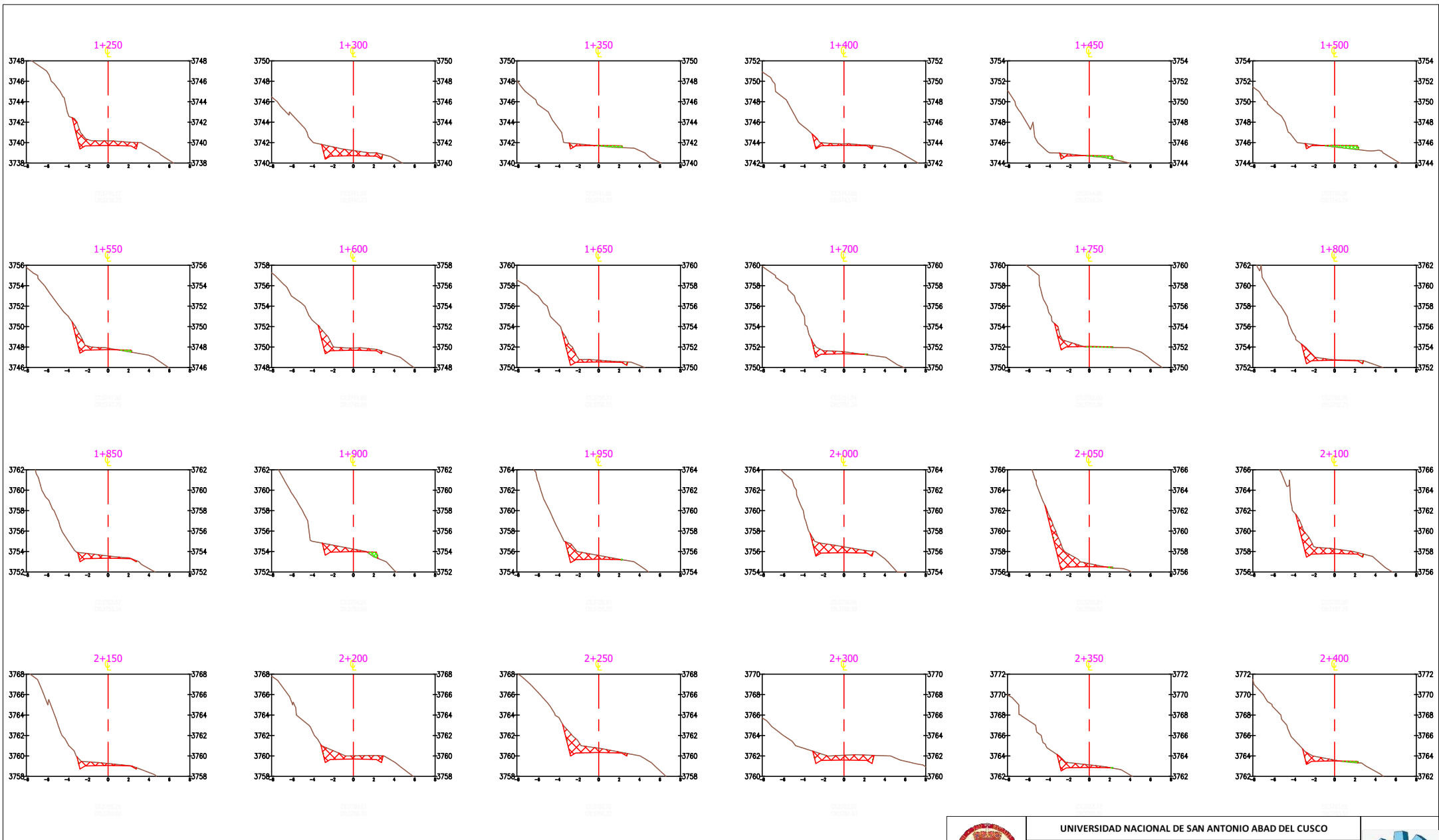
2+300	0.00	3.23	0.00	136.10	0.00	15276.28	15276.28
2+350	0.00	1.89	0.00	173.71	0.00	15449.99	15449.99
2+400	0.00	1.40	0.00	151.43	0.00	15601.42	15601.42
2+450	0.00	2.34	0.00	168.96	0.00	15770.38	15770.38
2+500	0.00	0.93	0.00	314.76	0.00	16085.14	16085.14
2+550	0.00	1.22	0.00	438.32	0.00	16523.46	16523.46
2+600	0.00	3.06	0.00	557.15	0.00	17080.61	17080.61
2+650	0.00	0.50	0.00	466.36	0.00	17546.97	17546.97
2+700	0.00	1.86	0.00	131.76	0.00	17678.73	17678.73
2+750	0.00	1.82	0.00	101.00	0.00	17779.73	17779.73
2+800	0.00	2.60	0.00	207.80	0.00	17987.53	17987.53
2+850	0.00	1.96	0.00	82.68	0.00	18070.21	18070.21
2+900	0.00	3.63	0.00	75.07	0.00	18145.28	18145.28
2+950	0.00	2.94	0.00	74.32	0.00	18219.60	18219.60
3+000	0.00	2.89	0.00	65.50	0.00	18285.10	18285.10
3+050	0.00	2.35	0.00	57.41	0.00	18342.51	18342.51
3+100	0.00	2.78	0.00	66.25	0.00	18408.76	18408.76
3+150	0.00	1.02	0.00	176.42	0.00	18585.18	18585.18
3+200	0.00	4.44	0.00	297.59	0.00	18882.77	18882.77
3+250	0.00	4.92	0.00	218.61	0.00	19101.38	19101.38
3+300	0.00	4.09	0.00	237.51	0.00	19338.89	19338.89
3+350	0.00	3.83	0.00	377.41	0.00	19716.30	19716.30
3+400	0.00	5.74	0.00	200.31	0.00	19916.61	19916.61
3+450	0.00	12.29	0.00	91.52	0.00	20008.13	20008.13
3+500	0.00	4.80	0.00	35.55	0.00	20043.68	20043.68
3+550	0.00	2.37	0.00	0.00	0.00	20043.68	20043.68
3+600	0.00	1.12	0.00	0.00	0.00	20043.68	20043.68
3+650	0.00	1.55	0.00	13.18	0.00	20056.86	20056.86
3+700	0.00	0.97	0.00	77.28	0.00	20134.14	20134.14
3+750	0.00	0.25	0.00	179.53	0.00	20313.67	20313.67
3+800	0.00	0.18	0.00	177.87	0.00	20491.54	20491.54
3+850	0.00	1.17	0.00	238.93	0.00	20730.47	20730.47
3+900	0.00	20.82	0.00	257.43	0.00	20987.90	20987.90
3+950	0.00	15.31	0.00	284.97	0.00	21272.87	21272.87
4+000	0.00	18.30	0.00	352.84	0.00	21625.71	21625.71
4+050	0.00	13.76	0.00	364.40	0.00	21990.11	21990.11
4+100	0.00	21.02	0.00	320.22	0.00	22310.33	22310.33
4+150	0.00	25.93	0.00	303.48	0.00	22613.81	22613.81
4+200	0.00	18.92	0.00	288.29	0.00	22902.10	22902.10
4+250	0.00	0.20	0.00	268.56	0.00	23170.66	23170.66
4+300	0.00	0.11	0.00	236.58	0.00	23407.24	23407.24
4+350	0.00	8.50	0.00	175.60	0.00	23582.84	23582.84
4+400	0.00	10.30	0.00	65.20	0.00	23648.04	23648.04
4+450	0.00	19.43	0.00	62.75	0.00	23710.79	23710.79
4+500	0.00	15.81	0.00	98.40	0.00	23809.19	23809.19
4+550	0.00	11.46	0.00	82.71	0.00	23891.90	23891.90
4+600	0.00	21.39	0.00	103.44	0.00	23995.34	23995.34
4+650	0.00	14.01	0.00	124.70	0.00	24120.04	24120.04
4+683	0.00	16.04	0.00	176.41	0.00	24296.45	24296.45



Tabla N° 57: Tabla de cálculo de corte de terreno
Fuente: Elaboración propia

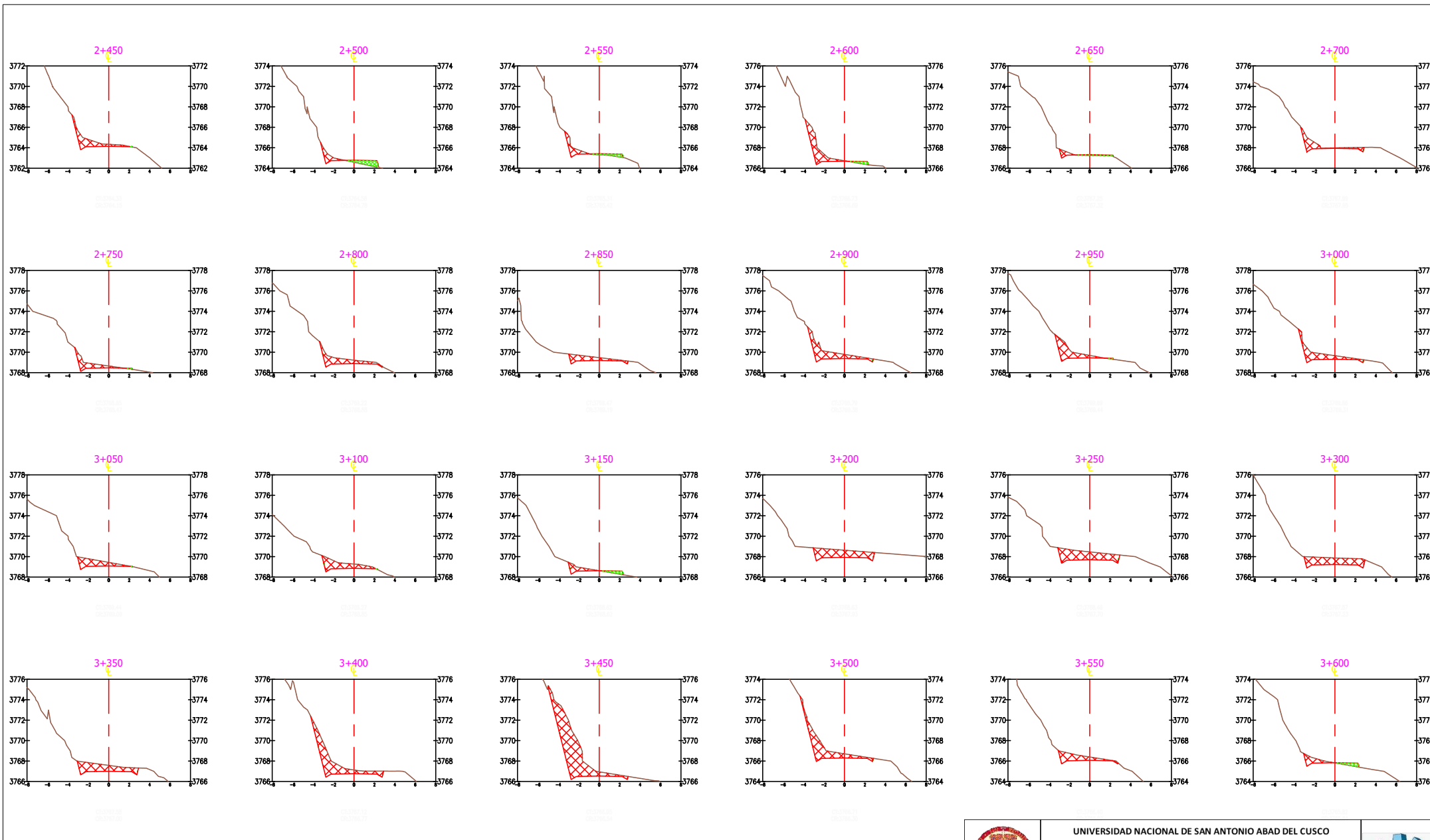




	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO			
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA			
	Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo			
"ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLAPACASA - SALINAS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO"				
CORTES TRANSVERSALES N°01				
ESCALA:	1/10000	Diseñado por:	Erick G. Leiva Padilla	
DATUM:	WGS1984	UBICACIÓN:	Salinas/Vilcabamba/La Convención/CUSCO	
FECHA:	Ene-24			

M-06

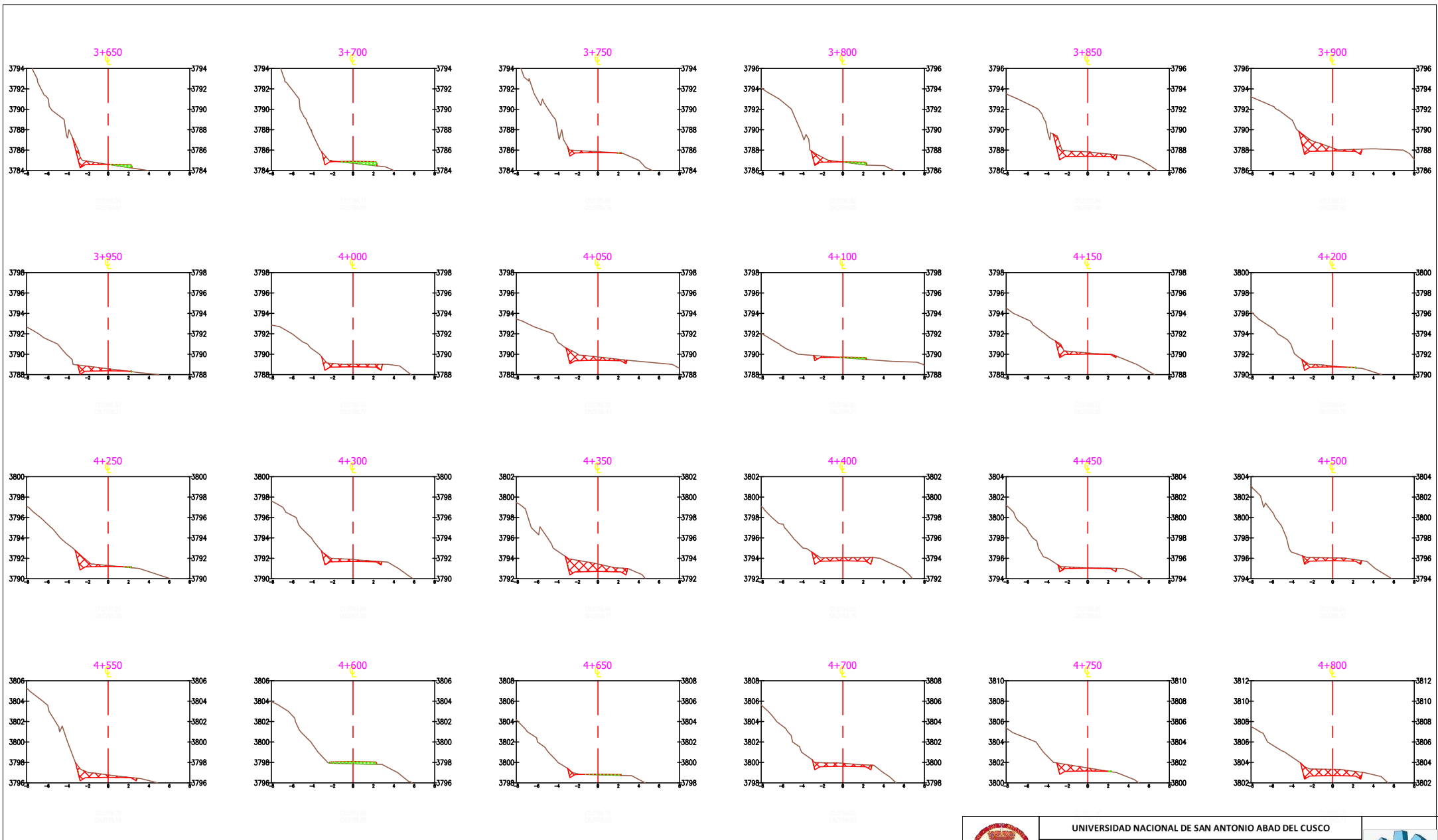




	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO			
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA			
	Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo <small>*ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA - SALINAS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO*</small>			
CORTES TRANSVERSALES N°02				
ESCALA:	1/10000	Diseñado por:	Erick G. Leiva Padilla	M-07
DATUM:	WGS1984	UBICACIÓN:	Marleni Yucra Guillen	
FECHA:	Ene-24		Salinas/Vilcabamba/La Convencion/CUSCO	



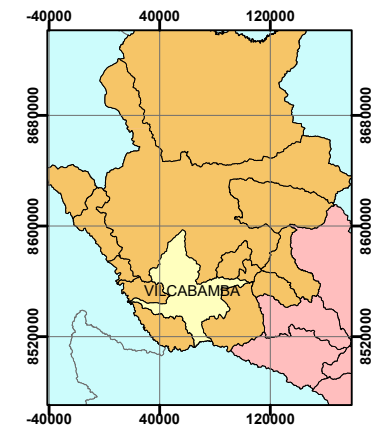
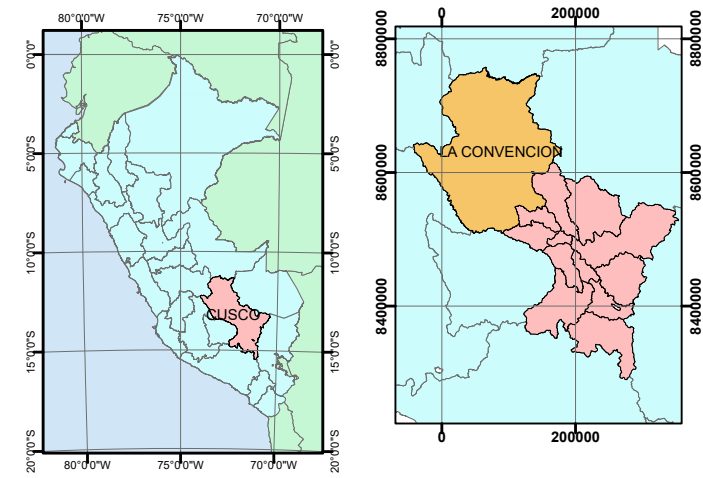
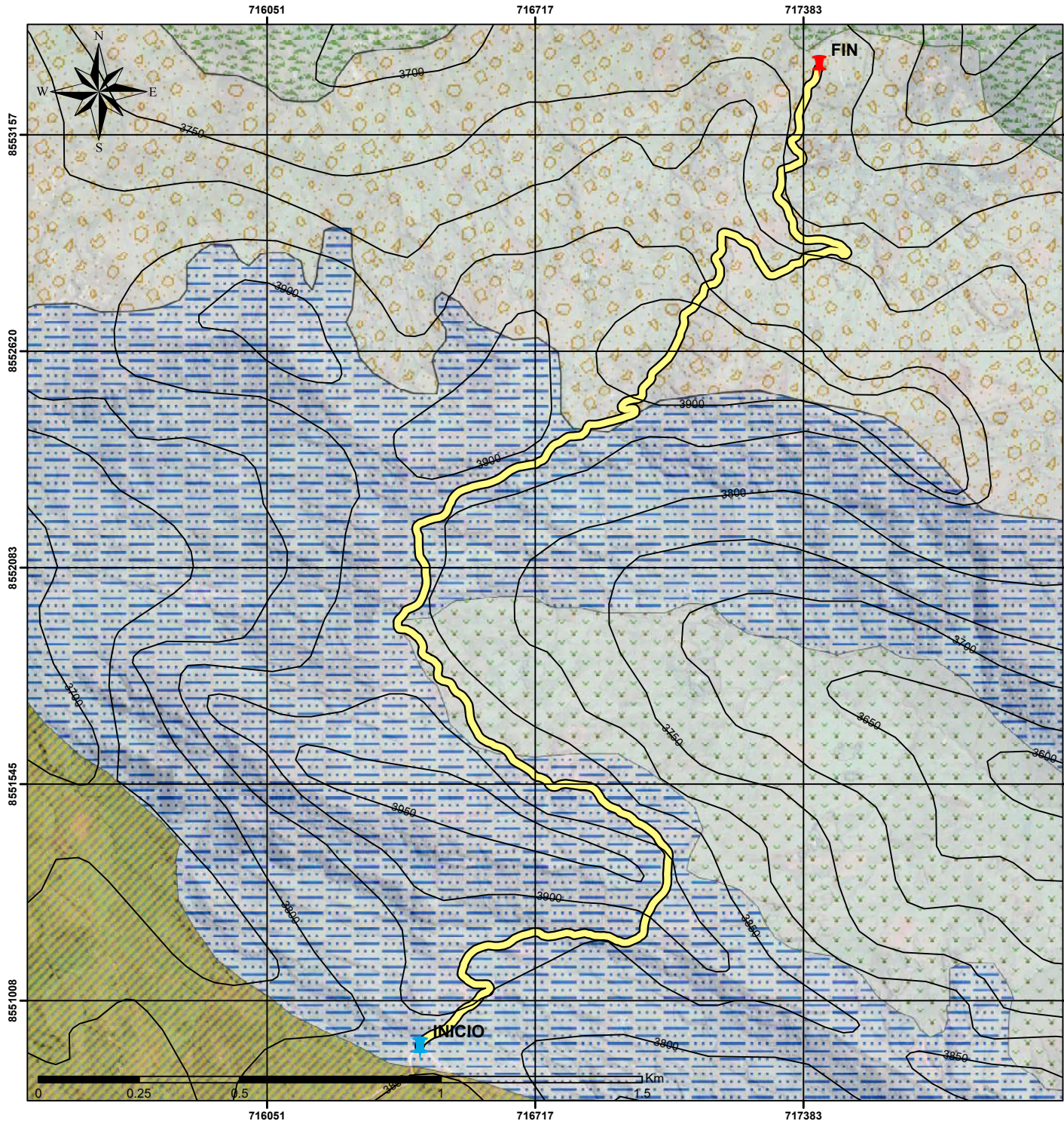
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA		
	Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo "ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA - SALINAS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO"		
CORTES TRANSVERSALES N°03			
ESCALA:	1/10000	Diseñado por:	Erick G. Leiva Padilla
DATUM:	WGS1984	UBICACIÓN:	Marleni Yucra Guillen
FECHA:	Ene-24		Salinas/Vilcabamba/La Convencion/CUSCO

M-08



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO			
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA			
	Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo			
	"ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA - SALINAS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO"			
CORTES TRANSVERSALES N°04				
ESCALA:	1/10000	Diseñado por:	Erick G. Leiva Padilla	
DATUM:	WGS1984	UBICACIÓN:	Marleni Yucra Guillen	
FECHA:	Ene-24		Salinas/Vilcabamba/La Convencion/CUSCO	
				M-09

MAPA DE USO DE SUELOS








Simbología



PUNTOS DE CONTROL

-  FIN
-  INICIO
-  EJE DE CARRETERA

SIMBOLOGIA

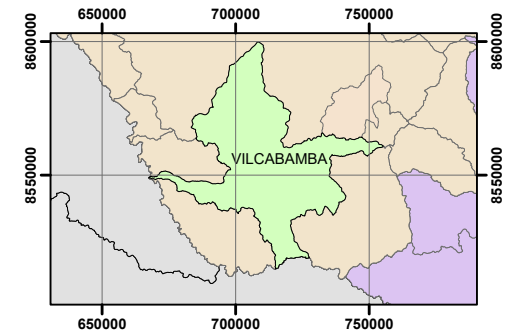
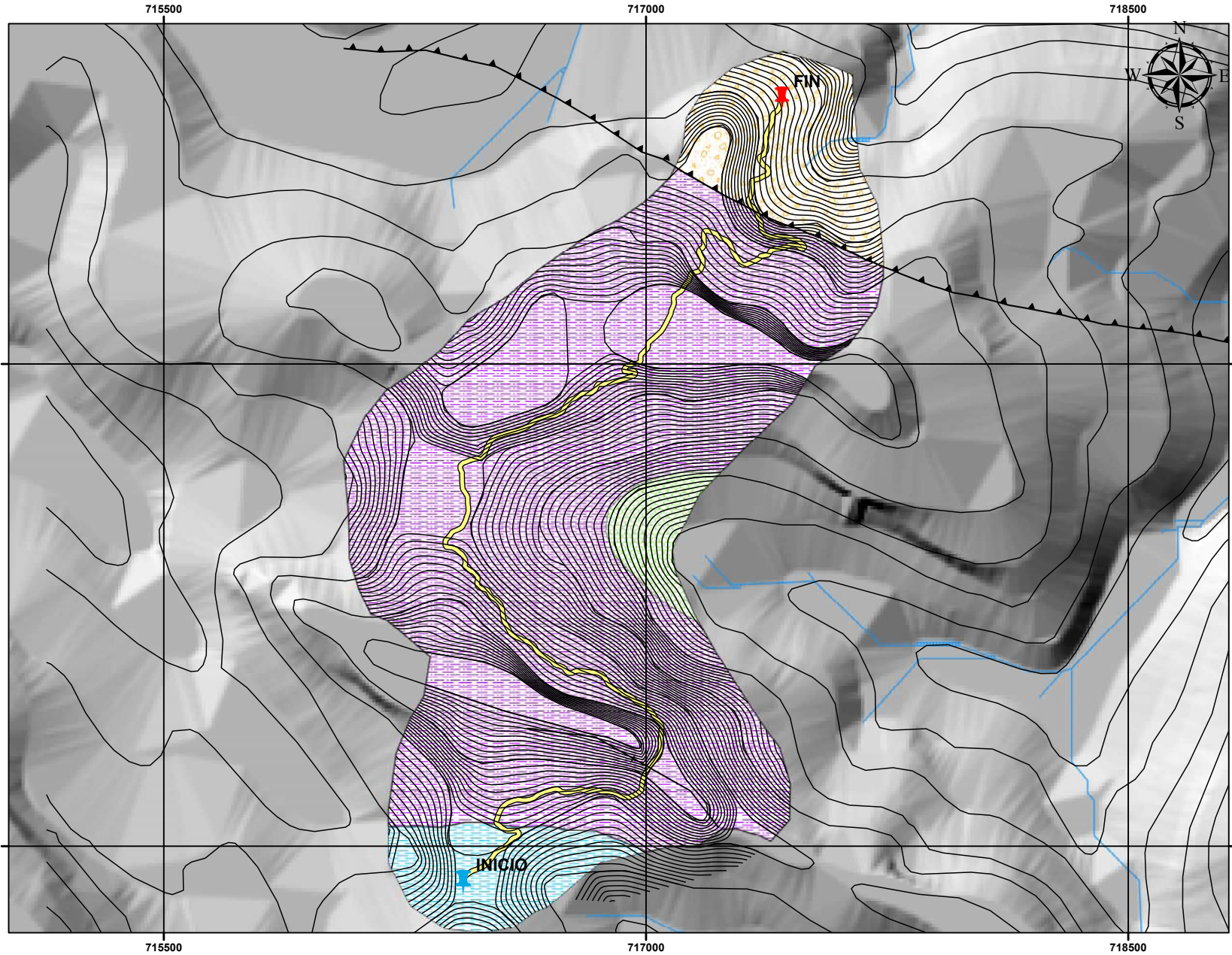
USO_SUELOS

-  Afloramiento litológico-Areniscas feldespaticas
-  Material suelto sin cobertura vegetal
-  Pastos de uso agricola
-  Pastos de uso agricola-conglomerado
-  Vegetacion baja
-  Vegetación baja

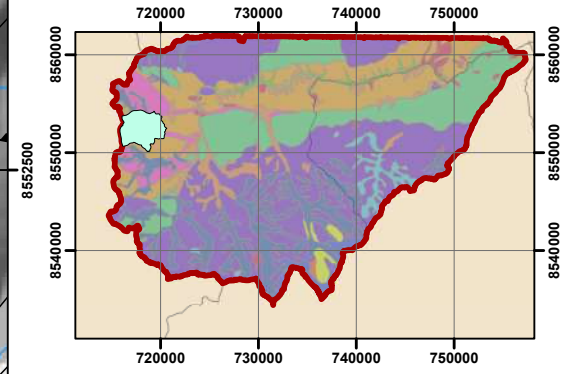
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO			
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA			
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA			
	Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo			
"ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLLPACCASA - SALINAS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO"				
MAPA DE USO DE SUELOS				
ESCALA:	1/20000	Diseñado por:	Erick G. Leiva Padilla	
DATUM:	WGS1984	por:	Marleni Yucra Guillen	
FECHA:	Ene-24	UBICACIÓN:	Collpaccasa/Vilcabamba/La Convencion/CUSCO	

M-10

PLANO DE MATERIALES DEL EJE DE LA CARRETERA



UBICACIÓN HIDROLÓGICA

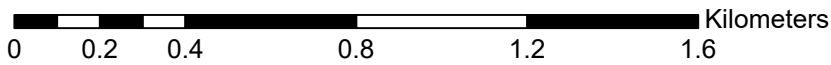


SIMBOLOGIA	
	FIN
	INICIO
	curvas_s
	plieg_inter
	faltas_inter
	EJE DE CARRETERA

LITOLOGIA	
	Cm-a
	KsP-cc
	P-m
	Q-glfi

Conglomerados con clastos volcanicos
Areniscas feldespaticas color rojo
Intercalacion de areniscas feldespaticas con lutitas rojas
Depositos cuaternarios-uso agricola

1:12,500



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
	FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA		
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
	Tesis para Optar el Titulo Profesional de Ingeniero Geólogo		
ESTUDIO GEOLOGICO, GEOTECNICO E HIDROLOGICO PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL RAMAL COLPACCASA - SALINAS DEL DISTRITO DE VILCABAMBA, DE LA PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DEL CUSCO			
PLANO DE MATERIALES DEL EJE DE CARRETERA			
ESCALA:	1/12500	Diseñado por:	Erick G. Leiva Padilla
DATUM:	WGS1984	por:	Marleni Yucra Guillen
FECHA:	Ene-24	UBICACIÓN:	Collpaccasa/Vilcabamba/La Convencion/CUSCO
			P-02