

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA



TITULO:

“ESTUDIO GEOLOGICO, GEODINAMICO Y GEOTECNICO PARA LA SEGURIDAD FISICA DEL TRAMO CARRETERO PUENTE CHAULLAY - MESACANCHA, DISTRITO DE VILCABAMBA - PROVINCIA LA CONVENCION - DEPARTAMENTO CUSCO”

PRESENTADO POR:

BACH. ATAUCHI ROJAS WILLIAMS MIGUEL.

BACH. HACHA SANTOS ANTON FRANCOIS.

PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEOLOGO.

ASESOR: ING. Edison Mattos Ojeda.

CUSCO - PERÚ

2019



RESUMEN

Los cambios climáticos que implican el calentamiento global han traído como consecuencia en las últimas décadas, una gran variación de climas manifestándose en fenómenos naturales; lo que implica una geodinámica activa dentro de nuestro ámbito de estudio en el cual se realizó un modelo geológico-geotécnico y la evaluación de las condiciones del terreno que constituyen el tramo carretero, a partir de mapas temáticos y la caracterización geotécnica del subsuelo mediante la realización de métodos directos e indirectos.

El "ESTUDIO GEOLÓGICO. GEODINÁMICO, GEOTÉCNICO PARA LA SEGURIDAD FISICA DEL TRAMO CARRETERO PUENTE CHAULLAY - MESACANCHA, DISTRITO DE VILCABAMBA - PROVINCIA LA CONVENCION - DEPARTAMENTO CUSCO", es muy importante esta vía para la integración con los demás poblados del interior del país, lo que permitirá no solamente el abastecimiento de los poblados asentados a lo largo de la vía, sino también la salida de los productos agrícolas tropicales existentes en la zona de ESTUDIO; además de otros productos procesados en la capital de la Provincia de La Convención - Quillabamba, como son el café, cacao y otros que constituyen una de las más grandes actividades de esta parte de la Región del Cusco.

Geomorfológicamente, el Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, (área de estudio), se emplaza en la Cordillera Oriental y Valles Transversales, identificando localmente en la parte media e inferior de una zona de laderas de valle y vertientes montañosas. Superficialmente está cubierta por vegetación y material eluvial coluvial, depositado por acción gravitacional.

Geológicamente, la zona de estudio está constituida por materiales que datan del Paleozoico al Cuaternario reciente, la Formación Málaga aflora al NE (inicio del tramo) de la zona en estudio y entre las progresivas Km 0+300 al Km 5+ 638Km, la acumulación de depósitos aluviales se encuentra entre las



progresivas Km 6+250 al Km 6+ 750 y del Km 10+650 hasta el final del tramo carretero Km 12+040, principalmente; así también aflora rocas intrusivas permo triásicas, entre las progresivas Km 7+725 al Km 7+ 920Km y del Km 8+635 al Km 8+790.

El área de estudio se enmarca dentro de una zona con alta geodinámica y en un sector con deslizamientos continuos de materiales inestables y de rocas, los cuales ocasionan grandes movimientos de masa. Siendo evidentes todos los factores de riesgo, donde se incrementa la Vulnerabilidad por fenómenos de origen geodinámico. Los peligros naturales constituyen restricciones al uso del territorio, ya que son fenómenos naturales que por su origen y magnitud pueden escapar al control del hombre y generar desastres, no obstante que sus efectos pueden mitigarse.

El conocimiento de estos temas permitirá la existencia y el origen de los problemas geodinámicos externos, el tipo de problema, estimar su persistencia en el tiempo, su amplitud, extensión y su evolución, así como la influencia en la estabilidad de la carretera, sobre esta información se definirá las alternativas de solución más adecuadas.

Estructuralmente en el Tramo Carretero Puente Chaullay – Mesacancha, está comprendida dentro de la Cordillera Oriental, en la parte sur de Perú, se hace una breve descripción de las estructuras geológicas, a partir del mapa geológico, considerando su ubicación dentro de la deflexión de Abancay.

El drenaje de la zona en estudio del Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, está constituido por numerosas quebradas que vierten sus aguas al río Vilcabamba, el cual constituye el colector natural principal de la zona en estudio, formando un drenaje de tipo dendrítico, pertenecientes a la vertiente del Atlántico.

Este estudio geotécnico tiene el propósito de conocer las propiedades y calidad de material con el que está conformado el terreno, el cual tendrá como



función principal el soportar las cargas a los cuales estará sometida la estructura.

Para iniciar estos trabajos se ha seguido una secuencia de acuerdo a las recomendaciones y normas seguidas por diferentes autores, efectuando un reconocimiento previo de la zona y estimar las condiciones del suelo los resultados de los análisis de los suelos de las calicatas aperturadas en las diferentes progresivas, al ser ensayadas en laboratorio, se clasifican en suelos de baja y alta plasticidad (CL, SM, ML, GC, GM, OL), en el tramo de la progresiva 0+000 hasta la 12+040. Determinando la estratigrafía y secuencia de los estratos.



RESUMEN i

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.0. INTRODUCCIÓN 2

1.1. UBICACIÓN 3

1.2. EXTENSION 3

1.3. ACCESIBILIDAD..... 4

1.4. PROBLEMATICA Y JUSTIFICACION DEL ESTUDIO 4

 1.4.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 4

 1.4.2. JUSTIFICACION..... 5

1.5. OBJETIVOS 5

 1.5.1. OBJETIVO GENERAL 5

 1.5.2. OBJETIVO ESPECIFICO 6

1.6. ALCANCES DEL ESTUDIO 6

1.7. HIPOTESIS 7

1.8. VARIABLES 7

 1.8.1. VARIABLES INDEPENDIENTES 7

 1.8.2. VARIABLES DEPENDIENTES 7

1.9. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION 7

 1.9.1. PRIMERA ETAPA DE CAMPO 7

 1.9.2. PRIMERA ETAPA DE GABINETE..... 8

 1.9.3. SEGUNDA ETAPA DE CAMPO 8

 1.9.4. SEGUNDA ETAPA DE GABINETE..... 8

 1.9.5. TERCERA ETAPA DE CAMPO 8

 1.9.6. TERCERA ETAPA DE GABINETE 8

1.10. CLIMA Y VEGETACIÓN 9



CAPITULO II

GEOMORFOLOGIA

2.0.	GENERALIDADES	11
2.1.	DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	11
2.1.1.	CORDILLERA ORIENTAL	11
2.2.	UNIDADES GEOMORFOLOGICAS LOCALES.....	14
2.2.1.	ZONA A: MONTAÑA	14
2.2.2.	ZONA B: COLINAS MEDIANAS.....	15
2.2.3.	ZONA C: TERRAZAS FLUVIALES	15
2.2.4.	LADERAS DE CERRO O MONTAÑA	15
2.2.5.	VALLES	15
2.2.6.	ZONAS DE EROSIÓN	16

CAPITULO III

GEOLOGIA

3.0.	GENERALIDADES	20
3.1.	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS REGIONALES	20
3.1.1.	FORMACIÓN ANANEA (SD-a)	20
3.1.2.	GRUPO CABANILLAS (SD-ca).....	20
3.1.3.	FORMACIÓN IPARO (Oi.I)	20
3.1.4.	FORMACIÓN PURUMPATA (Oi-P).....	21
3.1.5.	GRUPO SAN JOSÉ: Arenigiano-Llanvirniano (Om-sj)	21
3.1.6.	FORMACIÓN SANDIA: CARADOCIANO (Os-s).....	22
3.1.7.	FORMACIÓN CONCEPCIÓN (D-c).....	22
3.1.8.	FORMACIÓN QUILLABAMBA (SD-q)	23
3.1.9.	INTRUSIVOS PERMO-TRIÁSICOS (P-gr)	23
3.1.10.	DEPÓSITOS CUATERNARIOS	23
3.2.	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS LOCALES	25
3.2.1.	DEPÓSITOS GRUPO OLLANTAYTAMBO: (CaOi-ole,cu,met) - CAMBRICO	25
3.2.2.	FORMACIÓN MÁLAGA (Oi-m/p,e), (Oi-m/cu) - ORDOVÍCICO INFERIOR	25



3.2.3.	GRUPO SAN JOSE: (Om-sj) ORDOVICICO MEDIO	26
3.2.4.	DEPOSITOS ALUVIALES (Qh-al)	27
3.2.5.	DEPÓSITOS ALUVIALES (Qh-al1)	28
3.2.6.	DEPÓSITOS ALUVIALES (Qh-al2)	29
3.2.7.	INTRUSIVOS PERMO - TRIASICOS	30

CAPITULO IV

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

4.0.	GENERALIDADES	33
4.1.	DOMINIO CENTRAL	33
4.2.	ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS PPLICATIVAS.....	33
4.3.	ESTRUCTURAS GEOLOGICAS DISYUNTIVAS	34
4.3.1.	FALLAS	34
4.3.2.	PLANOS DE DESLIZAMIENTO	35
4.3.3.	DIACLASAS	35
4.4.	LA DEFLEXIÓN DE ABANCAY	36

CAPITULO V

HIDROLOGÍA

5.1.	GENERALIDADES	40
5.2.	ANALISIS HIDROLOGICO	40
5.2.1.	PRECIPITACION	40
5.3.	CLASES DE PRECIPITACION	42
5.3.1.	PRECIPITACION MOMENTANEA	42
5.3.2.	CAUDALY VOLUMEN DE UNA PRECIPITACIÓN	45
5.4.	MICROCUENCAS HIDROGRAFICAS.....	46
5.5.	CALCULO DE INTENSIDAD MAXIMA DE DISEÑO	46
5.5.1.	OBTENCIÓN DE INTENSIDADES MÁXIMAS.....	47
5.5.2.	RELACIONES INTENSIDAD DURACIÓN Y FRECUENCIA	48
5.5.3.	AJUSTE A UNA DISTRIBUCIÓN O MODELO PROBABILÍSTICO DISTRIBUCIÓN DE VALORES EXTREMOS TIPO I O DE GUMBEL	48



5.5.4.	DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE DISEÑO	50
5.5.5.	CALCULO DE LA PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS	52
5.5.6.	ANÁLISIS DE CONSISTENCIA	54
5.5.7.	PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO	54
5.5.8.	ESTIMACION DE LAS DESCARGAS MÁXIMAS DE DISEÑO	55
5.5.9.	MAXIMAS DESCARGAS DE DISEÑO	55
5.6.	EVALUACIÓN DE PROBLEMAS DE DRENAJE	55
5.7.	ALCANTARILLAS, PUENTES, PONTONES Y BADENES	57
5.8.	OBRAS DE DRENAJE	58
5.8.1.	OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL	58
5.8.2.	OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL	59
5.9.	OBRAS DE SUBDRENAJE	60
5.9.1.	DISEÑO DE FILTROS.....	60
5.10.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	63
5.10.1.	OBRAS DE PROTECCIÓN Y ENCAUZAMIENTO	63

CAPITULO VI

GEODINAMICA

6.0.	GENERALIDADES.....	66
6.1.	GEODINAMICA INTERNA Y SISMICIDAD.....	68
6.2.	PARÁMETROS SÍSMICOS DE CONSTRUCCIÓN	69
6.2.1.	ACELERACIONES MÁXIMAS NORMALIZADA	70
6.2.2.	SISMICIDAD HISTÓRICA DE LA REGIÓN.....	70
6.3.	GEODINAMICA EXTERNA	73
6.4.	REMOCION DE MASAS	73
6.4.1.	FLUJO DE DETRITOS	75
6.4.2.	EROSIÓN DE CÁRCAVAS	75
6.4.3.	DESBORDES	75
6.4.4.	EROSIÓN DE RIBERAS.....	76
6.4.5.	REPTACIÓN	76



6.4.6.	DESLIZAMIENTOS.....	77
6.4.7.	DESPRENDIMIENTOS.....	80
6.5.	PELIGROS ANTROPICOS	82

CAPITULO VII

GEOTECNIA

7.1.	GENERALIDADES.....	84
7.2.	ESTUDIO DE SUELOS	84
7.2.1.	TRABAJOS DE CAMPO	84
7.2.2.	AUSCULTACIÓN CON EL CONO TIPO PECK (PDL)	86
7.3.	TRABAJO DE LABORATORIO	88
7.3.1.	PROPIEDADES FISICAS.....	89
7.3.2.	PROPIEDADES MECANICAS	92
7.4.	CLASIFICACION DE SUELOS	94
7.4.1.	SISTEMA “AASHTO”	94
7.4.2.	SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION SUCS	95
7.4.3.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO	96
7.5.	OBRAS PARA LA PROTECCION DEL CAMINO	97
7.5.1.	MAXIMAS DESCARGAS DE DISEÑO.....	97
7.5.2.	DRENAJE	97
7.6.	CALCULO HIDRÁULICO DEL DRENAJE Y METODOS UTILIZADOS	100
7.6.1.	CUNETAS LATERALES	100
7.6.2.	ZANJAS DE CORONACION	105
7.6.3.	ALCANTARILLAS	109
7.7.	GEOMETRIA TRANSVERSAL.....	114
7.8.	CALCULO DE AREAS Y VOLUMENES DE MOVIMIENTO DE MASAS	118
7.8.1.	CALCULO DE AREAS	119
7.8.2.	CALCULO DE VOLÚMENES	119
7.8.3.	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y EXPLANACIONES.....	121
7.9.	DENSIDAD DE CAMPO - ASSHTO T191-61, ASTM D1556-64.	122



CAPITULO VIII

ESTUDIO DE CANTERAS

8.0.	GENERALIDADES	124
8.1.	ESTUDIO DE CANTERAS.....	124
8.2.	EXPLORACION DE CANTERAS	124
8.3.	EXPLOTACION DE CANTERAS	125
8.4.	DESCRIPCION DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA	126
8.4.1.	CANTERA	126
8.4.2.	FUENTES DE AGUA.....	127
8.4.3.	DESCRIPCIÓN DE LAS CANTERAS	127
8.5.	CANTERAS PARA AFIRMADO	128
8.5.1.	INVESTIGACION DE CAMPO	128
8.5.2.	EXPLORACIÓN PRELIMINAR	128
8.5.3.	DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DE CANTERAS	128
8.5.4.	EVALUACIÓN DE CANTERAS	129
8.5.5.	ENSAYOS DE LABORATORIO	129
8.5.6.	EXPLOTACIÓN DE BANCOS DE MATERIALES	130
8.6.	CANTERAS DE CERROS Y LADERAS	131
8.6.1.	METODOLOGÍA DE EXPLOTACIÓN.....	131
8.7.	CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS MATERIALES EVALUADOS	132
8.8.	MATERIAL DE CANTERA PARA BASE GRANULAR	132
8.9.	ESTABILIZACION POR MEZCLADO O CAMBIO DE GRANULOMETRIA	133

CAPITULO IX

IMPACTO AMBIENTAL

9.0.	GENERALIDADES	137
9.1.	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES	137
9.2.	EVALUACION DE IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES	138
9.3.	MATRIZ CAUSA – EFECTO	140
9.4.	CARACTERISTICAS DEL VALOR CALCULADO	142



9.5. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES SEGÚN MATRIZ MODIFICADA CAUSA – EFECTO: ADAPTADA A LAS CONDICIONES DEL AREA DE ESTUDIO.....	144
9.5.1. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	145
9.5.2. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN.....	148
CONCLUSIONES.....	152
RECOMENDACIONES.....	156
BIBLIOGRAFIA	158
ANEXOS	160
REGISTRO DE CALICATAS.....	160
ANEXOS	168
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	168
ANEXOS	170
REGISTRO FOTOGRAFICO.....	170

LISTA DE FOTOS

Foto N° 1. Valle del Rio Vilcabamba, al fondo se observa el Centro Poblado de Vilcabamba.	14
Foto N° 2. Se observa las geofomas del ámbito de estudio, como Terraza Fluvial, laderas de montaña, montaña, etc.....	16
Foto N° 3. Se aprecia los depósitos de los deslizamientos en el Km 12+040. Sector Puentemayo	24
Foto N° 4. Afloramiento rocoso del Grupo San José, midiendo la dirección y el buzamiento del afloramiento.	27
Foto N° 5. Depósitos aluviales en el sector de Kuquipata.	29
Foto N° 6. Se observa las estructuras geológicas plicativas.....	34
Foto N° 7. Sistema de diaclasas.	36
Foto N° 8. Construcción de alcantarilla, para la evacuación de las aguas de quebrada.	57
Foto N° 9. Remoción en masas en la progresiva Km 4+230.....	74
Foto N° 10. Se aprecia el deslizamiento de Mesacancha.	79



Foto N° 11. Calicata Ca 2 muestreo y pruebas de auscultación PDL en suelos cuaternarios coluviales.	85
Foto N° 12. Ensayo DPL, en Km 7+460.....	86
Foto N° 13. Material de cantera.	127

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1. Ubicación del ámbito de estudio.	3
Cuadro N° 2. Extensión del tramo de la carretera.....	4
Cuadro N° 3. Accesibilidad del ámbito en estudio.	4
Cuadro N° 4. Valores medios mensuales de precipitaciones pluviales.	41
Cuadro N° 5. DATOS DE PRECIPITACION MENSUL COMPLETADOS ESTACION QUILLABAMBA.....	43
Cuadro N° 6. DATOS DE PRECIPITACION MENSUL COMPLETADOS ESTACION MACHUPICCHU.....	44
Cuadro N° 7. COMPORTAMIENTO REGIONAL DE PRECIPITACIONES.	45
Cuadro N° 8. Intensidades máximas mm/h, para periodos de recurrencia de 5, 10, 25, 50, 100 años.....	50
Cuadro N° 9. Precipitaciones máximas en 24 horas, para la estación de Quillabamba.	53
Cuadro N° 10. Métodos de distribución con respectivos valores.	54
Cuadro N° 11. Precipitaciones máximas para el área del proyecto para diferentes periodos de retorno.	54
Cuadro N° 12. Resumen de los caudales calculados por los diferentes métodos.	55
Cuadro N° 13. Correlación entre datos del PDL y el SPT.....	87
Cuadro N° 14. Factores de correcion.....	88
Cuadro N° 15. Cuadro de compacidad.....	88
Cuadro N° 16. Ensayos de laboratorio con su respectiva Norma Peruana.....	89
Cuadro N° 17. SISTEMA DE CLASIFICACION PARA EL CBR.	94
Cuadro N° 18. Clasificación de suelos sistema AASHTO. (a) Material granular; (b)Material fino.....	95
Cuadro N° 19. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION SUCS.....	96
Cuadro N° 20. Resultado de los ensayos de laboratorio.	97
Cuadro N° 21. Coeficiente para tipo de alcantarilla. Fuente: estructuración de vías terrestres de Fernando olivera Bustamante.	111
Cuadro N° 22. Proporción de los taludes en corte.	116
Cuadro N° 23. Fuentes de agua.	127



Cuadro N° 24. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS MATERIALES EVALUADOS...	132
Cuadro N° 25. 8.8. MATERIAL DE CANTERA PARA BASE GRANULAR.....	133
Cuadro N° 26. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS MATERIALES EVALUADOS...	133
Cuadro N° 27. Propiedades fisicomecanicas del material mezclado.....	135
Cuadro N° 28. MATRIZ MODIFICADA CAUSA – EFECTO: ADAPTADA A LAS CONDICIONES DEL AREA DE ESTUDIO. (FUENTE: ELABORACION PROPIA)	141
Cuadro N° 29. IMPACTOS IDENTIFICADOS.....	142
Cuadro N° 30. MATRIZ DE VALORIZACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. (FUENTE: ELABORACION PROPIA).....	144

LISTA DE FIGURAS

Figura N° 1. Mapa de precipitación media mensual. FUENTE: PROYECTO SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMATICO.	41
Figura N° 2. Mapa de ordenadas Espectrales del Perú, Distribución de Isoaceleraciones para 10% de excedencia en 50 años.	67
Figura N° 3. Mapa de zonificación sísmica del Perú. Decreto supremo N°03-2016 Vivienda.	72

LISTA DE GRAFICOS

Grafico N° 1. Mezclado o cambio de Granulometría.....	134
---	-----

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración N° 1. Límites de Atteberg.	91
Ilustracion N° 2. Cuneta lateral.....	100
Ilustración N° 3. Dimensionamientos de las cunetas de coronación.	106
Ilustración N° 4. Proporción de dimensión de zanjas de drenaje y coronación.	106



CAPITULO I

GENERALIDADES



1.0. INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación presente, complementa los estudios enfocados a lo geológico, hidrológico, geodinámico, geotécnico, medio ambiente primordialmente; para la etapa de Estudios Definitivos para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera. El Punto de Inicio de la vía, es en el puente Chaullay (Km 0+000), con cota 1150.00 m.s.n.m. Esta vía atraviesa por los Centros Poblados de Timpoc, Naranjal, Caldera, Kuquipata y Andihuela. La longitud total de la vía en mejoramiento es de 12+040 Km con una cota de llegada 1550.00 m.s.n.m. en el puente Mesacancha, y cuenta con obras de drenaje de acuerdo a las condiciones requeridas en toda la vía. Los componentes estructurales de la vía permitirán la transitabilidad segura.

Para su realización se ha utilizado material de investigación de artículos publicados y de estudios especializados anteriores de dominio público perteneciente a instituciones como el INGEMMET, CISMID - UNI, y de información de estudios provenientes de organismos del Cusco como son Proyecto Especial Plan COPESCO, el Gobierno Regional del Cusco, la Municipalidad Provincial de Cusco, Instituto de Defensa Civil - INDECI, el Instituto Guamán Poma de Ayala, la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC).

Principalmente esta investigación es el resultado del procesamiento de los datos y observaciones de las principales ramas de la geología (geotecnia, geofísica e hidrogeología), recogidas durante trabajos de campo realizados, que en conjunto van a permitir establecer en Gabinete las condiciones geológicas en el trazo de la vía y en los sitios de obras del proyecto en conclusiones definitivas, para mejorar la eficiencia del sistema de transporte vecinal, así mismo impulsar la integración física y el desarrollo de las comunidades del distrito de Vilcabamba mediante la rehabilitación y mantenimiento de la red vial vecinal puente Chaullay - Mesacancha a través del presente estudio Geológico, Geodinámico y Geotécnico, de tal manera se



logre la rehabilitación de dicha carretera, planteando devolver la transitabilidad de la misma, eliminando los tramos críticos y proyectando a una nueva carpeta de rodadura afirmada.

1.1. UBICACIÓN

a) UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Red vial	Vecinal
Departamento/región	Cusco
Provincia	La Convención
Distritos	Vilcabamba
Coordenadas (UTM)	PUNTO INICIAL(Puente Chaullay)
	ESTE: 755 199.68
	NORTE: 8 561 048.96
	PUNTO FINAL (Puente Mesacancha)
	ESTE: 747 547.23
	NORTE: 8 559 402.92

Cuadro N° 1. Ubicación del ámbito de estudio.

b) UBICACIÓN POLÍTICA

Región : Cusco
Provincia : La Convención
Distrito : Vilcabamba

1.2. EXTENSION

El presente estudio comprende el tramo Puente Chaullay (Km0+000) – Puente Mesacancha (Km 12+040) como medio de comunicación entre los centros poblados de Santa María, San Marino, Ayunay, Timpoc, Naranjal, Caldera, Kuquipata, Andihuela, Vilcabamba.



TRAMO	PUNTO DE PARTIDA (KM)	PUNTO DE LLEGADA (KM)	LONGITUD TOTAL (KM)
Puente Chaullay – Puente Mesacancha	0+000	12+040	12+040

Cuadro N° 2. Extensión del tramo de la carretera.

1.3. ACCESIBILIDAD

La vía de acceso a la zona del proyecto es como se presenta en el siguiente cuadro:

VIA	DE	A	LONGITUD TOTAL (KM)
ASFALTADA	Cusco	Santa María	195
TROCHA	Santa María	Puente Chaullay	3.3

Cuadro N° 3. Accesibilidad del ámbito en estudio.

1.4. PROBLEMÁTICA Y JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

1.4.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, se encuentra en regular a mal estado de transitabilidad, por falta de labores de mantenimiento y conservación rutinaria, periódica, no se han efectuado obras de rehabilitación o mejoramiento en el tramo, generando en la zona de influencia altos costos de transporte, lo que repercute gravemente en la economía de la población, la misma que presenta un nivel de desarrollo muy bajo, lo que se evidencia por el nivel de pobreza y las múltiples necesidades básicas insatisfechas generando indicadores de nivel de vida muy bajos.

1.4.1.1. PROBLEMA GENERAL

Ante la problemática, se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuáles es la finalidad del estudio Geológico, Geodinámico – Geotécnico para la rehabilitación y mejoramiento del tramo carretero Puente Chaullay (Km 0+000) – Mesacancha (Km 12+040) del distrito de Vilcabamba, La Convención – Cusco?



1.4.1.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

- ¿Cuáles son las unidades geológicas en la zona de estudio y que características presenta?
- ¿Cuáles son los dominios geomorfológicos en la zona de estudio?
- ¿Cuál es el comportamiento geodinámico externo a la que expuesto el tramo de carretera Puente Chaullay – Mesacancha (0+000 Km a 12+040)?
- ¿Qué propiedades físico-mecánicas tienen los suelos del eje del tramo carretero Puente Chaullay – Mesacancha (0+000 Km a 12+040)?

1.4.2. JUSTIFICACION

El proyecto “ESTUDIO GEOLOGICO, GEODINAMICO GEOTECNICO PARA LA SEGURIDAD FISICA DEL TRAMO CARRETERO PUENTE CHAULLAY-MESACANCHA, DISTRITO VILCABAMBA, PROVINCIA LA CONVENCION, DEPARTAMENTO CUSCO”, es importante para la construcción de las distintas infraestructuras, realizar los estudios geológicos, geodinámicos - geotécnicos, los cuales permitirán la disminución de riesgos y por ende garantizar el tiempo útil de vida de la vía en mención.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de la investigación es el de determinar los Aspectos Geológicos, Geodinamicos, Geotécnicos para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera tramo Puente Chaullay - Mesacancha (0+000 Km a 12+040), para garantizar la seguridad física del tramo carretero del Distrito de Vilcabamba, La Convención – Cusco.



1.5.2. OBJETIVO ESPECIFICO

- Efectuar un estudio geológico del área de influencia del Tramo Carretero Puente Chaullay- Mesacancha.
- Efectuar un estudio geodinámico del área de influencia del Tramo Carretero Puente Chaullay – Mesacancha.
- Efectuar un estudio geotécnico con el fin de garantizar la seguridad del Tramo Carretero Puente Chaullay – Mesacancha.
- Contribuir a los conocimientos y sugerir alternativas de solución dentro del tramo de carretera.
- Identificar y Evaluar los impactos ambientales que corresponden al área de estudio.

1.6. ALCANCES DEL ESTUDIO

El estudio realizado comprende, un ámbito local y regional teniendo como eje el tramo carretero Puente Chaullay - Mesacancha (0+000 Km a 12+040), donde se han definido las características litológicas de las rocas y suelos, las características estructurales (fallas plegamiento, etc); los problemas de geodinámica externa, y actividad sísmica regional; así como un análisis de detalle en una franja de 50m a cada lado del eje de la vía proyectada, donde se describe con particularidades las características naturales de las rocas y suelos cortadas por el trazo proyectado; los problemas de geodinámica externa (particularmente deslizamientos, derrumbes, aluviones y caídas de rocas), que inciden directamente sobre la vía.

Para el caso de las zonas críticas se han hecho estudios geológicos al detalle e investigaciones geotécnicas.



1.7. HIPOTESIS

Con el estudio geológico, geodinámico, geotécnico de la Carretera Puente Chaullay– Mesacancha, se conseguirá obtener la información geológica, geodinámica, geotécnica del tramo carretero, para garantizar la seguridad física de la obra, así como el tiempo de vida útil del proyecto y su área de influencia de la misma dentro de una armonía ecológica.

1.8. VARIABLES

1.8.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

Factores Geológicos, Peligros Geológicos, Parámetros Geotécnicos y Riesgo Sísmico.

1.8.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Características geológicas, geotécnicas, hidrogeológicas, geofísica y geodinámica del área investigada.

1.9. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

La metodología que se usó en el estudio es el método científico analítico deductivo, se estudiarán las partes para después integrarlas convenientemente hasta armar un documento que facilite a su vez el armado del expediente final que procure la construcción de Tramo Carretero Puente Chaullay- Mesacancha.

Dentro del aspecto operativo de la metodología, se consideran las siguientes etapas:

1.9.1. PRIMERA ETAPA DE CAMPO

Que viene a ser el reconocimiento y prospección de la primera viabilidad.



1.9.2. PRIMERA ETAPA DE GABINETE

En el que se efectúan principalmente las siguientes actividades:

- Recopilación y estudio de los antecedentes.
- Acopio de información, mapas planos, fotografías, imágenes satelitales, etc.
- Elaboración de los primeros planos preliminares
- Preparación del trabajo de campo

1.9.3. SEGUNDA ETAPA DE CAMPO

En la que se realizan las siguientes actividades:

- Reconocimiento y cartografiado de campo para la elaboración de mapas de ubicación, geología, geodinámica, geotécnico, estructural, etc.
- Ejecución de calicatas y muestreo de rocas y suelos para los ensayos de mecánica de suelos.
- Ensayo de los materiales en el laboratorio de mecánica de suelos.

1.9.4. SEGUNDA ETAPA DE GABINETE

- Procesamiento de los datos obtenidos en las anteriores etapas.
- Confirmación de los planos.
- Confección de cuadros estadísticos, secciones y otras ilustraciones.

1.9.5. TERCERA ETAPA DE CAMPO

- Confirmación del trabajo de campo más el procesamiento de datos de gabinete.
- Afinamiento y culminación de todos los planos.

1.9.6. TERCERA ETAPA DE GABINETE

Elaboración del informe final.



1.10. CLIMA Y VEGETACIÓN

El clima en el área de estudio, muestra muchos contrastes, caracterizado por la existencia de diferentes franjas climatológicas.

Donde el clima es un complejo conjunto de factores hidrometeorológicos, como son el régimen de precipitaciones pluviales, las temperaturas, los movimientos de aire o la insolación, desempeña una función primordial en la dinámica ecológica, determinando, en parte el comportamiento hidrológico así como la distribución de la fauna y flora así como las actividades antrópicas, definido por su carácter tropical, régimen térmico semi cálido y abundante precipitación, distribuidos en dos estaciones diferentes (lluvias y secas).

En forma general, el clima está caracterizado por la alternancia de una estación seca (abril a agosto), y otra con precipitaciones pluviales incipientes (setiembre a diciembre) y finalmente tres meses con mucha lluvia (enero a marzo); sin embargo, en las zonas bajas, las precipitaciones pluviales es abundante y distribuida con regularidad a lo largo del año.

La flora está conformada por bosques tupidos, formados por cientos de especies arbóreas, arbustivas, herbáceas, parasitarias, cedro, zarsa, oje, alisos, entre otros, etc.

La vegetación es variada, encontrándose, el palto, lúcumo, guayaba, algarrobo, maguey, chirimoya, naranja, limón, lima, masazamba, guanábana, plátano, piña, pacay, caña de azúcar, té, café, cacao, coca, entre otros, etc.

La fauna de esta región es variada, siendo las especies más representativas: sihuayro, samani, sachavaca, iguana, dorado, boquichico, sabalo, gallito de las rocas, tucán, pava amarilla, colibrí, halcón, gallinazos, cascabel, kimpironi, loromachaco, chicotillo, gorgona, kandunga, alacranes, arañas, mariposas, insectos, lagartijas, murciélagos entre otros, etc.



CAPITULO II

GEOMORFOLOGIA



2.0. GENERALIDADES

La geomorfología es la explicación del relieve, y la evolución del mismo y su proceso de modelado, por lo que las formas son más conocidas en su especie que en su génesis.

Geomorfológicamente, el Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, (área de estudio), se emplaza en la Cordillera Oriental y Valles Transversales, identificando las siguientes unidades geomorfológicas.

La presente resalta los rasgos geomorfológicos que controlan la topografía como las zonas de cordillera, montañas, laderas, valles, terrazas, y los factores que condicionan los mecanismos de meteorización y degradación, de los materiales rocosos y suelos que constituyen su superficie.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Se tiene diferenciado las siguientes unidades geomorfológicas regionales:

2.1.1. CORDILLERA ORIENTAL

La Cordillera Oriental es una zona morfo - estructural fuertemente individualizada, que ocupa casi la totalidad del cuadrángulo de Machupicchu.

En esta unidad afloran principalmente rocas metamórficas del Paleozoico inferior, intrusivos paleozoicos y permo-triásicos; así como, rocas sedimentarias del Paleozoico superior y escasamente, rocas del Meso-Cenozoico. Esta unidad ha sido dividida en: Cordillera de Vilcabamba, Vertiente norte, Valles Transversales, Valles Intracordilleranos, Montañas de Mesapelada, borde sur de la Cordillera Oriental y borde norte de las Altiplanicies.



2.1.1.1. CORDILLERA DE VILCABAMBA

La Cordillera de Vilcabamba ocupa gran parte del cuadrángulo de Machupicchu, limita al suroeste con el río Apurímac, desarrollando una vertiente abrupta.

Desde el punto de vista morfológico, la Cordillera de Vilcabamba se caracteriza por presentar terrenos elevados y accidentados, formando nevados que sobrepasan los 5000msnm, resaltando el nevado de Salcantay con 6 264 msnm.

Litológicamente, está constituida por las rocas más antiguas y más deformadas de la región. Las estructuras que resaltan son las fallas E - W y el anticlinal de dirección E -W de Yanama. Las principales formas desarrolladas en esta unidad son, por una parte, circos y valles glaciares, y por otra parte, morrenas que corresponden a formas de acumulación muy frecuentes, que se encuentran distribuidas a lo largo de las cadenas de nevados. Los valles en U, de mediana longitud, reciben durante todo el año, las aguas provenientes de los deshielos, resaltando las nacientes de sus valles. Las artes altas de los nevados corresponden a las elevaciones más prominentes y exhiben pendientes fuertes a muy fuertes, lo que en ocasiones producen aludes.

En la Cordillera de Vilcabamba se distingue la siguiente cadena de nevado:

a) CADENA DE NEVADOS SACSARAYOC –PUMASILLO

Esta cadena de dirección E-W, se localiza en la parte central de la Cordillera de Vilcabamba, está formada por los nevados: Sacsarayoc 5512 m.s.n.m., Pumasillo 5104 m.s.n.m., y Choquetacarpo 5512 m.s.n.m. las rocas que componen esta cadena son principalmente intrusivas del Batolito de Pumasillo



2.1.1.2. VALLES TRANSVERSALES

La Cordillera Oriental se encuentra disectada por valles de diferentes direcciones que originan una topografía muy variada y de fuerte relieve. Estos valles son el producto de una permanente erosión fluvial de los terrenos y constituyen los colectores de las aguas provenientes de las montañas. La pendiente de los valles de la vertiente norte es relativamente más suave, por comparación con los valles situados en la vertiente sur, que presenta un declive fuerte y sus laderas son mucho más empinadas.

Entre los principales valles se tienen:

a) VALLE DEL RIO VILCABAMBA

Este valle está ubicado al norte y noroeste del cuadrángulo de Machupicchu, se caracteriza por ser profundo y encañonado. Las nacientes se encuentran aproximadamente a 4 400 m.s.n.m. en los nevados de Pumasillo y Choquetacarpo. La dirección del río es inicialmente N S y luego E - W hasta la confluencia con el río Urubamba. Este valle del tipo juvenil se ha desarrollado sobre rocas intrusivas y metamórficas del Paleozoico Inferior.



Foto N° 1. Valle del Río Vilcabamba, al fondo se observa el Centro Poblado de Vilcabamba. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)

2.2. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS LOCALES

El Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, se localiza en la parte media e inferior de una zona de laderas de valle y vertientes montañosas. Superficialmente está cubierta por vegetación y material eluvial coluvial, depositado por acción gravitacional (Marocco 1978 - Heim 1948; Cardenas 1997).

2.2.1. ZONA A: MONTAÑA

En el Tramo Carretero Puente Chaullay Mesacancha, se puede apreciar hacia el noroeste área de influencia del estudio, sectores donde se desarrollan los fenómenos de deslizamiento, pendientes abruptas presentando rocas que se han expuesto por pérdida de cobertura vegetal de vegetación primaria y material de su estrato superior



2.2.2. ZONA B: COLINAS MEDIANAS

En esta unidad se encuentra la zona de estudio, a unos 600 m de altura sobre el nivel de las aguas del río Vilcabamba hacia el sector noroeste, presentando una topografía con pendientes moderadas que van desde los 15% a los 35% en lugares de mayor inclinación, terrenos con poca vegetación y cercanos a una red hídrica.

2.2.3. ZONA C: TERRAZAS FLUVIALES

Se encuentra en la parte más baja de la zona de estudio, en las terrazas fluviales del río Vilcabamba, presenta una topografía regularmente plana con pendientes menores a 15% de inclinación.

Producto de la erosión fluvial y aluvial.

2.2.4. LADERAS DE CERRO O MONTAÑA

Ubicados en la parte intermedia entre los crestas y laderas de valle, cuya pendiente es de moderado a pronunciado con una inclinación de 20° a 25°, Sobre la cual se encuentran algunas áreas de cultivo, y zonas de pastoreo, en zonas de relieve escalonado formando pequeñas terrazas, con pendientes de 10° aprox.

2.2.5. VALLES

- **LADERAS DE VALLE** Las laderas se caracterizan por presentar pendientes moderadas a pronunciadas, también se observan pequeñas agrupaciones de colinas bajas; se producen en esta unidad grandes deslizamientos de tierras. La mayor longitud de la carretera en estudio está ubicada en esta unidad morfológica.



Foto N° 2. Se observa las geoformas del ámbito de estudio, como Terraza Fluvial, laderas de montaña, montaña, etc. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)

2.2.6. ZONAS DE EROSIÓN

En vista que las áreas del trazo de la carretera tramo Puente Chaullay – Mesacancha, se encuentran en zona de ceja de selva, existe ligera erosión hídrica; uno de los factores que interviene en la erosión, es la que se da por la presencia de épocas prolongadas de sequía, seguida de épocas de precipitaciones con altas intensidades, como las primeras lluvias (chaparrones). Estas arrasan levemente el suelo superficial en forma de erosión laminar del orden milimétrico, surcos y la erosión en cárcavas

Las escorrentías se originan en las partes altas de la cuenca, existiendo áreas con leves erosiones, sobre todo en suelos de materiales no consolidados, concentrados en las laderas de montañas, lomadas y terrazas, haciendo llegar la escorrentía a través de los surcos hasta las quebradas. Como ya ha mencionado anteriormente los tipos de erosión más comunes que se dan en la zona de estudio son de tres tipos:



- Erosión laminar (Ligera)
- Erosión en surcos (Moderada)
- Erosión en cárcavas ó Abarrancamiento (grave o severa)

a) EROSIÓN LAMINAR

Es el arrastre, bastante uniforme de la capa superficial de los suelos inconsolidados que ocurre en cada lluvia intensa, el proceso es leve porque existe gran cantidad de vegetación que minimiza el coeficiente de erosión.

La erosión laminar es una combinación de la dispersión ocasionada por las aguas de las precipitaciones y su movimiento sobre las capas superficiales más o menos uniformes en los suelos, cuando ha sido arrancado menos del 25% es llamado también como erosión ligera.

b) EROSIÓN EN SURCOS

Se produce cuando el suelo no está perfectamente nivelado, ni tiene una textura uniforme, por lo que el agua tendera a concentrarse en pequeños arroyuelos pendiente abajo convergen muchos de ellos formando así canales de mayor importancia; estos a su vez convergen con otros formando zanjas en las laderas, de modo que el conjunto de empalmes de estos canalillos adoptan el aspecto de ramas y tronco de un árbol, al que se le denomina abarrancamiento. Representa normalmente, una fase intermedia entre la erosión por lámina de agua y la formación de barrancos. Esta erosión en surco es llamada también como erosión moderada.

c) EROSIÓN EN CÁRCAVAS (ABARRANCAMIENTO)

Este tipo de erosión se da cuando los surcos han ingresado hasta el punto en que los canales no son permutables, por lo que se dice que se ha producido un estado de erosión en barrancos, estos avanzan y se ensanchan, formando numerosas ramificaciones laterales cerro arriba. Estos se producen cuando el agua acumulada en surcos acanalados, comienzan pronto en el escurrimiento



los hilos de agua o micro canales son allanados. La continua erosión en lamina y en hilo, concentra el movimiento del agua en los canales establecidos, hasta que la erosión encharcada y se convierte en mayor pérdida de tierra a la que se le denomina también como erosión grave o severa cuando ha sido arrancado más del 75%.



CAPITULO III

GEOLOGIA



3.0. GENERALIDADES

En el cuadrángulo de Machupicchu (27-q), se han reconocido unidades estratigráficas que van del Paleozoico inferior al Cuaternario. Que a continuación se describirán.

3.1. UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS REGIONALES

En el área evaluada se encuentran diversos afloramientos correspondientes a diferentes formaciones de la cual describiremos las características litológicas de las formaciones geológicas y depósitos cuaternarios.

Las formaciones geológicas que afloran en la zona son diversas y son:

3.1.1. FORMACIÓN ANANEA (SD-a)

De edad del Siluro-devoniana, está compuesta por una gruesa y continua secuencia pizarrosa pelítico-samítica, pizarras limolíticas y areniscas cuarzosas en capas delgadas.

3.1.2. GRUPO CABANILLAS (SD-ca)

De edad del Siluricodevoniana, está compuesto por secuencias pelíticas, intercalándose estratos de areniscas con limolitas carbonáceas y lutitas micáceas, seguidas por intercalaciones de lutitas oscuras, limolitas gris claras y lutitas claras. Esta formación aflora en los distritos de Vilcabamba entre los ríos Jaytapajasa, Haciendapampa.

3.1.3. FORMACIÓN IPARO (Oi.I)

Está conformada por sedimentitas finas, piritosas con esquistosidad cortante al plano de estratificación. Se parte en lajas planas entre los 20 a 5 cm. de grosor en algunos sectores. Las pizarras están acompañadas de lentes de cuarcitas en la base de cada capa. La



roca tiene un color gris-oscuro, a veces azulado, siendo algunos sectores bien laminados por lo que en otras partes es conocido como lutitas bandeadas. El grosor aproximado de la Formación Iparo es de 2110 m. Crono estratigráficamente se ubica entre las series Arenigiano inferior y el Llanvirniano inferior.

3.1.4. FORMACIÓN PURUMPATA (Oi-P)

Sobreyacente litoestratigráficamente a la Formación Iparo se presenta una secuencia de pizarras grises a beige en estratos uniformes de 5 a 10 cm. Aflora en el valle de Sandia, observándose excelentemente entre el distrito de Yanahuaya al caserío de Purumpata. Está constituida por pizarras gris claras a beige, con niveles de areniscas en estructura "flaser". La presencia de piritita disminuye subiendo litoestratigráficamente. En general su textura es más arcillosa habiéndose incrementado significativamente, la abundancia de fauna graptolífera.

3.1.5. GRUPO SAN JOSÉ: Arenigiano-Llanvirniano (Om-sj)

El Grupo San José aflora ampliamente en el extremo norte del cuadrángulo de Quillabamba (cerros Sangobatea y Chapo), en Maranura, Echarate. Igualmente, aflora en nuestra zona de estudio.

El Grupo San José está compuesto por pizarras, esquistos grises, verdes y negros con piritita diseminada y cristalizada, micaesquistos, cuarcitas.

Los esquistos del cuadrángulo de Quillabamba son grises a negros, en estos últimos se presenta la piritita y las exudaciones de azufre.

El origen de los sedimentos del Grupo San José es marino poco profundo.



El grosor estimado de esta unidad es al menos de 2000m, sin embargo, la presencia de pliegues a diferentes escalas, explica un mayor grosor aparente.

Los afloramientos de la zona de estudio muestran que las pizarras y esquistos se hallan fuertemente foliadas, por lo que la presencia de fósiles es escasa.

3.1.6. FORMACIÓN SANDIA: CARADOCIANO (Os-s)

Litológicamente la Formación Sandia está compuesta por cuarcitas, pizarras y Micro- conglomerados.

Las escasas estructuras sedimentarias observadas, permiten considerar un medio litoral para las cuarcitas.

El paso del Grupo San José a la Formación Sandia es en concordancia y en aparente continuidad estratigráfica, siendo difícil determinar el contacto exacto, por lo que muchas veces sólo se cartografía la parte superior cuarzosa de la unidad. Igualmente, el paso de la Formación Sandia a la Formación San Gabán, es en aparente concordancia estratigráfica, pero cuando es posible observar, se considera el tope de la unidad, una secuencia de esquistos con nódulos calcáreos.

3.1.7. FORMACIÓN CONCEPCIÓN (D-c)

Su contenido de arena va disminuyendo desde este contacto hasta la base, en que las lutitas son casi puras y micáceas, en muchas ocasiones aparecen en las fracturas depósitos de yeso que las rellenan o cristales pequeños de selenita en abundancia. En otras ocasiones se encuentran arcillas consolidadas y lutitas arenosas en cuerpos muy potentes de estratificación poco notable, de color gris a gris azulado, conteniendo mica, nódulos calcáreos y con



sus planos de contacto, rellenos de marga. Dentro de estos cuerpos arcillosos hay capas delgadas de arena y areniscas con estratificación bien marcada.

3.1.8. FORMACIÓN QUILLABAMBA (SD-q)

Se trata de una secuencia bastante uniforme en casi todos los afloramientos y consiste en pizarras y esquistos algunas veces calcáreas, grises a negros, sin estratificación visible, intercaladas con escasos bancos pequeños de cuarcitas.

Hacia La parte superior se encuentra arenisca, presentándose bancos potentes de 200 metros de potencia de cuarcitas. Las cuarcitas son blancas y se presentan en estratos gruesos de varios metros, formando una gruesa barra.

3.1.9. INTRUSIVOS PERMO-TRIÁSICOS (P-gr)

Se hallan aflorando en la cordillera oriental macizos graníticos que forman las partes más elevadas; está conformado por granitos, monzogranitos, cuarzomonzodioríticos, se encuentra al NW de la población de Quellouno, margen derecha del río Yanatile.

3.1.10. DEPÓSITOS CUATERNARIOS

DEPÓSITOS ALUVIALES (Q-al)

Corresponden a los depósitos de conos aluviales que están principalmente asociados a la desembocadura de las quebradas principales, adyacentes al valle del río Vilcabamba.

Estos depósitos aluviales están caracterizados por tener materiales detríticos; de forma sub-angulosa a sub redondeada, así mismo estos depósitos se pueden apreciar en el trayecto de la carretera.



DEPÓSITOS FLUVIALES (Q-f)

La acumulación de sedimentos arrastrados está conformado por arenas, cantos rodados de $\varnothing=20$ a $\varnothing=45$ cm. Aproximadamente y matriz de limos arcillas, el tamaño de clastos es variable siendo el clasto mayor de $\varnothing=6$ a $\varnothing=15$ cm. Cuyo grado de redondez es de redondeado a bien redondeado.

DEPÓSITOS DE DESLIZAMIENTOS (Q-d)

Estos depósitos constituyen, todas las masas rocosas y/o suelos que han sufrido deslizamientos. Se han ubicado los principales aluviones y escarpas de deslizamientos, en la quebrada Puentemayo y a lo largo del tramo carretero, la influencia de las condiciones litológicas y estructurales de las rocas, ya que éstas se hallan fuertemente fracturadas. A esto se suma la topografía muy accidentada y sobre todo la presencia de agua de lluvias, que ha sido el factor desencadenante de estos fenómenos.



Foto N° 3. Se aprecia los depósitos de los deslizamientos en el Km 12+040. Sector Puentemayo. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)



3.2. UNIDADES ESTRATIGRAFICAS LOCALES

3.2.1. DEPÓSITOS GRUPO OLLANTAYTAMBO: (CaOi-ole, cu, met) - CAMBRICO

Descrita por Marocco (1977, 1978) define una serie de rocas metamórficas que atribuye al Cámbrico por su posición estratigráfica, al que denomina Serie Ollantaytambo.

Al no tener evidencias de afloramientos Proterozoicos, la Formación Ollantaytambo (Azoica) constituye la unidad más antigua de los cuadrángulos. Infrayace a los conglomerados de la Formación Verónica y a la Formación San José del Ordoviciano, por lo que se le atribuye una edad Cámbrica.

La parte inferior está compuesta por 50 a 100 metros de brechas y conglomerados, seguida por areniscas cuarcíticas, la que es suprayacida por 150 a 200 metros de andesitas (ignimbritas), de color oscuro, que afloran al pie de las ruinas de Ollantaytambo, aquí se observa una disyunción en láminas plegadas. Encima vienen lutitas verdes intercaladas con bancos de cuarcitas y niveles cineríticos verdes, con un espesor aproximado de 700 a 800 metros. Todas estas rocas se hallan afectadas por la esquistosidad eoherciniana, donde los niveles volcánicos cineríticos se encuentran como esquistos. Las rocas volcánicas y la abundancia de esquistos cineríticos verdes sugieren un origen vulcano-sedimentario, depositado en un medio continental, posiblemente posteriores a la tectónica Brasilida de 550-600 Ma (Marocco, 1978).

3.2.2. FORMACIÓN MÁLAGA (Oi-m/p,e), (Oi-m/cu) - ORDOVÍCICO INFERIOR

En el Abra de Málaga la Formación Malaga ha sido dividida en 2 secuencias:



La secuencia inferior (350 m.) está conformada por cuarcitas (areniscas sericitcas, finas,rojzas, verdes y gries,.con pizarras micáceas y esquistos de estaurolita, de color verde o negro, y seguido por cuarcitas grises intercaladas con pizarras.

La secuencia inferior se caracteriza por su aspecto de microfylschs (lutitas bandeadas) formados de niveles delgados de areniscas finas de color claro, que pasan gradualmente a niveles de lutitas negras.

Encima de esta parte inferior, afloran básicamente pizarras negras o filitas (400 m.). Las secuencias inferiores, lateralmente se hacen más finas, tal como se observa al sur de los nevados Bonanta y Marconi. Estas secuencias se hallan fuertemente plegadas lo que explica un aparente espesor mayor de la formación. El origen de los sedimentos es marino poco profundo.

Esta formación aflora al NE (inicio del tramo) de la zona en estudio y entre las progresivas Km 0+300 al Km 5+ 638Km.

3.2.3. GRUPO SAN JOSE: (Om-sj) ORDOVICICO MEDIO

El Grupo San José (LAUBACHER, 1977; DE LA CRUZ & CARPIO, 1996) aflora ampliamente en la provincia de Quillabamba en los cerros Sangobatea y Chapo, también en los distritos de Maranura y Echarati.

El Grupo San José está compuesto por pizarras, esquistos grises, verdes y negros con piritas diseminadas y cristalizadas micaesquistos, cuarcitas, metafilita, hornfels de cordierita y granate, cuarzo-grauvaca y lutitas bandeadas. En tanto, que los esquistos son grises a negros, en estos últimos se presenta la piritas y las exudaciones de azufre. Por otra parte, en el contacto del Grupo San José con los intrusivos Permo-triásicos se pueden ver algunos minerales de



metamorfismo de contacto, como la andalucita. La parte superior del Grupo San José es más arenosa e indica el paso transicional a la Formación Sandia

El origen de los sedimentos del Grupo San José es marino poco profundo.



Foto N° 4. Afloramiento rocoso del Grupo San José, midiendo la dirección y el buzamiento del afloramiento. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)

3.2.4. DEPOSITOS ALUVIALES (Qh-al)

Estos depósitos están relacionados a los procesos dinámicos de los ríos de la región. En el caso de ríos de poca pendiente (río Vilcabamba), dichos depósitos tienen un grosor más homogéneo y son extensos, de grano más fino que aquellos que se encuentran en la Faja Subandina y sus flancos, que por lo general corresponden a ríos que tienen pendientes mayores.

Este material se encuentra en los lugares más o menos planos (peneplanicies o pampas) circunscritas por lomadas o cadenas de montañas y en las partes correspondientes al fondo de los valles o



ampliaciones debido a su conjunción, dando lugar a las llanuras aluviales.

Estos depósitos se han formado por los cauces actuales de los ríos y quebradas, en épocas muy lluviosas, el agua erosionaba fuertemente los cerros escarpados todo este material que se trata de gravas y arenas gruesas, escombros de talud que descienden de las paredes de los valles.

Estos materiales se hallan en los cauces antiguos y recientes, así como también en las laderas de los valles y quebradas, formando respectivamente terrazas y conos aluviales.

Esta acumulación aluvial relleno al menos, parcialmente, todos los valles al final de la época glaciaria y continuo tiempo después o simplemente con una acción reactivada, que reinicio la acción socavadora o degradante, profundizándose cauces antiguos y depositándose nuevos sedimentos.

Los depósitos de aluviones rellenaron los valles principales al final de la época glaciaria. Así tenemos Conos de deyección muy importantes.

3.2.5. DEPÓSITOS ALUVIALES (Qh-a1)

Dentro de estos depósitos, hemos considerado los conos tanto aluviales como los de deyección.

Estos materiales se hallan en los cauces antiguos y recientes, así como también en las laderas de los valles y quebradas, formando respectivamente terrazas y conos aluviales.

La acumulación de estos depósitos se encuentra entre las progresivas Km 6+250 al Km 6+ 750 y del Km 10+650 hasta el final del tramo carretero Km 12+040.



3.2.6. DEPÓSITOS ALUVIALES (Qh-al2)

Este material se encuentra en los lugares más o menos planos (peneplanicies o pampas) circunscritas por lomadas o cadenas de montañas y en las partes correspondientes al fondo de los valles o ampliaciones debido a su conjunción, dando lugar a las llanuras aluviales.

Estos depósitos se han formado por los cauces actuales de los ríos y quebradas, en épocas muy lluviosas, el agua erosionaba fuertemente los cerros escarpados todo este material que se trata de gravas y arenas gruesas, escombros de talud que desciende de las paredes de los valles.

Esta acumulación aluvial relleno al menos, parcialmente, todos los valles al final de la época glacial y continuo tiempo después simplemente con una acción reactivada, que reinicio la acción socavadora o degradante, profundizándose causes antiguos y depositándose nuevos sedimentos.



Foto N° 5. Depósitos aluviales en el sector de Kuquipata. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)



3.2.7. INTRUSIVOS PERMO - TRIASICOS

Gran parte de las rocas intrusivas de la Cordilera Onental y particularmente de la Cordillera de Vicabamba, se emplazaron durante el Pérmiano superior Triásico inferior.

En el cual se aprecian las diferentes rocas como son:

Los sienogranitos tienen textura granular subhedral de grano grueso, presentando débil alteración a sericita y arcilla.

Los monzogranitos tienen textura granular subhedral, con signos de deformación, con composición fundamental del cuarzo

Las cuarzomonzodioritas, tienen una textura granular subhedral de grano fino a medio, donde la plagioclasa va desde una oligoclasaa andesina subhedral, a veces zonada y presenta maclas polisintéticas y combinadas; la ortoclasa es anhedral a subhedral, a veces es pertítica y con textura mirmequitica.

Las granodioritas, tienen textura granular subhedral de grano grueso a medio, con cristales equidimensionales de plagioclasa sódica (oligoclasa) anhedral a subhedral, medianamente agrietada, a veces con textura mirmequitica, con maclas polisintéticas y Carlsbad - polisintética, además se altera medianamente a sericita y débilmente a zoicita.

Las cuarzomonzonitas, tienen textura holocristalina granular subhedral. La plagioclasa (oligoclasa) es subhedral, con macla polisintética, se encuentran flexuradas y curvadas debido a esfuerzos dinámicos y se encuentran fuerte a débilmente alteradas a sericita.

La cuarzosienita, tiene textura hipidiomórfica, compuesta por ortoclasa anhedral y poiquilitica con alteración parcial a arcilla.



Esta formación aflora entre las progresivas Km 7+725 al Km 7+920Km y del Km 8+635 al Km 8+790.



CAPITULO IV

GEOLOGIA ESTRUCTURAL



4.0. GENERALIDADES

Estructuralmente en el Tramo Carretero Puente Chaullay – Mesacancha, está comprendida dentro de la Cordillera Oriental, en la parte sur de Perú, se hace una breve descripción de las estructuras geológicas, a partir del mapa geológico, considerando su ubicación dentro de la deflexión de Abancay.

En la zona del proyecto no se identificó estructuras de gran importancia como son fallas que podría poner en riesgo la ejecución y la vida útil de la carretera proyectada.

4.1. DOMINIO CENTRAL

Ocupa la mayor parte de la zona de estudio y se caracteriza por presentar anticlinales y sinclinales de dirección E - W, afectando rocas del Paleozoico inferior, del Paleozoico superior del Meso - Cenozoico, estos últimos como núcleos sinclinales.

En el sector sur (zona de Vilcabamba), se caracteriza por la presencia de afloramientos del Paleozoico inferior. Este conjunto presenta pliegues y fallas de dirección E W. Las fallas son de rumbo y han producido estructuras en flor. Resaltan el sinclinal de Vilcabamba, lo que indica una superposición de fases tectónicas (Cárdenas et al., 1997).

4.2. ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS PPLICATIVAS

Los materiales recientes, se encuentran fuertemente afectados por la tectónica, prueba de ello es que se distinguen discordancias angulares, lo que indica que éstos materiales están dispuestos en secuencias plegadas.

Es muy notorio el último plegamiento ocurrido en los materiales; que forman un paleo relieve en forma de cubeta para la posterior depositación de los materiales del cuaternario reciente.

Los suelos del cuaternario reciente, en algunos sectores aparecen buzantes, debido a deslizamientos antiguos dando la impresión de estar plegados.



Foto N° 6. Se observa las estructuras geológicas plicativas. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)

4.3. ESTRUCTURAS GEOLOGICAS DISYUNTIVAS

Comprende las fallas, diaclasas y foliación de los materiales Geológicos, dispuestos en la zona de estudio.

4.3.1. FALLAS

A escala regional se han reportado fallamiento de dirección NE – SW (en dirección paralela al río Vilcabamba).

Sin embargo existen otros sistemas de fallamientos como las que probablemente sean paralelas a los valles disectores que son afluentes del río Vilcabamba; dichas fallas no comprometen el substrato en la zona del Tramo Carretero Puente Chaullay – Mesacancha.



4.3.2. PLANOS DE DESLIZAMIENTO

En el Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, se han prospectado ampliamente, con el fin de encontrar planos de deslizamiento, especialmente en el eje del tramo de la carretera reciente y antiguos.

Algunos deslizamientos antiguos presentan estabilidad por el tiempo, los recientes constituyen un peligro, por lo que requiere minimizar sus efectos.

4.3.3. DIACLASAS

Se circunscriben a las rocas paleozoicas del substrato.

Las pizarras y esquistos, están muy tectonizados y diaclasados presentando un aspecto muy caótico, con direcciones de foliación NW - SE y diaclasas que presentan sistemas regionales, tales como: N50 W; N36°W y N40°E

Interesa particularmente, el diaclasamiento de las rocas cuarcíticas de la Formación Málaga, que sean explotadas como cantera de rocas para la subrasante, sub base, base y obras de arte

Estás rocas se encuentran fuertemente diaclasadas con un RQD entre 50-60%, que facilitaría su explotación (con una recuperación neta del 60% aproximadamente).



Foto N° 7. Sistema de diaclasas. (W. Atachi R. / A. Hacha S.)

4.4. LA DEFLEXIÓN DE ABANCAY

El cuadrángulo de Machupicchu, se ubica en la deflexión de Abancay, mostrando estructuras de orientación principal E - W, por lo tanto consideramos importante hacer una breve descripción e interpretación de esta deflexión.

Entre las regiones central y meridional del Perú, la orientación cartográfica de las estructuras andinas está desviada alrededor de 25° al nivel de la deflexión de Abancay.

La desviación local de las estructuras que devienen E - W, al nivel mismo de la deflexión se habria producido entre el Eoceno superior y el Mioceno terminal (MAROCCO, 1978) es decir posterior al Cretáceo superior.



Sin embargo, MACEDO (1993) muestra una excelente relación entre los datos paleomagnéticos de las series cretáceas del centro y del sur del Perú, lo que indica que la diferencia actual de orientación de las estructuras andinas de una parte y de la deflexión de Abancay, no es el resultado de una rotación relativa entre el centro y sur del Perú después del Cretáceo.

Por lo tanto, para explicar esta gran estructura es necesario considerar mecanismos no rotacionales (MACEDO, 1993).

En efecto, las observaciones de campo y las interpretaciones, no solamente de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu, sino también de Chuanquiri y Pacaypata (CARDENAS et al., 1997) y de Calca - Urubamba (CARLOTTO et al., 1996), muestran la existencia de accidentes antiguos hercinianos e inclusive Precambriano.

Así tenemos la presencia de un substrato Precambriano diferente entre una parte y la otra de la deflexión de Abancay, igualmente las diferencias Paleogeográficas paleozoicas y la tectónica herciniana diferentes, y finalmente que la evolución Permo - Triásica muestra que la deflexión de Abancay es una estructura antigua (CARLOTTO, 1998).

Las estructuras antiguas de la deflexión y las estructuras hercinianas ya dobladas han sido retomadas durante la evolución andina.

En efecto, cuando se observa la carta geológica de la deflexión de Abancay y particularmente su núcleo, su forma evoca una estructura en rotación sinistral controlada por las fallas antiguas NW - SE de Paucartambo y del río Apurímac, y por las fallas NE SW de Patacancha y de Puyentimari

Nos podemos preguntar entonces si la forma actual es una herencia antigua o si esta es debida a la tectónica andina, particularmente a partir de 26 Ma, durante la cual la evolución de los Andes del sur del Perú, está controlada por movimientos sinistres (CARLOTTO, 1998).



Sólo los datos de paleomagnetismo sobre los bloques al nivel mismo de la deflexión permitiría saber, pero nuestros resultados de campo ya nos permiten indicar que la estructura inicial de la deflexión ha estado fuertemente influenciado durante la evolución herciniana, tal como muestra la existencia de algunas fallas de rumbo sinestral NW - SE y de fallas E W que han controlado la cuenca paleozoica y el emplazamiento de los macizos Permo – Triásicos.

En conclusión diremos que la deflexión de Abancay es una estructura antigua que ha sido retomada durante la evolución andina.

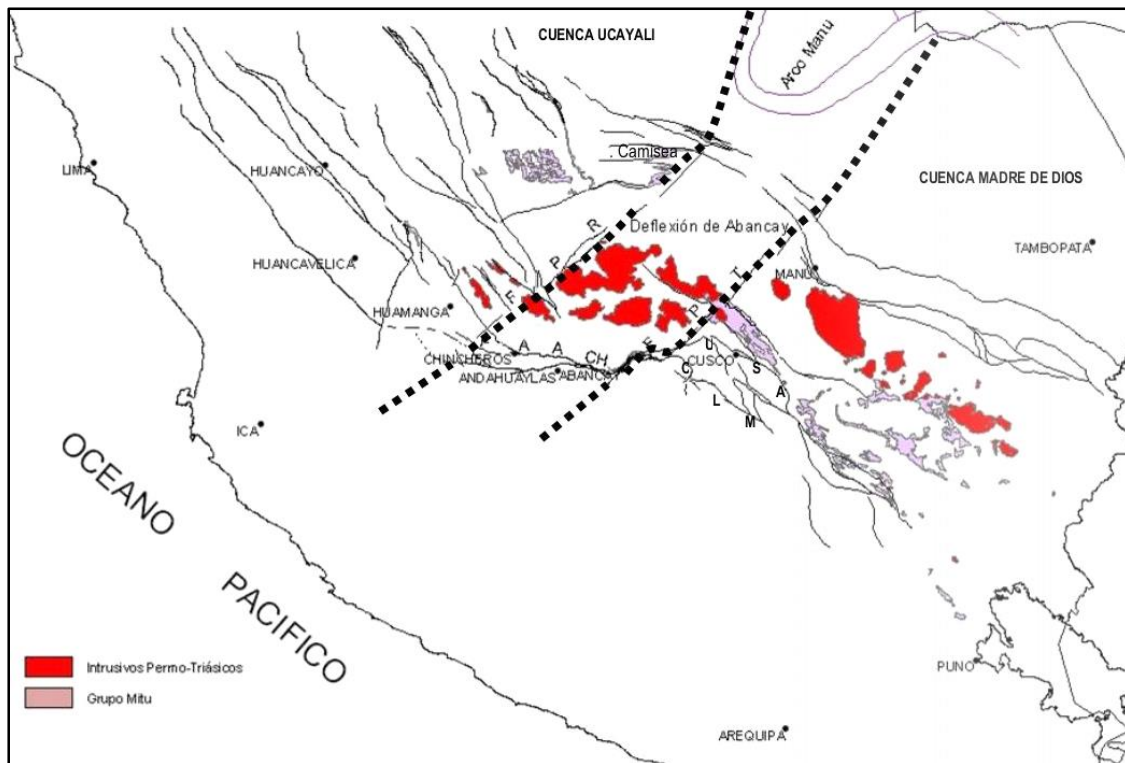


Imagen N° 1. Deflexión de Abancay. Grandes estructuras Permo-Triásicas FPT: Sistema de Fallas Patacancha-Tamburco, FPR: Puyentimari-Rancahua, FAACH: Abancay-Andahuaylas-Chincheros, USA: Urcos-Sicuani-Ayaviri, CLM: Cusco-Lagunillas-Mañazo. Dibujo del arco de Manu ((Shepherd et al., 2002).



CAPITULO V

HIDROLOGÍA



5.1. GENERALIDADES

El drenaje de la zona en estudio del Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, está constituido por numerosas quebradas que vierten sus aguas al río Vilcabamba, el cual constituye el colector natural principal de la zona en estudio, formando un drenaje de tipo dendrítico, pertenecientes a la vertiente del Atlántico.

El sistema de drenaje natural lo constituye el río Vilcabamba, hacia donde drenan las quebradas trasversales a la vía, las cuales tienen influencia directa sobre la vía.

Las etapas del análisis hidrológico que incluyen este estudio, comprenden: la recopilación de datos, etapa esencial en cualquier diseño hidrológico y está ligada íntimamente al tipo de caudales por generar. Tratamiento de la información hidrometeorológica, consistente en el análisis de tormentas. Luego, se procede a la regionalización de los datos hidrológicos, para extender los datos de las estaciones existentes. Para finalmente hacer las distribuciones de valores extremos de las intensidades.

5.2. ANALISIS HIDROLOGICO

5.2.1. PRECIPITACION

En la zona de estudio se ha podido apreciar precipitaciones de tipo orográfico, como resultado del ascenso del aire cálido hacia las zonas montañosas o nevados.

La precipitación media anual alcanza a los 1414.53 mm. Del cual el 84% se produce en los meses de octubre a abril y el resto de presenta en los meses de mayo a setiembre lo que indica un régimen de precipitaciones diferenciados en la cuenca está dada por una variación de la alta intensidad y de duración variable en épocas de lluvias.



A continuación se muestra los valores medios mensuales de las precipitaciones en las siguientes estaciones:

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Huayo	312.62	309.94	265.85	164.63	61.38	29.90	34.84	42.46	68.13	100.63	127.67	188.76	1706.80
Maranura	178.43	113.82	146.45	58.36	24.81	16.20	17.24	27.49	38.53	59.38	83.31	126.23	890.25
Quillabamba	162.98	151.64	143.82	75.08	34.63	15.58	23.29	28.73	48.67	69.02	85.62	137.29	976.36
Cirialo	266.49	241.77	157.47	74.92	35.83	14.55	18.79	24.20	37.36	59.79	105.51	259.69	1296.36
PROMEDIO	230.13	204.29	178.40	93.25	39.16	19.06	23.54	30.72	48.17	72.20	100.53	177.99	1217.44

Fuente: SENAMHI

Cuadro N° 4. Valores medios mensuales de precipitaciones pluviales.

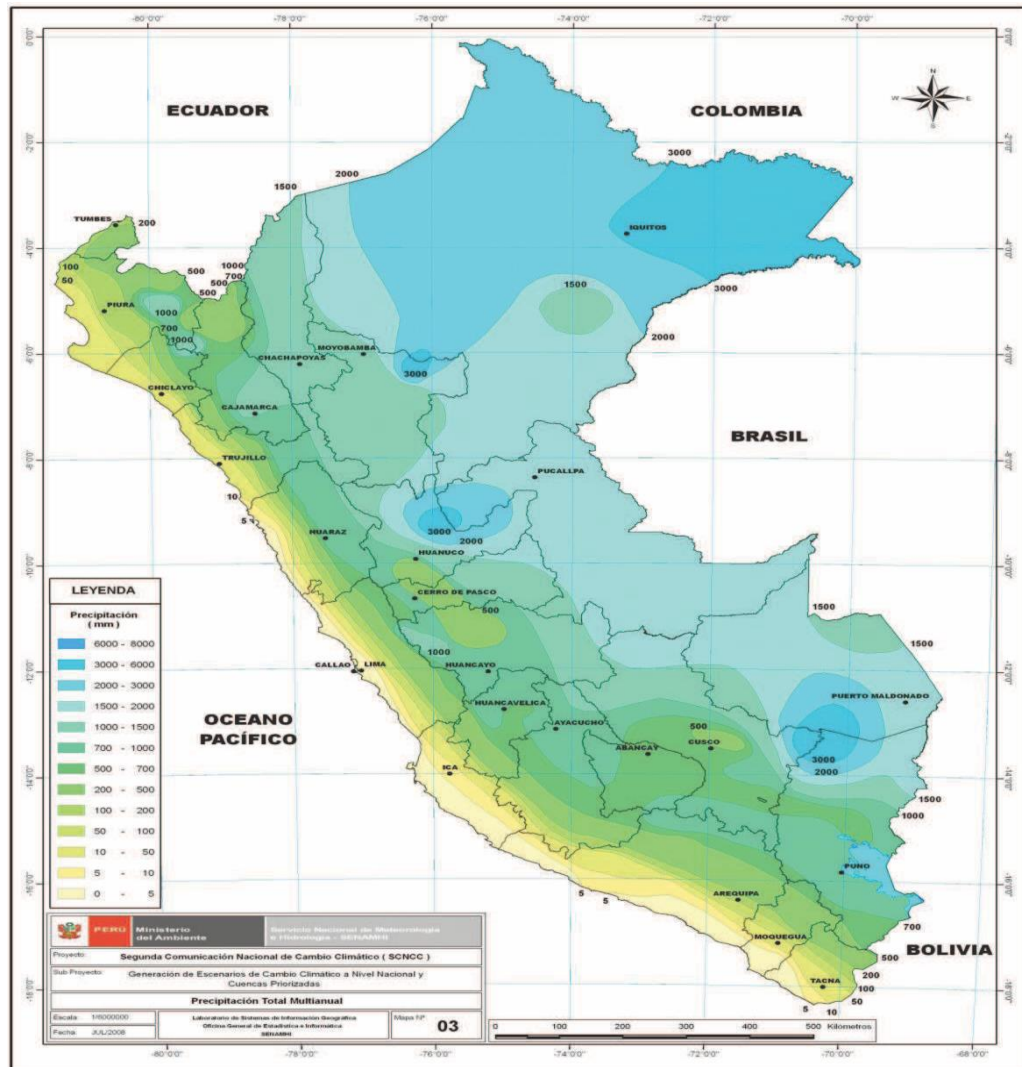


Figura N° 1. Mapa de precipitación media mensual. FUENTE: PROYECTO SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMATICO.



5.3. CLASES DE PRECIPITACION

Se clasifica por el número de descargas y tiempo de duración de la descarga, puede ser momentánea y periódica.

5.3.1. PRECIPITACION MOMENTANEA

Es una precipitación común, la cual su tiempo de duración varía de minutos a horas. Varía durante su caída en tiempo y caudal, siendo normal o excepcional.

- Normal, dentro del rango ($t = Q$).
- Excepcional, Torrencial ($<t, >Q$), o
- Prolongada ($>t, <Q$).

La precipitación para la zona de estudio ha sido calculada tomando en consideración tres estaciones meteorológicas, que son las siguientes:

- Estación QUILLABAMBA (1964-2007)
- Estación HUYRO (1964-2007)
- Estación MACHUPICCHU (1964-2007)



"ESTUDIO GEOLOGICO, GEODINAMICO Y GEOTECNICO PARA LA SEGURIDAD FISICA DEL TRAMO CARRETERO PUENTE CHAULLAY - MESACANCHA, DISTRITO DE VILCABAMBA - PROVINCIA LA CONVENCION - DEPARTAMENTO CUSCO"



PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION DE QUILLABAMBA														
Estación : QUILLABAMBA					Latitud : 12º 50' N			Departamen : Cusco.						
Tipo : CP.					Longitud : 72º 44' E			Provincia : La Convención .						
					Altitud : 1027 msnm.			Distrito : Santa Ana						
Nº REGIS.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1965	150.0	230.0	255.0	126.0	0.0	0.0	49.0	10.0	151.0	144.0	88.0	239.0	1,442.0
2	1966	115.0	179.0	119.0	15.0	53.0	0.0	5.0	3.0	39.0	174.0	141.0	168.0	1,011.0
3	1967	120.0	157.0	278.0	32.0	8.0	8.0	56.0	28.0	48.0	101.0	71.0	151.0	1,058.0
4	1968	296.0	218.0	197.0	68.0	0.0	0.0	20.0	55.0	37.0	91.0	146.0	168.0	1,296.0
5	1969	191.0	124.0	198.0	128.0	50.0	85.0	4.0	0.0	33.0	59.0	138.0	184.0	1,194.0
6	1970	273.0	73.0	265.0	146.0	68.0	17.0	13.0	0.0	35.0	104.0	64.0	269.0	1,327.0
7	1971	195.0	244.0	156.0	65.0	34.0	63.0	0.0	1.0	85.0	48.0	82.0	105.0	1,078.0
8	1972	242.0	175.0	160.0	56.0	23.0	0.0	0.0	102.0	19.0	40.0	204.0	174.0	1,195.0
9	1973	272.0	209.0	193.0	155.0	57.0	2.0	36.0	72.0	65.0	102.0	180.0	294.0	1,637.0
10	1974	242.0	251.0	107.0	152.0	0.0	1.0	21.0	78.0	24.0	55.0	40.0	74.0	1,045.0
11	1975	155.0	272.0	168.0	77.0	47.0	14.0	5.0	16.0	84.0	79.0	126.0	250.0	1,293.0
12	1976	264.0	254.0	138.0	115.0	20.0	0.0	0.0	70.0	152.0	22.0	21.0	158.0	1,214.0
13	1977	162.0	256.0	195.0	29.0	45.0	0.0	44.0	0.0	56.0	26.0	142.0	173.0	1,128.0
14	1978	370.0	129.0	161.0	80.0	108.0	0.0	0.0	0.0	0.0	119.0	73.0	302.0	1,342.0
15	1979	132.0	123.0	137.0	50.0	13.0	0.0	20.0	0.0	0.0	18.0	128.0	153.0	774.0
16	1980	171.0	220.0	228.0	102.0	21.0	0.0	50.0	27.0	59.0	150.0	56.0	50.0	1,134.0
17	1981	232.0	201.0	178.0	112.0	23.0	0.0	0.0	72.0	53.0	90.0	115.0	101.0	1,177.0
18	1982	254.0	132.0	282.0	56.0	20.0	1.0	4.0	5.0	31.0	61.0	186.0	203.0	1,235.0
19	1983	154.0	161.0	124.0	97.0	63.0	7.0	5.0	10.0	7.0	196.0	151.0	206.0	1,181.0
20	1984	170.0	181.0	262.0	79.0	50.0	8.0	11.0	0.0	53.0	94.0	46.0	67.0	1,021.0
21	1985	207.0	246.0	208.0	47.0	37.0	2.0	9.0	10.0	52.0	44.0	26.0	90.0	978.0
22	1986	134.0	153.0	202.0	38.0	3.0	0.0	8.0	0.0	91.0	76.0	66.0	176.0	947.0
23	1987	207.0	110.0	95.0	103.0	20.0	20.0	0.0	0.0	32.0	69.0	167.0	233.0	1,056.0
24	1988	271.0	315.0	325.0	149.0	82.0	0.0	0.0	0.0	95.0	69.0	74.0	195.0	1,575.0
25	1989	136.0	241.0	211.0	65.0	29.0	0.0	21.0	43.0	44.0	33.0	27.0	106.0	956.0
26	1990	262.0	141.0	114.0	43.0	83.0	12.0	10.0	38.0	63.0	146.0	139.0	121.0	1,172.0
27	1991	187.0	115.0	225.0	0.0	8.0	3.0	12.0	1.0	95.0	172.0	90.0	80.0	988.0
28	1992	49.0	69.0	102.0	61.0	68.0	2.0	3.0	17.0	95.0	46.0	38.0	211.0	761.0
29	1993	244.0	125.0	167.0	13.0	117.0	22.0	1.0	64.0	40.0	24.0	82.0	185.0	1,084.0
30	1994	276.0	253.0	285.0	42.0	2.0	0.0	0.0	11.0	33.0	81.0	112.0	118.0	1,213.0
31	1995	88.0	169.0	218.0	136.0	18.0	8.0	31.0	2.0	82.0	83.0	94.0	158.0	1,087.0
32	1996	224.0	179.0	103.0	77.0	36.0	7.0	9.0	37.0	41.0	71.0	87.0	75.0	946.0
33	1997	214.0	272.0	138.0	90.0	40.0	23.0	3.0	62.0	85.0	101.0	122.0	147.0	1,297.0
34	1998	171.0	152.0	245.0	90.0	4.0	6.0	0.0	2.0	85.0	107.0	55.0	175.0	1,092.0
35	1999	254.0	538.0	272.0	160.0	60.0	11.0	21.0	0.0	31.0	67.0	32.0	133.0	1,579.0
36	2000	315.0	244.0	180.0	74.0	20.0	56.0	1.0	37.0	35.0	50.0	31.0	85.0	1,128.0
37	2001	288.0	250.0	236.0	48.0	43.0	8.0	39.0	30.0	26.0	118.0	90.0	111.0	1,287.0
38	2002	119.0	195.0	200.0	45.0	32.0	16.0	69.0	49.0	36.0	89.0	108.0	220.0	1,178.0
39	2003	156.0	222.0	199.0	109.0	19.0	8.0	6.0	114.0	72.0	47.0	44.0	176.0	1,172.0
40	2004	180.0	153.0	126.0	84.0	43.0	20.0	59.0	44.0	55.0	123.0	120.0	98.0	1,105.0
41	2005	115.0	133.0	186.0	70.0	34.0	7.0	56.0	10.0	42.0	71.0	21.0	181.0	926.0
42	2006	173.9	157.0	196.8	121.1	7.6	28.9	4.5	28.2	17.8	98.9	102.0	189.4	1,126.1
43	2007	279.7	94.7	187.2	151.2	31.7	16.3	12.8	23.7	12.6	169.7	55.6	107.0	1,142.2
44	2008	241.4	162.5	153.9	85.1	14.2	1.8	13.0	19.2	36.6	135.9	92.5	108.6	1,064.7
45	2009	162.7	207.3	138.3	68.0	23.3	5.5	26.8	4.5	14.9	111.6	209.9	183.0	1,155.8
Nº Datos		45	45	45	45	42	31	36	35	45	45	31	36	45
Media		202.5	193.0	189.2	86.9	35.1	10.9	16.9	26.6	52.1	88.4	95.2	158.9	1,155.5
Desv. Estandar		67.5	78.4	56.8	53.1	27.7	17.5	19.4	30.0	34.0	44.2	50.5	60.9	540.0
Coef. Variacion		33.3	40.6	30.0	61.2	79.1	160.9	114.9	112.9	65.3	50.1	53.0	38.3	839.5
Prec. Max		370.0	538.0	325.0	260.0	117.0	85.0	69.0	114.0	152.0	196.0	209.9	302.0	2,737.9
Prec. Min.		49.0	69.0	95.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	18.0	21.0	50.0	302.0
preip. 75% Conf.		157.0	140.1	150.9	51.0	16.4	0.9	3.8	6.3	29.1	58.5	61.1	117.8	792.9

Cuadro N° 5. DATOS DE PRECIPITACION MENSUL COMPLETADOS ESTACION QUILLABAMBA.



"ESTUDIO GEOLOGICO, GEODINAMICO Y GEOTECNICO PARA LA SEGURIDAD FISICA DEL TRAMO CARRETERO PUENTE CHAULLAY - MESACANCHA, DISTRITO DE VILCABAMBA - PROVINCIA LA CONVENCION - DEPARTAMENTO CUSCO"



PRECIPITACION MENSUAL ACUMULADA ESTACION DE MACHUPICCHU														
Estación : Machupicchu			Latitud : 13° 09' N					Departamento : Cusco.						
Tipo : CP.			Longitud : 72° 32' E					Provincia : Urubamba.						
			Altitud : 2080 msnm.					Distrito : Machupicchu.						
Nº REGIS.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1965	231	301	248	139	0	23	52	27	191	142	103	201	1658
2	1966	242	272	148	58	32	2	23	30	37	171	225	248	1488
3	1967	287	286	396	115	47	7	63	83	114	293	108	289	2088
4	1968	350	399	353	107	31	30	132	81	65	197	313	210	2268
5	1969	255	260	309	263	59	111	15	19	114	141	159	280	1985
6	1970	390	329	288	268	108	28	79	34	108	160	118	283	2193
7	1971	286	347	256	161	20	37	16	70	24	120	115	247	1699
8	1972	381	227	344	187	63	2	32	94	92	118	262	263	2065
9	1973	301	449	380	311	30	24	42	121	169	118	195	258	2398
10	1974	258	356	214	258	20	27	65	126	102	178	79	142	1825
11	1975	268	368	309	148	124	86	22	42	113	166	212	303	2161
12	1976	276	260	399	185	93	76	33	65	193	68	122	201	1971
13	1977	360	356	252	92	110	25	52	31	132	121	223	197	1951
14	1978	384	365	350	243	108	26	27	23	98	126	110	365	2225
15	1979	358	339	372	194	7	2	45	20	98	134	190	214	1973
16	1980	132	285	259	54	103	24	90	31	98	124	142	183	1525
17	1981	258	273	327	188	81	8	29	45	76	150	177	188	1800
18	1982	173	340	521	95	29	6	55	72	87	167	223	258	2026
19	1983	190	288	212	151	110	20	19	30	65	171	120	246	1622
20	1984	242	303	453	279	103	9	103	16	114	163	157	226	2168
21	1985	285	376	347	191	76	68	54	92	133	141	103	235	2101
22	1986	263	292	331	280	12	7	28	15	136	189	108	217	1878
23	1987	287	296	192	138	57	37	31	14	126	157	198	262	1795
24	1988	415	318	497	478	110	10	9	23	141	195	225	319	2740
25	1989	293	324	351	79	90	112	49	62	146	100	97	272	1975
26	1990	289	314	304	108	80	48	61	48	127	170	210	204	1963
27	1991	303	261	337	153	23	12	27	16	163	126	184	201	1806
28	1992	185	253	274	92	107	42	22	61	170	90	95	199	1590
29	1993	283	283	291	96	92	125	49	129	75	227	207	284	2141
30	1994	305	340	360	22	6	5	21	85	78	95	169	285	1771
31	1995	240	313	323	250	73	25	33	23	163	189	212	339	2183
32	1996	280	280	210	224	102	12	31	77	66	111	169	131	1693
33	1997	282	277	311	127	58	5	20	87	60	157	183	186	1753
34	1998	251	310	350	46	47	10	32	34	155	152	132	209	1728
35	1999	431	477	282	228	189	25	36	17	117	118	149	229	2298
36	2000	395	340	265	213	75	132	36	125	142	179	113	190	2205
37	2001	292	309	393	94	81	99	62	51	94	156	230	263	2124
38	2002	213	358	359	283	43	65	144	51	121	213	194	364	2408
39	2003	310	334	464	154	71	50	40	88	89	113	136	296	2145
40	2004	351	320	213	160	79	44	146	93	70	141	143	226	1986
41	2005	161	314	278	147	26	2	45	14	65	184	142	311	1689
42	2006	336	215	381	211.6	35	105	36.5	48.7	44.1	157	204	260	2035
43	2007	366	273	495	219.8	87.7	10.3	62.5	28.5	68.6	158	147	239	2154
44	2008	397	225	233	97.4	75.9	19.7	15.2	87.6	22.1	190	159	210	1731
45	2009	392	333	335	234.9	45.3	14.1	54.3	27.8	41.7	82.5	259	275	2093
Nº Datos	45	45	45	45	45	44	45	45	45	45	45	45	45	45
Media	294	314	324	173.84	67.1	36.8	47.5	54.6	104.52	152	167	245	1979	
Desv. Estandar	70.7	52.6	83.3	86.55	39	36.8	32.2	34.3	42.99	41.2	52.6	52.2	624	
Coef. Variación	24	16.7	25.7	49.79	58.2	99.9	67.8	62.8	41.13	27.2	31.5	21.3	526	
Prec. Max	431	477	521	478	189	132	146	129	193	293	313	365	3667	
Prec. Min.	132	215	148	22	0	2	9	14	22.1	68	79	131	842	
preip. 75% Conf.	246	279	267	115.42	40.7	12	25.8	31.5	75.51	124	132	209	1558	

Cuadro N° 6. DATOS DE PRECIPITACION MENSUL COMPLETADOS ESTACION MACHUPICCHU.



Ítem	Estación	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Precipitación corregida (mm)
1	QUILLABAMBA	990	981.0	966.5
2	HUYRO	1700	1608.6	1651.6
3	MACHUPICCHU	2060	2027.6	1999.0
4	ZONA ESTUDIO(PROMEDIO) Vilcabamba			1750.00

Cuadro N° 7. COMPORTAMIENTO REGIONAL DE PRECIPITACIONES.

Analizando el resultado de los cuadros obtenidos se deduce:

Periodo Lluvioso de Noviembre a Marzo.

Periodo Estiaje de Abril a Octubre.

La precipitación media acumulada anual es de 1750. mm.

5.3.2. CAUDALY VOLUMEN DE UNA PRECIPITACIÓN

Caudal.- Es rapidez con la que cae una precipitación a lo largo de un periodo ya sea minutos, horas, meses ó años.

Volumen.- Acumulación en el relieve que se suponen o se infiltra ni se evapora la cual se expresa matemáticamente:

$$\text{Coeficiente de precipitación: } CP = \frac{P_i}{P} \times 1, \quad CP\% = \frac{P_i}{P} \times 100$$

$$\text{Volumen precipitado: } VP = P \times A$$

$$VP$$

$$\text{Caudal precipitado: } Q = \frac{VP}{T}$$

Dónde:

P = Precipitación total (mm).

P_i = Precipitación parcial (mm).



CP = Coeficiente de precipitación, (u).

CP% = Coeficiente de precipitación al porcentaje (%)

A = Área de la microcuenca (m^2)

VP = Volumen Precipitado (m^3)

T = Tiempo de la precipitación(días, meses, etc.)

QP = Caudal de la precipitación(m^3/s).

5.4. MICROCUENCAS HIDROGRAFICAS

En el estudio del Tramo Carretero Puente Chaullay Mesacancha, se han identificado Microcuencas que interceptan su alineamiento y donde actualmente existen obras de cruce provisionales que permiten salvar sus cauces.

Asimismo, existen quebradas con superficies de aportación de reducida magnitud que no ha sido posible identificarlas en las Cartas Nacionales utilizadas.

Para efectos del diseño hidráulico de las estructuras de drenaje que permitirán salvar los cursos de las Microcuencas que no han podido ser identificadas en las cartas y planos utilizados en el presente Estudio, se ha considerado relevante la información de campo referente al comportamiento hidráulico - estructural de las obras de drenaje existentes así como las características hidrogeomorfológicas de las áreas que drenan.

5.5. CALCULO DE INTENSIDAD MAXIMA DE DISEÑO

El parámetro fundamental para el dimensionamiento del drenaje superficial es la intensidad de la precipitación, la cual varía de un punto a otro según las condiciones geográficas y meteorológicas de la zona. La intensidad es el volumen de agua precipitada en un período dado; su cálculo parte de las



lecturas de los pluviogramas para graficar los histogramas que determina dicha intensidad.

$$I = \frac{P}{Td}$$

Dónde:

I : Intensidad en mm/h

P : Profundidad de lámina de lluvia

Td : Tiempo de duración de la tormenta.

Para resolver racionalmente los problemas de drenaje es necesario determinar las intensidades máximas de lluvias en un intervalo de tiempo t igual al tiempo de concentración de la cuenca, con una frecuencia determinada, es decir que ocurren en promedio una vez cada cierto período de años.

Para obtener las intensidades de precipitación máximas regionalizadas para toda la cuenca de estudio, se analiza las tormentas máximas para diferentes tiempos de duración, estos se ajustan a un modelo probabilístico y se multiplica por el factor de corrección por altura

5.5.1. OBTENCIÓN DE INTENSIDADES MÁXIMAS

El cálculo de las intensidades máximas anuales de las lluvias para intervalos de tiempos diferentes se realizó con los registros del pluviógrafo de la Estación de Quillabamba, obteniéndose las cantidades de precipitación (mm) y los tiempos de duración (min.) para cada periodo de lluvias. Con los datos obtenidos se pudo determinar y seleccionar las intensidades máximas anuales (mm/min.).



5.5.2. RELACIONES INTENSIDAD DURACIÓN Y FRECUENCIA

La relación intensidad duración y frecuencia se obtiene gráficamente previo análisis de frecuencias. Será necesario conocer la intensidad de lluvia total que puede producirse como máximo, una vez cada cierto período de tiempo T_r (Tiempo de retorno) para cada intervalo de duración de la precipitación.

El análisis de frecuencias busca asignar a cada evento una probabilidad P de ser igualado o excedido en un año.

Para la determinación de la probabilidad de excedencia P , se usó la expresión de Weibull debido a que esta se ajusta mejor a los requerimientos hidrológicos.

$$P = \frac{m}{n+1}$$

Dónde:

n : Número de años del registro.

m : Número de orden del registro.

El período de retorno (T_r) definido como el número de años que transcurren en promedio para que un evento sea igualado o excedido. Se define como la inversa de la probabilidad $T_p = \frac{1}{P}$

5.5.3. AJUSTE A UNA DISTRIBUCIÓN O MODELO PROBABILÍSTICO DISTRIBUCIÓN DE VALORES EXTREMOS TIPO I O DE GUMBEL

La distribución obedece a la siguiente ecuación:

$$x = u + \alpha * Y \dots\dots\dots (1)$$



Dónde :

x : Intensidad para determinado tiempo de retorno

y : Variable aleatoria

α, u : Parámetros de la función.

Ley de Gumbel $Y = \ln(\ln(T-1/T)) \dots\dots\dots(2)$

Esta distribución comprende el siguiente proceso:

- Estimación de Parámetros: Por el método de momentos se obtiene:

$$\bar{x} = u + \alpha C \dots\dots\dots(3)$$

Dónde:

C = Coeficiente de Euler

C = 0.577515

α = Parámetro de Escala

μ = Parámetro de posición o moda de distribución.

S = Desviación estándar de las intensidades

T = Período de retorno.

$$\bar{x} = u + 0.5772156\alpha \dots\dots\dots (4)$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} S \dots\dots\dots (5)$$

Reemplazando (4) y (5) en (3) se tiene:

$$u = \bar{x} - 0.45005 * S$$

$$\text{Desviación estándar } S_x = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}}$$

- Prueba de bondad de ajuste: Para comprobar si la frecuencia de la serie analizada se ajusta a la distribución de Gumbel con los parámetros estimados en base a los valores muestrales.



- Cálculo de las intensidades de precipitaciones máximas para periodos de retorno utilizando la siguiente ecuación:

$$x = u + \alpha * \ln T$$

Dónde:

T= Tiempo de retorno en años

X= Intensidad máxima para diferentes períodos de retorno en mm/h.

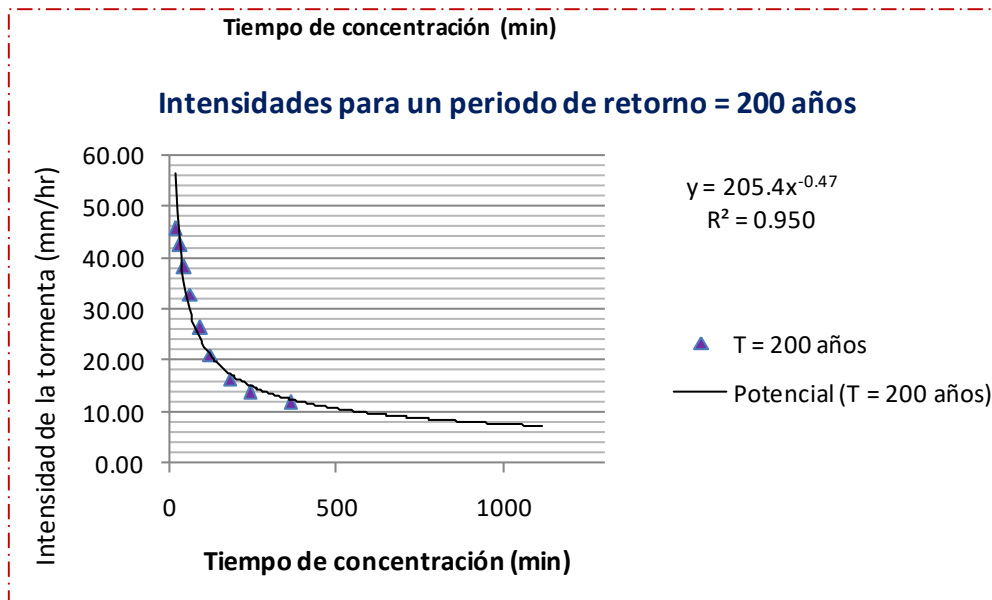
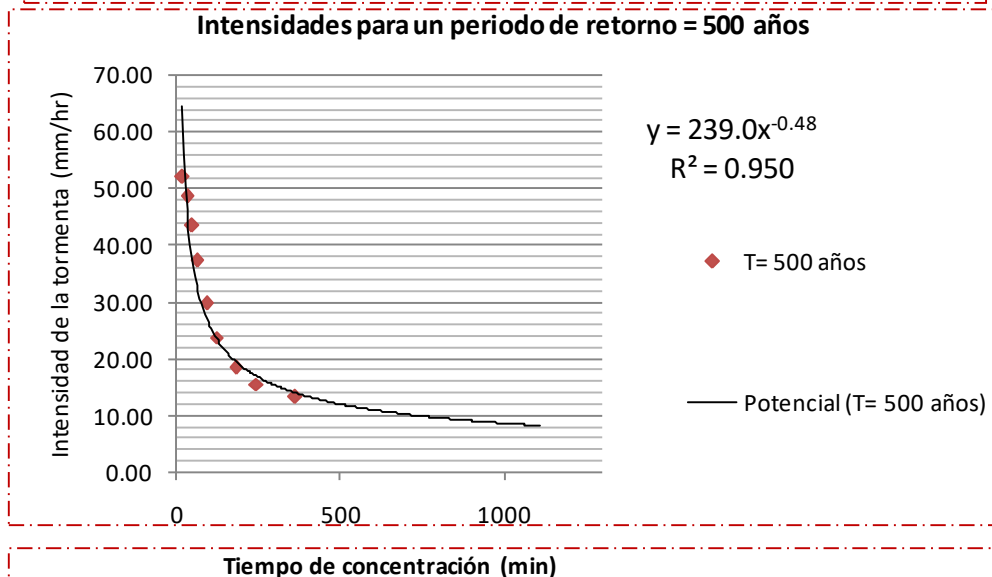
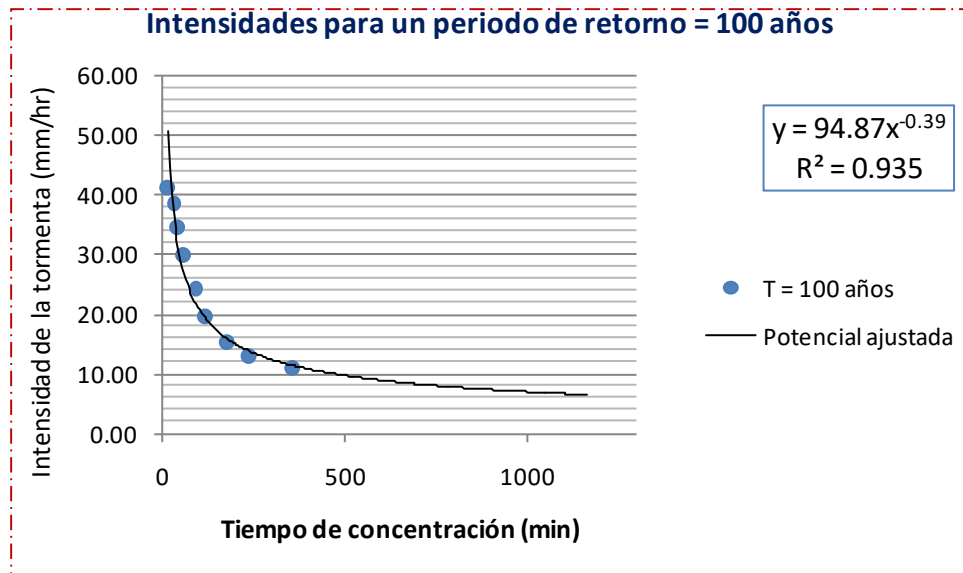
A partir de la proyección probabilística se calcula las intensidades para periodos de recurrencia de 5, 10, 25, 50, 100 años.

T (años)	30	60	90	120	180	240	360
2	11.08	9.88	8.76	7.80	6.46	5.44	4.20
5	18.36	15.20	12.84	10.89	8.78	7.39	5.95
10	23.18	18.72	15.55	12.93	10.31	8.68	7.12
25	29.27	23.17	18.96	15.51	12.25	10.31	8.58
50	33.78	26.47	21.49	17.42	13.69	11.52	9.67
100	38.26	29.74	24.01	19.32	15.11	12.72	10.76
150	40.88	31.65	25.47	20.43	15.94	13.42	11.39
175	41.87	32.38	26.03	20.85	16.26	13.69	11.63
200	42.73	33.01	26.51	21.22	16.53	13.92	11.83
500	48.62	37.31	29.82	23.72	18.41	15.50	13.26

Cuadro N° 8. Intensidades máximas mm/h, para periodos de recurrencia de 5, 10, 25, 50, 100 años.

5.5.4. DETERMINACIÓN DE LOS VALORES DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE DISEÑO

Graficando la curva Intensidad Duración y frecuencia solo para el periodo de retorno de 100 años, se tiene que el grafico se ajusta mejor a una curva potencial obteniéndose así un coeficiente de correlación igual a 0.935, con lo que damos valides a nuestro ajuste para obtener nuestra intensidad máxima de diseño.





Máximas intensidades para distintos periodos de Retorno.

T (años)	Tc (min)	I (mm/hr)	F.c	I max = I * F.c
100	457	8.71	1.210	10.53
200	457	11.55	1.210	13.97
500	457	12.64	1.210	15.29

5.5.5. CALCULO DE LA PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS

Se ha estimado utilizando los datos de registro de la estación de Quillabamba, que cuenta con un periodo de observación de 29 años. Los registros de Precipitación máxima se muestran en cuadro siguiente:



"ESTUDIO GEOLOGICO, GEODINAMICO Y GEOTECNICO PARA LA SEGURIDAD FISICA DEL TRAMO CARRETERO PUENTE CHAULLAY - MESACANCHA, DISTRITO DE VILCABAMBA - PROVINCIA LA CONVENCION - DEPARTAMENTO CUSCO"



PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS														
Estación : QUILLABAMBA			Latitud : 12° 50' N			Departamento : Cusco.								
Tipo : CP.			Longitud : 72° 44' E			Provincia : La Convención .								
			Altitud : 1027 msnm.			Distrito : Quellouno.								
Nº REGIS.	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	1964									6.1	13.7	23.8	18	23.8
2	1965	23	37	60	36	2	1	21.8	10.4	30	24.2	15.9	28	60
3	1966	21.6	33.5	20.5	16	26.6	5.5	7.2	8	21	26.3	38	22.6	38
4	1967	12.5	41	25	12.2	7.2	10.2	18	8.9	15	18.2	17.5	25.3	41
5	1968	38.7	19.6	35	31.2	4.7	1.6	17	12.9	9.9	13.5	17.7	36.7	38.7
6	1969	19.9	20.8	26.5	22.3	11	16.1	6.5	5.9	7.5	12.5	35	22.2	35
7	1970	34.8	11.6	40.2	29.5	26.8	9.4	7.2	5.2	15	22	19.7	29.5	40.2
8	1971	15	42.5	22	24.3	15.5	29.7	1.5	3.7	15	8.8	17.7	13.4	42.5
9	1972	32	16.4	35.4	16.6	13.7	3	5.4	25.2	8.8	7	25.5	42.7	42.7
10	1973	28.6	33.4	19.5	26.1	12.9	8	20	24.8	14.3	34	35.7	29.2	35.7
11	1974	30.6	28.2	25.9	26.6	4	5.5	20.8	24.5	17.7	13	18	22	30.6
12	1975	42.2	32.5	39.8	33	14.5	7.5	9	16.5	14.2	16.5	42.4	32.6	42.4
13	1976	35	33.5	26.5	16.9	10.9	4	2.9	27.3	33	15.2	11.5	29.8	35
14	1977	19.6	40.2	24.9	7.4	35.6	1.4	18	1.2	21.1	8.5	19.8	28.3	40.2
15	1978	35.8	21	21.2	15.8	60.2	7.5	0	0	0	36.4	14.5	84	84
16	1979	30.6	20.7	18.8	16.2	11.4	0	10.5	1.3	2.8	11.2	31.2	33.4	33.4
17	1980	19.8	32.1	27.2	38.1	17		23.5	12.3	16	16.3	20	23.3	38.1
18	1981	27.2	39.5	39.5	27.5	10.5								39.5
19	1982													
20	1983													
21	1984													
22	1985													
23	1986													
24	1987	46.2	62	48.8	89.1	11.2	28.5	0	0	21	30	50	60	89.1
25	1988	46	82.2	77	41.2	25	0	0	0	44	22.4	28.4	37.4	82.2
26	1989			30.4	21	18	0	21.5	24.8	27.8	0	20.8		30.4
27	1990	18.4	63.1	45.2	60.7	68	8.2	32.5	25.3		56	39.8	40.8	68
28	1991	48.1	52.5	47.2	48.9								21.3	52.5
29	1992	12.6	22.1	28.1	31.1									31.1
30	1993													
31	1994													
32	1995													
33	1996													
34	1997													
35	1998													
36	1999													
37	2000	57.9	44.7	20	15.5	7.6	15.8	0.6	14.2	17	25.3	13.1	20	57.9
38	2001	44.7	44.3	30.3	14	10.6	2.2	15	9.5	11.2	25.3	33.2	16.5	44.7
39	2002	21.8	54.5	47.1	10.3	9.2	5.5	12.9	9.2	8	25.3	25.2	57.1	57.1
40	2003	46.2	36	29.7	24.6	5.6	3.4	5	27.5	22.3	20.4	22.3	27	46.2
41	2004	19.5	31	21.8	23.6	18.4	6.6	38.1	14.5	14	19.2	28.9	20	38.1
42	2005	29.4	28.3	28.2	26.2	24.6	6.9	20.3	5.2	15.7	18.5	8.1	40.6	40.6
Media		30.6	36.6	33.1	27.7	17.9	7.5	12.9	12.2	16.5	20.8	25	31.9	
Maxima		57.9	82.2	77	89.1	68	29.7	38.1	27.5	44	56	50	84	
Minima		12.5	11.6	18.8	7.4	2	0	0	0	0	7	8.1	13.4	
Desv. Estnd.		12.2	15.8	13.5	16.7	15.5	7.8	10.3	9.5	9.6	10.5	10.3	15.3	
Coef. Variacion		39.7	13.1	41	60.3	87	104	79.9	77.4	58.4	50.5	41.5	48	

Cuadro N° 9. Precipitaciones máximas en 24 horas, para la estación de Quillabamba.



5.5.6. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

La prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov realizado a los diferentes métodos se muestra a continuación:

Delta Teórico	Distribución:
0.083	Normal
0.069	Log normal de 3 parámetros
0.092	Gumbel
0.129	Log gumbel
0.066	Log normal de 2 parámetros
0.069	gamma 2 parámetros

Cuadro N° 10. Métodos de distribución con respectivos valores.

Del cuadro anterior se aprecia que la distribución Log Normal de dos Parámetros de ajusta mejor a los datos de la estación, por lo que esta se asume como el modelo de distribución.

5.5.7. PRECIPITACIONES MÁXIMAS PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

Tomando la distribución Log Normal de dos parámetros se genera las Precipitaciones Máximas (Pmax'.) para distintos periodos de retorno, multiplicando este por el factor de corrección por altura se tiene las precipitaciones máximas para el área del proyecto; como se muestra en el cuadro:

T(años)	Pmax' (mm)	F.C.	Pmax (mm)
100	56.07	1.21	67.84
200	59.59	1.21	72.10
500	64.15	1.21	77.62

Cuadro N° 11. Precipitaciones máximas para el área del proyecto para diferentes periodos de retorno.



5.5.8. ESTIMACION DE LAS DESCARGAS MÁXIMAS DE DISEÑO

El periodo de máximas descargas se da por lo general en los meses de Enero a Marzo y excepcionalmente en Abril, y es debido a las precipitaciones en la parte media y alta de la cuenca, que definen el periodo de avenidas. Los meses de Setiembre a Noviembre, se caracterizan por presentarse en dicho periodo las descargas mínimas que se dan en el periodo de estiaje. Son estos valores extremos que permiten efectuar el análisis hidrológico para el diseño de las obras hidráulicas; para lo cual existen diferentes métodos, como los hidrometereológicos, Hidrológicos, modelos probabilísticos, optándose por los siguientes modelos:

5.5.9. MAXIMAS DESCARGAS DE DISEÑO

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los caudales calculados por los diferentes métodos:

N°	METODO	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)		
		100	200	500
		Qmax (m ³ /seg)	Qmax (m ³ /seg)	Qmax (m ³ /seg)
1	Mac Math - Calibrado	50.57	61.17	78.68
2	Mac Math	0.93	1.23	1.34
3	Hidrograma Unitario Calibrado	1.24	1.58	2.08

Cuadro N° 12. Resumen de los caudales calculados por los diferentes métodos.

Asumiremos un caudal de diseño para nuestro periodo de retorno de 50.57 m³/seg.

5.6. EVALUACIÓN DE PROBLEMAS DE DRENAJE

A lo largo del Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, se ha observado los diferentes problemas de drenaje que comprometen considerablemente a la actual via, entre ellos podemos mencionar la cantidad insuficiente de alcantarillas para el drenaje del agua superficial y para el



drenaje de los cursos de agua que cruzan su alineamiento, asimismo; se ha observado que en gran parte del tramo en estudio, las cunetas de tierra existentes se encuentran obstruidas y que recorren grandes distancias, esto ocasiona procesos de erosión y sedimentación de sus cauces, y por consiguiente el desborde de las aguas provenientes de precipitaciones pluviales, afectando la estabilidad de la carretera.

Otro aspecto relacionado con los problemas de drenaje es la existencia de casas y accesos ubicados en forma adyacente a la carretera, lo cual motiva que los lugareños obstruyan las cunetas a fin de construir pases a sus viviendas y a caseríos aledaños, lo cual resulta muy perjudicial para el funcionamiento del sistema de drenaje de la carretera y para su estabilidad ya que la falta de control de estos flujos está originando el desplazamiento y movimiento en masa de los materiales del talud inferior provocando grandes cárcavas. Por ello, se plantea el revestimiento de las cunetas y la proyección de alcantarillas espaciadas entre 250 y 300 m en promedio.

Cabe indicar que las alcantarillas existentes carecen de estructuras de protección a su entrada y salida, identificándose dos aspectos importantes, el primero se refiere al proceso de sedimentación y colmatación de sus cauces y el segundo al proceso erosivo que viene afectando el terraplén de la carretera incidiendo en su estabilidad y transitabilidad.

Cabe mencionar que se ha observado zonas con presencia de aniegos y de nivel freático alto donde se proyectarán las correspondientes obras de subdrenaje (especialmente en sectores donde se realizaran cortes a media ladera en tramos nuevos), a fin de abatir el nivel del agua subsuperficial de tal manera que no incida sobre la estructura del pavimento, evitando la saturación de los suelos, asimismo también se ha visto la necesidad de elevar rasante en los sectores planos.



5.7. ALCANTARILLAS, PUENTES, PONTONES Y BADENES

Se ha de inventariar las alcantarillas de tipo provisional "tajeas", constituidas por piedras acomodadas y material de afirmado que forman parte de sus tableros, mientras que sus estribos están conformados generalmente de piedra acomodada y en algunos casos de mampostería de piedra.

Asimismo, se informa que existen algunas alcantarillas tipo marco con tapas de concreto; y pases de agua de regadío constituidos por estructuras de piedra, concreto.

Por tratarse de alcantarillas en permanente servicio de evacuación de flujos superficiales y en algunos casos en permanente servicio de irrigación, su mantenimiento es realizado en forma periódica, constatándose que todas las alcantarillas existentes se encuentran en regular estado estructural y de conservación; habiéndose identificado también alcantarillas cuyas capacidades hidráulicas son insuficientes.



Foto N° 8. Construcción de alcantarilla, para la evacuación de las aguas de quebrada. (W. Atachi R. / A. Hacha S.)



5.8. OBRAS DE DRENAJE

Las obras de drenaje proyectadas están conformadas por estructuras transversales, longitudinales y de subdrenaje entre otras, las mismas han sido diseñadas considerando los tiempos de vida útil para cada tipo de estructura.

5.8.1. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

El objetivo del sistema de drenaje transversal propuesto es permitir el paso del flujo inalterado de agua superficial presente en el ámbito de la carretera y que discurre en forma transversal a ésta. El agua superficial, principalmente proviene de fuentes tales como quebradas, acequias, canales de riego, recolección del agua que cae sobre la actual plataforma, etc. que discurren en sentido transversal a la carretera y que requieren ser evacuadas por medio de apropiadas estructuras, a fin de conducirlos adecuadamente sin afectar su estabilidad.

5.8.1.1. ALCANTARILLAS

Este tipo de obra de drenaje, se ha establecido en concordancia a las características hidráulicas de las estructuras existentes y la demanda hidrológica de la zona en estudio.

Para el diseño hidráulico de las alcantarillas se ha tenido en cuenta la función que cumplirá cada una de ellas dentro del Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, ya sea como pases de agua de cursos naturales (quebradas), donde se ha considerado las áreas proporcionales de aportación de las cuencas según su ubicación dentro del nuevo trazo del Tramo Carretero Puente Chaullay – Mesacancha.



5.8.2. OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL

El sistema de drenaje longitudinal tiene la finalidad de evacuar los flujos superficiales provenientes de las precipitaciones pluviales que caen en las zonas adyacentes a la vía hacia estructuras de drenaje transversal, drenes naturales y/o quebradas.

Las estructuras de drenaje longitudinal propuestas en el presente Estudio están constituidas por cunetas laterales, bordillos, zanjas de drenaje y zanjas de coronación, las cuales se describen a continuación.

5.8.2.1. CUNETAS LATERALES

Las estructuras de drenaje longitudinal denominadas cunetas laterales se proyectan con el objetivo de captar las aguas de escorrentía superficial tanto de la calzada como del talud natural superior que inciden directamente sobre la vía. De esta manera toda la recolección del agua será conducida hasta las estructuras de drenaje transversal y luego hacia el dren natural de la zona.

Son causas artificiales construidos paralelos a la calzada y al pie de los taludes, las que sirven para concentrar las aguas superficiales y desagüen sin llegar a colmar su capacidad, evacuándolas hacia las alcantarillas, aliviaderos o lugares de desfogue.

Por ser bastante prácticas de sección menor y fáciles de limpiar se adoptó cunetas de sección triangular, de acuerdo a las recomendaciones de las N.P.D.C. y correspondientes a una zona lluviosa.



5.8.2.2. CUNETAS DE CORONACIÓN

Las aguas superficiales que caen sobre el talud superior adyacente a la carretera al no ser conducidas adecuadamente hacia puntos de desfogue han ocasionado deslizamiento de material y comprometido la estabilidad de la infraestructura vial existente, ya sea por filtración o por desbordes.

Es por ello que el presente estudio del Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, recomienda la proyección de dichas obras para mitigar tales efectos.

Se ha establecido proyectar cunetas de coronación revestidas de mampostería de piedra en aquellos sectores donde los materiales que conforman el talud se encuentran más compactos, mientras que se ha previsto la proyección de este tipo de obras revestidas con arcilla en aquellos sectores donde los deslizamientos se encuentran activos.

5.9. OBRAS DE SUBDRENAJE

Tiene por función evitar el ingreso de agua que procede por infiltración, elevando la napa freática o subiendo el agua por capilaridad hacia la vía terrestre.

La existencia de agua bajo la superficie, puede dar lugar en ciertas condiciones bajo el firme a una presión hidrostática, suficiente para levantarlo produciendo agrietamiento y afloramientos de agua a través de estos.

5.9.1. DISEÑO DE FILTROS

Todas las obras conectadas con la construcción de vías terrestres, han de hacerse sobre suelos o rocas que usualmente contienen agua, los cuales deben ser protegidos de acuerdo a la necesidad



con material de relleno (filtros) de mayor permeabilidad que el suelo protegido, el cual va a deprimir el nivel freático bajo la superficie de rodadura, derivando el flujo de agua a lugares donde no se altere el buen funcionamiento de ésta; así mismo debe ser de una granulometría tal que impida que partículas de suelo circundante sean transportadas por el agua hacia los vacíos y huecos del material filtrante, impermeabilizándolo.

En las zonas de corte, existe flujo de agua subterráneo a través de la ladera, una vez que se practica el corte, el agua tiende siempre a aflorar por el talud y bajo el pavimento o plataforma, por lo que se propone subdrenes para interceptar y desviar las aguas que afloran por el talud de corte y, por capilaridad o tubificación.

Las formaciones rocosas sanas suelen poder drenarse simplemente permitiendo que el agua salga libremente a zonas abiertas, tales como pozos de drenaje o túneles; estos materiales tienen la suficiente cohesión para permitir el paso del agua a su través sin que se produzcan erosiones nocivas.

Pero los suelos o rocas muy intemperizadas pueden ser fácilmente erosionados por las fuerzas que produce el agua al fluir a través de ellos; si éstos procesos permiten sin restricción terminarán por desembocar en verdaderos problemas de erosión interna y tubificación.

Así, todas las superficies a través de las que el agua salga al exterior deberán protegerse en los suelos, de manera que el agua pueda aflorar con facilidad, pero buscando también que las partículas del suelo queden en su lugar.

Los materiales encargados de la doble misión de permitir el paso franco del agua hacia el exterior y de impedir el arrastre de las



partículas del suelo protegido se llaman materiales de filtro o, más simplemente, filtros.

En las vías terrestres es predominante la utilización de agregados naturales, del tamaño de la arena y la grava. Estos materiales naturales, cuando son de buena calidad son prácticamente indestructibles y eternos, en comparación a la vida útil de la obra; cuando se colocan convenientemente, tienen magnífico comportamiento tanto como filtros, como en lo que se refiere a resistencia y compresibilidad.

Muchos de los requerimientos que se imponen a los materiales de filtro son de naturaleza granulométrica y se refieren a su graduación.

Otros, muy importantes tienen que ver con el cuidado en la manipulación y colocación, para evitar contaminaciones y segregaciones.

Puede haber también requerimientos de compactación, para reducir la posibilidad de que se presenten cambios en la graduación granulométrica por invasión de finos procedentes del suelo por proteger.

Los filtros deben satisfacer dos requerimientos contradictorios:

- Los espacios entre las partículas del filtro en contacto con el suelo por proteger deben ser suficientemente pequeños como para que los finos de aquel no penetren en él.
- Los espacios entre las partículas del filtro deben ser lo suficientemente grandes como para que el conjunto tenga la permeabilidad necesaria para que el agua pueda moverse



libremente a través de él y fluir rápidamente hacia el exterior, sin generar presiones de poro indeseables.

La confrontación de estos dos criterios puede conducir a que un filtro tenga más de una capa, en el que cada una va teniendo mayor permeabilidad, según va quedando más lejos del suelo por proteger.

Estos son los filtros compuestos o graduados, que pueden llegar a existir de tres y cuatro capas.

5.10. OBRAS COMPLEMENTARIAS

5.10.1. OBRAS DE PROTECCIÓN Y ENCAUZAMIENTO

Se ha establecido proponer este tipo de obras en los sectores aledaños al cruce de las estructuras importantes proyectadas como son pontones y puente con la finalidad de brindar seguridad a la plataforma de carretera contra la acción erosiva de las aguas, garantizando su estabilidad y permanencia ante la presencia de caudales extremos, ocasionados por la ocurrencia de grandes precipitaciones en sus respectivas Microcuencas.

A continuación se describen características de las obras de protección y encauzamiento proyectadas en cada una de las estructuras de cruce importantes.

5.10.1.1. ADECUACIÓN DE QUEBRADAS

La adecuación de quebradas se ha previsto de tal manera que permita retirar de ella cualquier material que produzca una obstrucción del flujo hacia el dren natural.

Por ello, dichas quebradas deberán estar sometidas a un proceso de conformación y limpieza de su cauce que permita conducir



adecuadamente los flujos sin que afecte su estructura, realizando una remoción de todo material sobrante producto de la construcción y asimismo la eliminación de los materiales; troncos y rocas en estado latente de arrastre.



CAPITULO VI

GEODINAMICA



6.0. GENERALIDADES

El borde occidental de América del Sur se caracteriza por ser una de las regiones sísmicas más activas en el mundo.

El Perú forma parte de esta región y su actividad sísmica más importante está asociada al proceso de subducción de la Placa de Nazca (oceánica) bajo la Placa Sudamericana (continental), generando frecuentemente terremotos de magnitud elevada.

Un segundo tipo de sismicidad, es producida por las deformaciones corticales, presentes a lo largo de la Cordillera Andina, con terremotos menores en magnitud y frecuencia.

La interacción entre la placa oceánica de Nazca y la placa continental Sudamericana determinan la zona de subducción a lo largo de la costa del Perú; la cual produce reajustes corticales que originan los Sismos.

Dentro del mapa de riesgo sísmico del Instituto geofísico del Perú, el área de estudio registra sismos de ordenadas espectrales moderadas: Con aceleraciones probables de 0.24g a 0.26g.

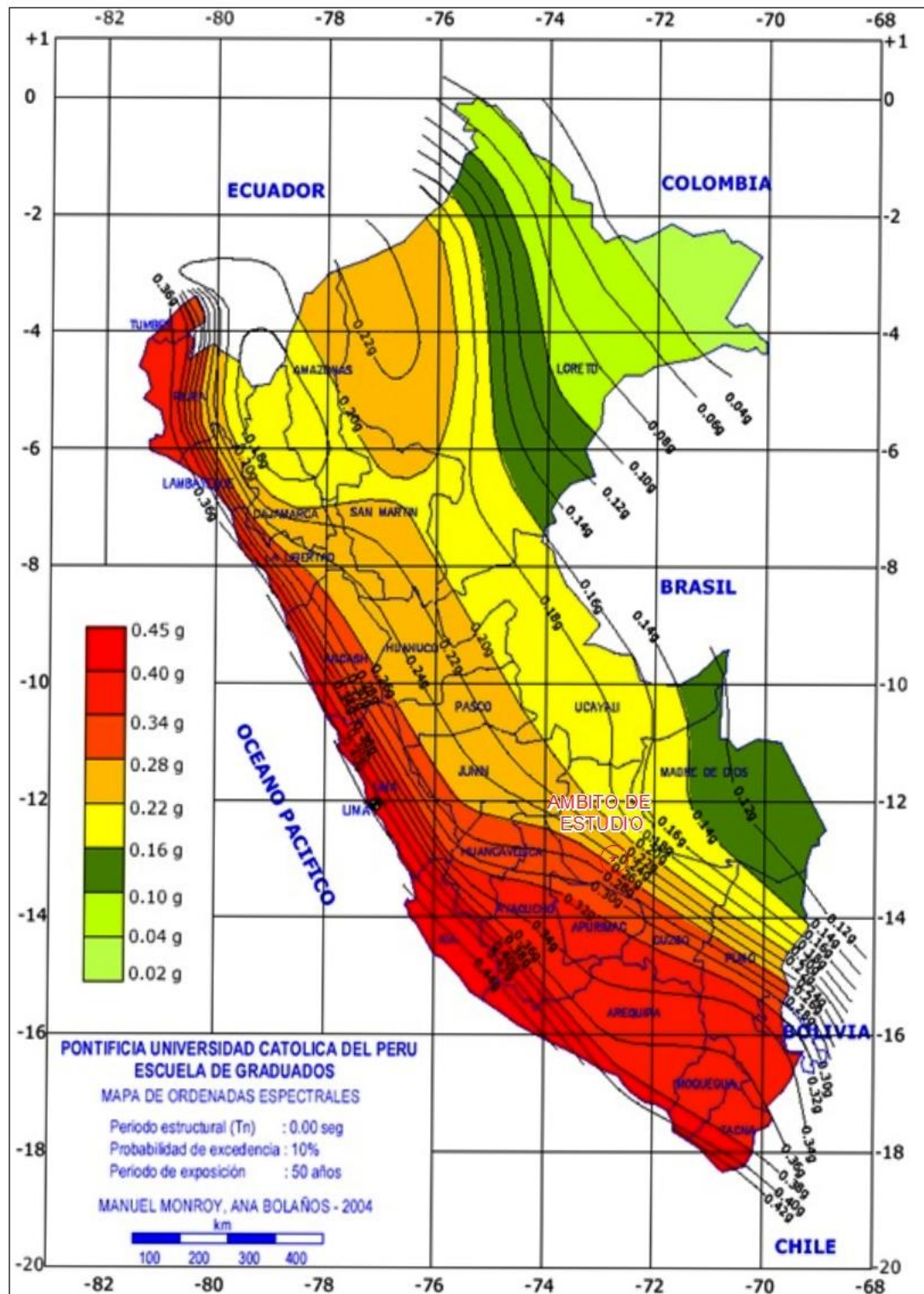


Figura N° 2. Mapa de ordenadas Espectrales del Perú, Distribución de Isoaceleraciones para 10% de excedencia en 50 años.



6.1. GEODINAMICA INTERNA Y SISMICIDAD

La zona de estudio se encuentra comprendido dentro de la Cordillera Oriental, considerado desde el punto de vista de la geotectónica como un "macizo mediano", con un sector de la corteza terrestre muy potente y uniforme sin que exista fallamientos activos cercanos ni estructuras de profundidad importantes.

El plano de Beniof, en éste sector se encuentra muy profundo (más de 100 km), por lo que los sismos mayormente son intermedios y profundos.

En el caso específico del Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, y alrededores existe una historia sísmica de eventos de poca magnitud, menores de 4 en la escala de Richter.

La provincia del Cusco en el que se tienen los mayores estudios, reportan intensidades de grado VII en la escala de Mercalli Modificada (MM).

De acuerdo a la zonificación por intensidad sísmica MM del Perú, la región del Cusco se encuentra dentro del área que alcanza el grado VI en la escala MKS y específicamente de VII y VIII.

En la parte sur del Perú se tiene una distribución de sismos destructores desde 1955 y 1974 la cual determina una posibilidad de un sismo VII en MM.

Para la zona de estudio, en función a la intensidad de V en la escala MM, se determina el factor de amplificación sísmica (K).

El coeficiente sísmico (factor de amplificación sísmica de la aceleración del terreno), el cual es usado para el análisis de estabilidad de los taludes con sismo K está relacionado con la respuesta de los terrenos y a veces es considerado como un esfuerzo horizontal para el análisis mencionado



Para la zona de estudio se estiman los siguientes factores:

$$K = 0.2 \text{ (coeficiente sísmico)}$$

$$A = 100 \text{ cm/seg}^2 \text{ (aceleración en terrenos arcillo - gravosas)}$$

$$Z = 0.3 \text{ (factor de zona)}$$

6.2. PARÁMETROS SÍSMICOS DE CONSTRUCCIÓN

La zona de estudio por encontrarse dentro de un "macizo mediano" está alejada de fallamientos profundos importantes, el sistema de fallamiento activo más cercano se encuentra a más de 40 km (en línea recta) de la zona de estudio; por lo tanto, el peligro geodinámico por sismo superficial es muy pequeño.

Sin embargo existe la posibilidad de ocurrencia de sismos profundos, e intermedios, que por las mismas profundidades de los focos, su actividad o daño en la superficie se minimizan.

En conclusión:

- La posibilidad de sismos severos superficiales es mínima.
- El riesgo sísmico en general es muy bajo.
- Considerando los parámetros de los materiales y la ausencia de sismos severos no existe peligro por licuefacción
- Los parámetros físico mecánicos de los materiales utilizados para la construcción del Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, minimizan los daños por dinámica de suelos.
- Los periodos predominantes poseen continuidad y homogeneidad entre la estructura del pavimento y el substrato.



6.2.1. ACELERACIONES MÁXIMAS NORMALIZADA

En el mapa de aceleraciones máximas normalizadas publicado por la Pontifica Universidad Católica del Perú, que se adjuntó en la página anterior, se observa que a la zona del proyecto le corresponde:

$$a_{MAX} = 0.24 \text{ g} - 0.26 \text{ g}$$

6.2.2. SISMICIDAD HISTÓRICA DE LA REGIÓN

La actividad sísmica de la Región del Cusco tiene un amplio registro de ocurrencias fechadas desde la época Prehispánica hasta la actualidad.

Del registro histórico de la Región del Cusco podemos mencionar los sismos más importantes y próximas a la cuenca en estudio como se manifiesta la siguiente relación, que han sido actualizados hasta los últimos años.

- 31 de marzo de 1650, con intensidad IX, ocurrió un terremoto en Cusco, quedando la ciudad en ruinas por varios días se repitieron otras sacudidas ocurriendo grandes deslizamientos en Pisac y Paucartambo.
- El año 1747. con intensidad VIII en Ayapata.
- 09 de abril de 1928. En Ayapata – cusco con intensidad local VIII y V en la ciudad del cusco.
- 18 de septiembre de 1941.- Se produjo un fuerte sismo en cusco (VI-VII MM), sintiéndose en Abancay, Abancay y Caravelí.
- 17 de abril de 1946.- Ocorre en Marcahuasi provincia de Anta con una intensidad III-IVMM.
- 30 de mayo de 1946, en Cusco se percibió un sismo con una intensidad 3 M.M.



- 31 de octubre de 1947.- Ocurre en Quillabamba provincia de la Convención con una intensidad IVM.M.
- 21 de mayo de 1950.- Ocurre un sismo en Cusco con una intensidad VII M.M. cuyo epicentro fue en el valle del Cusco de profundidad focal de 9Km.provocando deslizamiento en las laderas escarpadas.
- 03 de junio de 1980.-sismo en Mollepata provincia de Anta con un grado VI M.M.el movimiento fue sentido en Limatambo, Izcuchaca, Ollantaytambo, Urubamba, Oropesa, Pisac y Cusco.
- 05 de abril de 1986.- En Cusco ocurrió un fuerte sismo con una magnitud de 5.3 en la escala de Richter con 51 km. de profundidad focal que alcanzó un grado III M.M. hacia la zona de Ollantaytambo.
- 23 de junio del 2001. a las 15:33 Horas de magnitud $m_b=6.9$ ($m_s=7.0$) afecto a la región sur del Perú, incluyendo las ciudades de Arica e Iquique (Chile) y la Paz (Bolivia); con epicentro cercano a la línea de costa a 82 km. NO de la localidad de Ocoña, departamento de Arequipa, grado VII a VII Mercali Modificada (ref. Instituto Geofísico del Perú).

Esta actividad sísmica en su mayoría es superficial ligado a la actividad de fallas activas presentes en el cusco ocasionadas por neotectonica de la región, así como es la falla Tambomachay al norte del cusco, el cual ha ocasionado el sismo de abril 1986.

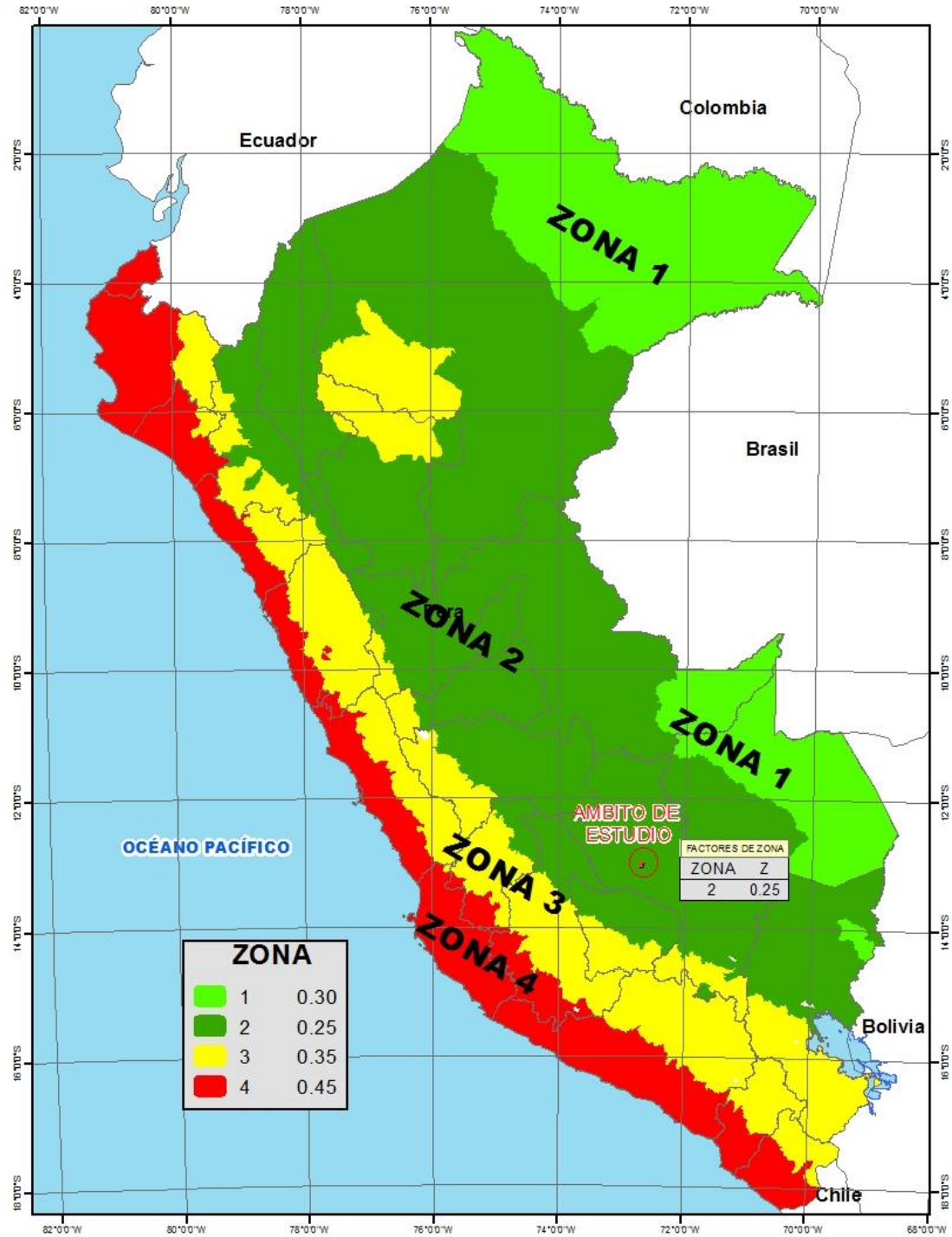


Figura N° 3. Mapa de zonificación sísmica del Perú. Decreto supremo N°03-2016 Vivienda.



6.3. GEODINAMICA EXTERNA

La ocurrencia de los fenómenos de geodinámica externa está condicionada por factores importantes como la litología, estructuras geológicas, geomorfología, hidrología, hidrogeología, el clima y otros

Los fenómenos naturales de origen geológico – hidrometeorológicos son los que se presentan con frecuencia en el Tramo Carretero Puente Chaullay – Mesacancha.

La complejidad de los procesos de remoción de masas, requiere que para su análisis y representación sea necesario considerar tanto sus características espaciales como las temporales, conservando el objetivo importante de la evaluación y representación de la amenaza, es el análisis de riesgo para la gestión de la seguridad física de la Obra.

Los fenómenos de remoción de masas, más frecuentes en el Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, son principalmente los movimientos de masa y flujos hídricos.

6.4. REMOCION DE MASAS

La remoción de masas se refiere a procesos de movilización descendente lenta o rápida de determinado volumen de suelos, roca o ambos, en diversas proporciones, generados principalmente por agentes geodinámicos, como el agua, la gravedad y por una serie de factores condicionantes, Geodinámicos Internos y Externos.

- El Agua es el agente geodinámico más importante, y su acción geológica en cualquiera de sus formas de presentarse produce cambios en el relieve terrestre, participa como agente de la meteorización, erosión, remoción de los materiales y su consecuente sedimentación en otros cuerpos acuosos.



- Las precipitaciones pluviales saturan los materiales y producen desequilibrios en las pendientes de los materiales de las laderas quebradas, etc. originando una corriente superficial capaz de transportar materiales sueltos, pendiente abajo.
- La Gravedad es el agente que proporciona la energía requerida para el movimiento pendiente abajo de los materiales superficiales y de las rocas, solo cuando es capaz de vencer la resistencia interna del material que le impide moverse. Es evidente que cualquier otro factor o agente como el agua, que reduzca esta resistencia, permite que la gravedad pueda intervenir contribuyendo al movimiento.

A diferencia de otros Peligros: sismos, tsunamis, huracanes, inundaciones, etc. que son de gran alcance y por lo tanto, están fuera de la intervención humana, los fenómenos de remoción de masas admiten cierto manejo en situación crítica, destinada a minimizar sus efectos sobre la población.



Foto N° 9. Remoción en masas en la progresiva Km 4+230. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)



6.4.1. FLUJO DE DETRITOS

Las remociones en mención, caracterizados como "huaycos", se definen como flujo local y repentino o torrente de volumen relativamente grande y de corta duración, que desborda cauces de rios en valles secos, transportando una enorme carga de barro y fragmentos rocosos, generalmente vinculados a lluvias muy esporádicas de corta duración y de gran intensidad, cubriendo una zona reducida, con morfología empinada.

6.4.2. EROSIÓN DE CÁRCAVAS

Es un fenómeno geodinámico de gran importancia en el desgaste y modelado de la superficie terrestre, se desarrollan en las laderas y, mayormente en terrenos inclinados que tienen limitada cobertura vegetal y en regiones donde las lluvias son estacionales e intensas.

Las llamadas cárcavas son zanjas o surcos que se forman en las laderas por acción de las aguas superficiales que al desplazarse hacia abajo tienen la capacidad de erosionar el material fino a lo largo de su recorrido. La evolución de las cárcavas se da tanto en profundidad como lateralmente, ganando así profundidad y extensión muy rápidamente.

Las cárcavas constituyen la etapa embrionaria o inicio de las torrenteras o "quebradas secas".

6.4.3. DESBORDES

Son fenómenos que se producen cuando la capacidad de conducción o almacenamiento, es inferior a la cantidad de agua que discurre o se almacena.



Puede desarrollarse en cauces fluviales que presentan reducida altura de sus riberas, en las presas almacenadoras o derivadores de agua así como en los canales que conducen agua para riego.

Los efectos de los desbordes son múltiples, entre los cuales podemos señalar a las inundaciones de los terrenos aledaños en zonas urbanas o terrenos de cultivo.

6.4.4. EROSIÓN DE RIBERAS

Es el desgaste y remoción de terrenos ribereños por la acción directa de las aguas a lo largo de las márgenes del cauce. Ocurre cuando los flujos de agua inciden directamente sobre terrenos ribereños y vencen la resistencia de la fuerza de fijación de dichos materiales.

Esta acción es mayor en los terrenos constituidos por depósitos aluviales (grava, arena y limo) incoherentes y muy vulnerables a la acción física del agua.

Los efectos de esta acción se traducen en pérdidas definitivas de terrenos de cultivo como también de viviendas.

6.4.5. REPTACIÓN

La reptación es la remoción de masas más lenta, por lo general no perceptible (salvo mediante sucesivas observaciones) y según el material en movimiento, ya sea suelo o detritos; su velocidad es mayor en la superficie y disminuye gradualmente con la profundidad.

Normalmente compromete a suelos residuales, terrenos de rocas blandas y de coluvios con abundante matriz arcillosa susceptible de experimentar deformaciones elástico - plásticas.



Se trata de procesos que se desarrollan en nivel superficial, y que afectan volúmenes reducidos de materiales, por lo tanto, su identificación en el terreno no es fácil, solo se reconocen por leves inclinaciones en el tronco y raíces de los arboles mayores, deformaciones en los muros de contención o cercas y además desarrollo de ondulaciones en el suelo superficial.

Estas deformaciones pueden dar lugar a posteriores movimientos de tipo deslizamiento bajo la influencia de la gravedad y agua.

La reptación de suelos es ayudada por la dilatación - contracción del suelo, ya sea por congelación y fusión o por humectación y desecación

6.4.6. DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos son remoción de masas de rocas y suelos que se deslizan de acuerdo a superficies de rotura más o menos netas de forma recta o curvada.

Al superar la resistencia al corte, genera el movimiento del material que se desplaza separada del conjunto con la misma velocidad en todas sus partes, conservando su estructura y su forma original.

Los deslizamientos, en sus diversas formas, ocurren a lo largo de todo el territorio, comprometiendo una variada gama de ambientes geográficos, climáticos, geológicos y estructurales.

Los volúmenes incluidos en estas remociones varían desde algunas decenas hasta varios millones de m³ y adquieren magnitud catastrófica.

Son las manifestaciones más impresionantes de los fenómenos de remoción.



Las causas que provocan los deslizamientos se relacionan, principalmente tanto con las propiedades inherentes a las unidades rocosas (presencia de minerales secundarios susceptibles de expansión, alteración, baja resistencia, presencia de discontinuidades regulares: fracturas, fallas, foliación y estratificación), como son factores externos: efecto de la gravedad (a través de erosión y/o precipitaciones) y acciones humanas (excavaciones para caminos, tuneles y canales).

En los países con gran sismicidad como el Perú, las ocurrencias de estos fenómenos en la proximidad a los epicentros y a la magnitud de los sismos determinan la severidad de las remociones, los relieves con morfología abrupta, zonas carentes de vegetación y suelos y zonas con material tectonizado constituyen ambientes propicios para el desarrollo de deslizamientos.

Existen dos tipos de deslizamientos, sin embargo para los efectos del presente trabajo se ha considerado: rotacional y trasnacional.



Foto N° 10. Se aprecia el deslizamiento de Mesacancha. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)

DESLIZAMIENTO ROTACIONAL

Es aquel que se produce generalmente en suelos cohesivos y suelos cohesivos friccionantes donde la rotura superficial profunda tiene lugar a favor de superficies curvas o concoideas o en forma de cuchara.

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s.



6.4.7. DESPRENDIMIENTOS

Se define como desprendimiento la caída de bloques de rocas y/o suelos semiconsolidados a partir de una ladera con fuerte pendiente o acantilado rocoso, de acuerdo con una caída libre, al menos en parte de su trayectoria.

Normalmente, las superficies de rotura corresponden a planos de estratificación, cuya inclinación es superior a su ángulo de fricción interna, con proyección libre a la cara del talud.

Genéticamente, la gran mayoría de los desprendimientos se vinculan a la pérdida de resistencia en los planos de discontinuidades asociada tanto a la presencia de agua (con desarrollo de presiones intersticiales actuando sobre tales estructuras), como congelamientos al incrementar su abertura.

Estos desprendimientos se concentran principalmente en zonas montañosas como en los litorales.

En ambas prevalecen las condiciones morfológicas, geológicas tectónicas y climáticas muy propicias para provocar este tipo de remociones.

DESPRENDIMIENTO DE ROCAS

Es el movimiento violento de bloque fragmentados rocosos pendientes abajo que se desprende de un talud empinado a lo largo de una superficie en la cual se produce poco o ningún desplazamiento de corte. Esta masa desciende principalmente en caída libre por el aire. Rebotando o rodando con movimientos muy rápidos que pueden o no haber sido precedidos por otros movimientos. Este fenómeno está asociado al fracturamiento,



como al grado de meteorización y alteración de los macizos rocosos.

Favorecen además para la ocurrencia de estos desprendimientos:

- La acción de la gravedad y movimientos sísmicos.
- Precipitaciones pluviales intensas típico de la zona.
- Fuerte pendiente en los taludes y densidad de fracturamiento de las rocas.
- Pérdida de resistencia en los planos de discontinuidad.
- Taludes naturales subverticales o verticales (sumamente empinados)
- Movimientos sísmicos.

DERRUMBES

Son caídas repentinas de una porción de suelo o roca por pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante. No presenta planos o superficies de deslizamiento.

Se produce bajo las siguientes situaciones:

- Presencia de grandes bloques o masas rocosas cuyo sistema de estratificación o fracturamiento se encuentra en situación desfavorable con relación a la inclinación del talud.
- Modificación de la geometría de un talud natural.
- Socavamiento o disgregación de los estratos en que se apoya una masa rocosa fracturada.
- Zonas de debilidad.
- Precipitación pluvial, infiltración de agua.
- Ocurrencia de movimientos sísmicos que provocan el oscilamiento de la masa rocosa fracturada.



- Erosión de la base en bancos de materiales sedimentarios o detríticos mediante consolidados o en rocas metamórficas.
- Remoción de elementos naturales de contención en el proceso de excavación o corte para la construcción de obras viales.
- Socavamiento del pie del talud inferior.

6.5. PELIGROS ANTROPICOS

Son ocasionados enteramente por la acción humana, con el propósito de proveerse de medios de vida, el ser humano interviene la naturaleza, creando peligros que antes no existían, haciendo insostenible su actividad o afectando a otros.

Donde las excavaciones al pie de una pendiente, deforestación por el hombre, mal uso del suelo, construcción y apertura de vías de comunicación mal ubicadas, inapropiada explotación de canteras de minerales no metálicos y sobre todo los incendios forestales etc.



CAPITULO VII

GEOTECNIA



7.1. GENERALIDADES

Este estudio tiene el propósito de conocer las propiedades y calidad de material con el que está conformado el terreno, el cual tendrá como función principal el soportar las cargas a los cuales estará sometida la estructura.

Para iniciar estos trabajos se ha seguido una secuencia de acuerdo a las recomendaciones y normas seguidas por diferentes autores, efectuando un reconocimiento previo de la zona y estimar las condiciones del suelo, para luego proceder con la exploración e investigación determinando así el espesor de los estratos, sus características y las diferentes propiedades del terreno; los cuales nos servirán para elegir los procedimientos constructivos apropiados.

7.2. ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos comprendió tres etapas, la primera de investigación de campo a lo largo del tramo mediante prospecciones de exploración a cielo abierto (calicatas) con obtención en cada caso de muestras representativas, la segunda de laboratorio que correspondió a la ejecución de los ensayos de acuerdo los modos operativos vigentes y la etapa de gabinete inicialmente con los resultados obtenidos de laboratorio se establecieron los parámetros necesarios para definir los sectores de mejoramiento.

7.2.1. TRABAJOS DE CAMPO

Excavaciones manuales – técnicas y número de puntos de investigación de campo.- (Norma técnica ASTM D420)

En la zona de estudio después de una zonificación Geotécnica de superficie previa de los suelos, se ubicaron los lugares para la apertura de calicatas.

Las calicatas son excavaciones a cielo abierto, hasta profundidades deseadas tomando las precauciones necesarias



para evitar derrumbes y desprendimientos de material suelto, para la excavación se utilizó herramientas manuales (pala, pico, barreta, combo, etc.).

Con la finalidad de determinar las características del suelo de fundación, se efectuaron exploraciones de calicatas cada 0.5 km con la finalidad de hacer el ensayo de PDL y la toma de muestras.

Los parámetros de comportamiento mecánico en el campo fueron determinados a partir de los siguientes ensayos in-situ:

- Auscultación dinámica PDL
- Toma de muestras y transporte
- Registro fotográfico



Foto N° 11. Calicata Ca 2 muestreo y pruebas de auscultación PDL en suelos cuaternarios coluviales. (W. Atachi R. / A. Hacha S.)



7.2.2. AUSCULTACIÓN CON EL CONO TIPO PECK (PDL)

Norma E050 suelos y cimentaciones acápite 2.22 de la aplicación de las técnicas de investigación; del reglamento Nacional de Estructuras. (ICG)

El ensayo de auscultación con cono dinámico consiste en la introducción, en forma continua de una punta en forma cónica en el suelo correlacionando con el ensayo de penetración estándar SPT, ASTM D 1586, en el que reemplaza la cuchara estándar por un cono de 60° de ángulo en la punta. Este cono se hinca en forma continua en el suelo, el registro de la auscultación se efectúa contando el número de golpes para introducir cada 15 cm. El resultado se presenta en forma gráfica indicando el número de golpes por cada 30cm. De penetración. El cono tipo Peck se calibra previamente con respecto al ensayo SPT, con la finalidad de obtener el parámetro de coeficiente de correlación.



Foto N° 12. Ensayo DPL, en Km 7+460. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)



Depósitos cuaternarios coluviales está constituido por fragmentos rocosos angulosos en la ladera de los cerros. Muestreo y pruebas de PDL.

$$N' = \beta Cn$$

Dónde:

N: número de golpes x 30cm. De penetración.(SPT)

Cn: número de golpes x 30cm. Con el PDL

β : coeficiente de correlación.

Factores de correlación PDL y SPT

Por la formula holandesa para la energía de hinca:

$$Q = M2H/E(m+p)A$$

Dónde:

Q: Energía de hinca

M: peso del martillo(kg)

E: ah/NP: peso del varillaje

H: altura de caída del martillo(cm)

A: sección de la punta (cm²)

	PDL	SPT
M	10 kg.	63.5kg
H	50 cm.	76
P	2.25kg/m	6.52
A	1.290cm ²	11.40

Cuadro N° 13. Correlación entre datos del PDL y el SPT.



Factores de corrección:

Penetración cm.	15	30
N° de golpes SPT (N)	0.316	0.158

Cuadro N° 14. Factores de corrección.

Cuadro de compacidad

Compacidad	Nro. De golpes
Muy suelto	<4
Suelto	4-10
Moderadamente denso	10-30
Denso	30-50
Muy denso	>50

Cuadro N° 15. Cuadro de compacidad.

MUESTREO Y TRANSPORTE

A fin de determinar los parámetros característicos del suelo de fundación se tomaron muestras inalteradas, debidamente codificadas, estas muestras fueron transportadas a la ciudad del cusco. Para los ensayos correspondientes.

7.3. TRABAJO DE LABORATORIO

Con toda la información obtenida en el campo referido a la descripción y ubicación de los suelos y canteras y con los resultados obtenidos en el laboratorio se determinó las características físicas y mecánicas de todos los suelos y así de las canteras ubicadas a lo largo del tramo en estudio.

El programa de ensayos comprendió las siguientes pruebas de laboratorio:



ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
Análisis Granulométrico por tamizado.	MTC E 107 (ASTM-D-422)
Determinación del contenido de humedad.	MTC E 108 (ASTM-D-2216)
Determinación del limite liquido.	MTC E 110 (ASTM-D-423)
Determinación del límite plástico.	MTC E 111 (ASTM-D-424)
Determinación Humedad-Densidad (Proctor Modificado)	MTC E 115 (ASTM-D-1557)
Valor relativo de soporte (CBR)	MTC E 132 (ASTM-D-1883)
Clasificación de SUCS	ASTM-D-2487
Clasificación AASTHO	ASTM-D-3282

Cuadro N° 16. Ensayos de laboratorio con su respectiva Norma Peruana.

7.3.1. PROPIEDADES FISICAS

Los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

a. Contenido de Humedad

Es la relación entre el peso del agua (W_w) y el peso de los sólidos (W_s), se expresa en porcentajes y varia de $0\% < W < 100\%$.

$$W (\%) = (W_w / W_s) 100$$

W_w = Peso de agua contenida en el suelo

W_s = Peso del suelo seco

Equipo:

Capsula Horno

Procedimiento:

- Se pesa las capsulas, luego se coloca dentro de las capsulas la muestra de suelo húmedo y se pesa.



- Se coloca la muestra al horno durante 24 horas a una temperatura de 110°.
- Una vez que el suelo este seco se determina el peso de la capsula más el suelo seco. Se realiza los cálculos respectivos.

b. Análisis Granulométrico

Determina las proporciones relativas de los diferentes tamaños de grano presentes en una masa de suelo.

Equipo:

Tamices N° 2”, 11/2”, 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”, 4, 8, 10, 40, 100, 200.

Procedimiento:

- Se cuartea la muestra y se pesa 500 gr. Para material fino y 1000gr. Si el material es grueso incluido el peso del recipiente.
- Se lava la muestra.
- Se deja secar al horno por 24 horas.
- Una vez seco se deja enfriar y nuevamente se toma el peso de la muestra.
- Se vierte el material a los diferentes tamices para el zarandeo.
- Se pesa el material retenido en cada una de las mallas.
-

c. Límites de Consistencia o de Atterberg

Son valores de humedad para suelos de grano fino, los cuales pasan del límite plástico al límite líquido.

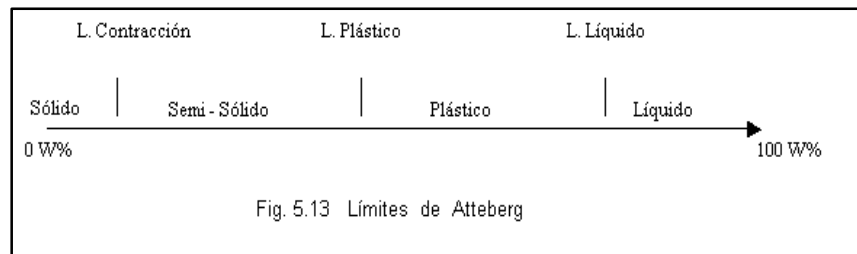


Ilustración N° 1. Límites de Atteberg.

El límite plástico se define como el contenido de humedad por el cual el suelo pasa del estado plástico al estado semisólido.

El límite líquido se define como el contenido de humedad por el cual el suelo pasa del estado líquido al estado plástico.

El índice de plasticidad es la diferencia en porcentaje, que hay entre el límite líquido y el límite plástico, determinado por:

$$I_p = L_l - L_p$$

LIMITE LÍQUIDO (LL):

Equipo:

- Cuchara Casagrande
- Espátula
- Ranurador

Procedimiento:

Se toma 500 gr. De la muestra previo tamizado por la malla N° 40

- Se humedece y deja saturar por 24 horas.
- Se coloca con la espátula una porción de material en la cuchara de Casagrande, se pasa el ranurador y se da una cierta cantidad de golpes hasta que la muestra se una en 1/2”.
- Se pesa la capsula una vez que se une el material en 1/2” . se toma la muestra , se pesa y se lleva al horno por 24 horas
- Una vez seca se pesa la capsula.



- Se debe realizar la misma operación por cuatro veces añadiendo un acierta cantidad de agua tomando los datos.

LIMITE PLASTICO (LP):

Equipo:

Plancha de vidrio esmerilado.

Procedimiento:

- Se toma una pequeña cantidad de muestra procediendo a hacer rollitos hasta que pierda la humedad y se observe unas pequeñas rajaduras.
- Se pesa la capsula sin muestra se coloca los rollitos , se vuelve a pesar la capsula + rollitos
- Se lleva al horno por 24 horas
- Se pesa la muestra más la capsula y se anotan los datos obtenidos.

7.3.2. PROPIEDADES MECANICAS

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, permiten determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las cargas.

a. COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

Se entiende por compactación todo proceso que aumente el peso volumétrico de un material granular. En general es conveniente compactar un suelo para incrementar su resistencia al esfuerzo cortante, reducir su compresibilidad y hacerlo más impermeable.

El acomodo de las partículas, en un suelo se ha tratado de mejorar, no solo depende de las características del dispositivo para



compactarlo, sino fundamentalmente de la humedad que tiene el material. Por lo tanto, dado un proceso de compactación, para cada material existe un contenido de agua (humedad óptima) con el que se obtiene el máximo peso volumétrico.

b. ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

Mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas. Permite obtener un número de la relación de soporte, que no es constante para un suelo dado sino que se aplica solo al estado en el cual se encontraba el suelo durante el ensayo dado.

Se obtiene de una prueba de penetración, en la que un vástago de 19.4 cm². Se hace penetrar en un espécimen de suelo a razón de 0.127 cm/min; se mide la carga aplicada para penetraciones que varíen en 0.25 cm.

El valor del C.B.R. se define como la relación expresada en porcentaje, entre la presión necesaria para penetrar los primeros 0.25 cm., y la presión requerida para tener la misma penetración en un material arbitrario, adoptado como patrón.

HUMEDAD OPTIMA.- es el porcentaje de agua necesaria para combinar el suelo y ejecutar el ensayo de C.B.R.



Nº CBR	CLASIFICACION GENERAL	USOS	SUCS	AASHTO
0-3	Muy pobre	Sub. Rasante	OH,CH	A5,A6
3-7	Pobre a regular	Sub. Rasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6
7-20	Regular	Sub base	OL,CL,ML	A2,A4,A6
20-50	Bueno	Base , Sub base	GM,GC, SW,SM	A1b,A25
>50	Excelente	Base	GW	A1a,A24,A3

Cuadro N° 17. SISTEMA DE CLASIFICACION PARA EL CBR.

c. ENNSAYO DE DENSIDAD DE CAMPO

Este es un ensayo in situ que se realizan en campo con el material y equipo necesario para su correcta ejecución, se involucran métodos de razonamientos y de procedimiento con propósitos netamente mecánicos.

El ensayo se realiza con la finalidad de comprobar el grado de compactación en terrenos compactados artificialmente. Es muy útil en el caso de suelos sin cohesión (gravas y arenas).

7.4. CLASIFICACION DE SUELOS

Entre los sistemas más usados tenemos el sistema AASHTO y el sistema SUCS.

7.4.1. SISTEMA "AASHTO"

De acuerdo a las Normas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones se ha tomado la clasificación de la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials) que tiene una aplicación difundida en obras viales.

El Sistema de AASHTO tiene un manejo universal, clasifica a los suelos en 7 grupos: A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7, basándose



en la composición granulométrica, el límite líquido y el índice de plasticidad de un suelo. La evaluación de cada grupo, se hace por medio del índice de grupo. Esta clasificación divide a los suelos en: Suelos granulares que corresponden a los grupos A-1, A-2 y A-3, en los cuales pasa menos del 35% bajo la malla **Nº 200**, suelos Limos Arcillosos que corresponden a los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7, en los que más del 35% pasa la malla **Nº 200**, tal como se aprecia en la tabla siguiente.

Clasificación general	Materiales Granulares 35% o menos del total de la muestra pasa el tamiz Nº 200						
Clasificación de grupo	<i>A-1</i>	<i>A-1-b</i>	<i>A-3</i>	<i>A-2</i>			
	<i>A-1-a</i>	<i>A-1-b</i>	<i>A-3</i>	<i>A-2-4</i>	<i>A-2-5</i>	<i>A-2-6</i>	<i>A-2-7</i>
Análisis por tamices (Porcentaje que pasa por los tamices): Nº 10 (2.00 mm.) Nº 40 (0.425 mm.) Nº 200 (0.075 mm.) Características de la fracción que pasa por el tamiz Nº 40 Límite líquido Índice de plasticidad Tipos de materiales significativos constituyentes	50 max	30 max	50 max	51 min	10 max	35 max	35 max
	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max
				40 max	41 min	40 max	41 min
	7 max		NP	10 max	10 max	11 min	11 min
	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Grava o arena limosa o arcilla			
(a)							
Clasificación general	Materiales limo - arcilla Mas del 35% del total de la muestra pasa por el tamiz Nº 200						
Clasificación de grupo	<i>A-4</i>	<i>A-5</i>	<i>A-6</i>	<i>A-7</i> <i>A-7-5^a</i> <i>A-7-6^b</i>			
Análisis por tamices (porcentaje que pasa por el tamiz Nº 200 (0.075 mm.)) Características de fracción que pasa por Nº 40 (0.425 mm.) Límite líquido Índice de plasticidad Tipos de materiales constituyentes significativos Relación general como subgrado	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.			
	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.			
	10 máx.	10 máx.	11 min	11 min.			
	Suelos limoso		Suelo arcillo				
	Regular a pobre						
(b)							

Cuadro Nº 18. Clasificación de suelos sistema AASHTO. (a) Material granular; (b) Material fino.

7.4.2. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION SUCS

Divulgado por Casagrande, en este sistema los suelos son designados por símbolos de grupos consistentes en un prefijo y un sufijo. Los prefijos indican los tipos principales de los suelos y los sufijos indican sub divisiones entre grupos tal como sigue:



TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUB GRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien Graduado	W
Arena	S	Pobremente Graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	WL<50%	L
Turba	Pt	WL>50%	H

Cuadro N° 19. SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION SUCS.

7.4.3. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

El cuadro resumen ha sido elaborado en función a los resultados de los ensayos de laboratorio, presenta el resumen de los ensayos de compactación (Proctor Modificado) y California Bearing Ratio (CBR) realizados a la vía.



ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS								
RESUMEN DE RESULTADOS								
	PROYECTO	ESTUDIO GEOLOGICO, GEODINAMICO GEOTECNICO PARA LA SEGURIDAD FISICA DEL TRAMO CARRETERO PUENTE CHAULLAY-MESACANCHA, DISTRITO VILCABAMBA						
	UBICACIÓN	Vilcabamba - La Convencion - Cusco						
	SOLICITANTE	Municipalidad de Distrital de Vilcabamba						
	FECHA	Agosto, 2017						
CALICATA	Km.	LL (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	D _{max.}	CBR	TIPO
01	00+000	25.51	2.87	Grava mal graduada con limo GP GM	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	2.003	22.94	B
02	01+000	23.87	6.95	Grava mal graduada con arcilla y limo con arena GP	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	2.005	21.56	B
03	02+000	26.52	13.01	Grava arcillosa con arena GC	A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa	2.000	23.24	B
04	03+000	17.27	3.33	Grava limosa GM	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	2.006	14.40	R
05	04+000	27.38	13.83	Grava arcillosa con arena GC	A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa	2.004	21.85	B
06	05+000	28.61	14.39	Arcilla baja plasticidad con arena CL	A-6 Suelo arcilloso	1.998	19.07	B
07	06+000	24.42	9.78	Grava arcillosa GC	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	1.999	21.01	B
08	07+000	26.51	3.87	Grava limosa GM	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	2.005	23.77	B
09	08+000	26.49	13.74	Grava arcillosa con arena GC	A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa	2.003	22.66	B
10	09+000	29.54	15.67	Grava arcillosa con arena GC	A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa	2.004	23.22	B
11	10+000	26.50	4.24	Grava mal graduada con limo GP GM	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	2.003	21.84	B
12	11+000	26.00	3.94	Grava limosa GM	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	2.003	24.05	B
13	12+000	22.51	3.53	Grava mal graduada con limo GP GM	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	2.002	24.90	B
14	13+000	24.56	3.67	Grava mal graduada con limo GP GM	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	2.002	23.24	B

Cuadro N° 20. Resultado de los ensayos de laboratorio.

7.5. OBRAS PARA LA PROTECCION DEL CAMINO

7.5.1. MAXIMAS DESCARGAS DE DISEÑO

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los caudales calculados por los diferentes métodos:

Asumiremos un caudal de diseño para nuestro periodo de retorno de 50.57 m³/seg.

7.5.2. DRENAJE

Son los elementos que sirven para proteger del deterioro prematuro a los componentes estructurales de la vía, ocasionado por las inclemencias del tiempo, principalmente por el agua, siendo éste el más perjudicial; cuando el agua se encuentra estancada ocasiona



un ablandamiento de la estructura de la carretera y cuando se encuentra en movimiento ocasiona la erosión de la vía. Por los motivos antes expuestos surge la necesidad del drenaje, que se puede definir como la técnica para controlar el movimiento de las aguas superficiales y subterráneas, con la finalidad de que no afecten la estructura de la carretera, evacuándolas lo más rápido posible de la vías por medio de obras de drenaje como las cunetas, alcantarillas y cunetas de coronación que permitirán captar el agua, encausarla, desviarla o extraerla de la carretera.

7.5.2.1. TIPOS DE DRENAJE

Como el agua puede llegar a la explanación corriendo por la superficie o a través del suelo se pueden clasificar en:

- Drenaje superficial.
- Drenaje subterráneo.

DRENAJE SUPERFICIAL

Se refiere a la evacuación de las aguas libres que discurren sobre la vía las que provienen directamente de la lluvia, de escurrimientos naturales o de aguas almacenadas. Este drenaje también trata de evitar que el agua llegue a la vía por medio de obras de protección.

Para facilitar la evacuación del agua sobre la vía se propone una pendiente de bombeo (2 % - 2.5%) sobre la misma, la que sirve para evitar que el agua corra longitudinalmente sobre la superficie y la erosione.

El agua superficial generalmente se descarga lateralmente por medio de cunetas las cuales evacuan el agua del área de influencia de la vía y cuya estructura es muy variable, estas cunetas se localizan a la orilla del camino en los cortes o cuando el camino en



corte transversal compensa en cortes y rellenos desaguan en las alcantarillas o por medio de canales de salida. Para evitar que el agua llegue a las cunetas, cuando estas tiene una capacidad menor que la necesaria para el gasto y para evitar el deslave en los cortes se emplean las cunetas de coronación, las que se localizan en las laderas del lado de aguas arriba y a cierta distancia de la orilla de corte, son normales a la línea máxima de la pendiente del terreno es decir quedan paralelas al eje del camino teniendo su desfogue a una distancia alejada del terraplén.

DRENAJE SUBTERRÁNEO

En este drenaje se tiene que conocer con exactitud por donde puede llegar el agua a la zona que se trata de proteger; es muy importante dejar establecido que en el subsuelo se encuentra el "agua de gravedad" o sea la que corre obedeciendo a dicha ley y que forma la napa de agua única, agua que puede drenarse y el "agua capilar" que es la humedad que sube obedeciendo a las leyes de capilaridad y no puede drenarse.

Esta distinción es fundamental para evitar la construcción de subdrenes costosos e inútiles.

El drenaje subterráneo se basa principalmente en un sistema colector de aguas, utilizado a fin de eliminar las presiones de filtración, reducir el peligro de la acción nociva de las heladas, aumentar la resistencia al corte del suelo por reducción de las tensiones neutras, disminuir el humedecimiento por capilaridad de la estructura de la carretera, absorber el flujo de algunos manantiales.

7.6. CALCULO HIDRÁULICO DEL DRENAJE Y METODOS UTILIZADOS

7.6.1. CUNETAS LATERALES

Son estructuras construidas paralelamente a la carretera y al pie de los taludes de corte, destinadas a evacuar las aguas que discurren en la superficie de la vía debido al bombeo y las que bajan de los taludes sin llegar a colmar su capacidad, evacuándolas hacia las alcantarillas de alivio o lugares de desfogue.

En base a las N.P.D.C. tabla 6.1.4.1 se adopta para la cuneta las siguientes dimensiones para una zona lluviosa:

Profundidad = 0.30 m (zona lluviosa)

Ancho = 0.50 m

Rebose = 0.05 m

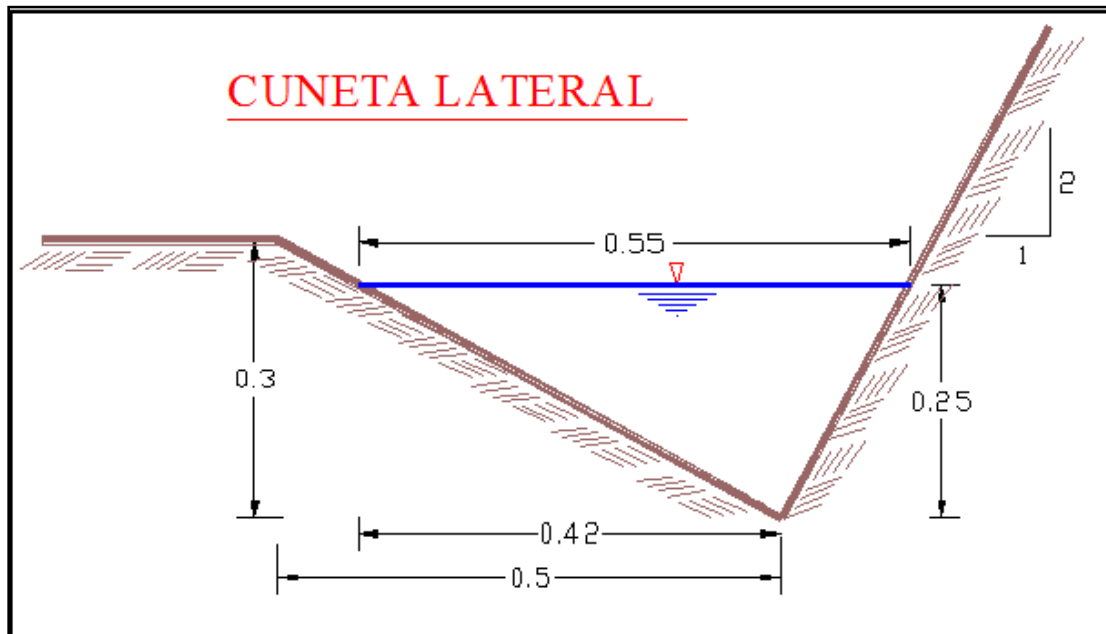


Ilustración N° 2. Cuneta lateral.



7.6.1.1. DETERMINACION DE LA LONGITUD MAXIMA

a) **Cálculo de la capacidad de la cuneta.**- La capacidad real de la cuneta se hallara con la Ley de Continuidad.

$$Q = V * A$$

Para determinar la velocidad (m/seg) se tiene la fórmula de MANNING:

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Reemplazando se tiene:

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Dónde:

Q = Descarga (m³/seg)

A = Área de la sección hidráulica en m²

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

S = Pendiente de la cuneta (%)

R = Radio hidráulico en m (R = A / P)

P = Perímetro mojado en m

Para adoptar los valores de “n” Coeficiente de rugosidad, se tomará de acuerdo a la tabla siguiente:

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Tipo de material	n
Mampostería de piedra	0.017
Cemento bien acabado	0.010
Concreto ordinario	0.013
Canales naturales de tierra	0.025



Con vegetación y piedras	0.035
Tierra lisa	0.018

Los valores obtenidos para la velocidad deberán estar entre los parámetros límites mostrados en la siguiente tabla:

TABLA DE PARÁMETROS LIMITES

VELOCIDADES LIMITES	
Velocidad de erosión	1.50 m/seg
Velocidad de sedimentación	0.60 m/seg

Cuando la velocidad calculada es mayor que la velocidad límite de erosión, las cunetas deberán ser revestidas (en este caso con piedras y lechada de cemento) para evitar la erosión.

Cálculo del Área Tributaria.- Se calculará con la fórmula de BURKLY – ZIEGLER:

$$Q = 0.022 * C * I * A * (S / A)^{1/4}$$

Dónde:

Q = Gasto (m³/seg)

C = Coeficiente de permeabilidad (C = 0.25) Ver tabla 6.5

I = Intensidad de la precipitación para una duración de 5 minutos y un Periodo de retorno de 10 años (I = 8.0 cm/h).

A = Hectáreas tributarias

S = Pendiente promedio del terreno (m/km)



TABLA COEFICIENTES DE PERMEABILIDAD

Valores para el coeficiente de Permeabilidad " C "	
- Calles pavimentadas	0.750
- Suelos ligeramente impermeables	0.700
- Calles ordinarias de ciudad	0.625
- Suelos ligeramente permeables	0.500
- Terrenos de cultivo y laderas montañosas	0.250

De la fórmula anterior despejamos el área tributaria obteniendo la siguiente expresión:

$$A = \left(\frac{Q}{0.022 * C * I * S^{1/4}} \right)^{4/3}$$

a) Cálculo de la Longitud Máxima.- Esta longitud es la máxima en la cual el agua que escurre del talud y de la superficie de la vía no rebasa la cuneta.

$$L \text{ Max} = A / b$$

Dónde.

$$L_{\text{max}} = \text{Longitud máxima de la cuneta (m).}$$

$$A = \text{Área tributaria (m}^2\text{)}$$

$$b = \text{Ancho de influencia (mínimo 50 m)}$$

Se tendrá en cuenta que en el caso de resultar la longitud máxima de la cuneta, menor a la longitud del tramo en estudio se ejecutara las alcantarillas de alivio, esto para evitar daños a la vía.



Para el caso del proyecto veremos la metodología del cálculo de área tributaria y longitud máxima de las cunetas mediante un ejemplo:

Datos:

$$L \text{ del tramo} = 200 \text{ m,} \quad S \text{ del tramo} = 0.74\%, \quad n = 0.025$$

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA CUNETAS:

$$\text{Área de la Cuneta:} \quad A = (0.55 * 0.25) / 2 = 0.068 \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro mojado:} \quad P = 0.488 + 0.281 = 0.769 \text{ m}$$

$$\text{Radio hidráulico:} \quad R = 0.068 / 0.769 = 0.085 \text{ m}$$

Entonces la velocidad es:

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

$$V = 1.02 \text{ m/seg}$$

Teniendo en cuenta que:

$$Q = V * A$$

$$Q = 1.02 * 0.068$$

$$Q = 0.069 \text{ m}^3 / \text{seg}$$

Cálculo del Área Tributaria: usando la fórmula de Burkly – Ziegler

$$A = \left(\frac{Q}{0.022 * C * I * S^{1/4}} \right)^{4/3}$$

$$A = \left(\frac{0.069}{0.022 * 0.25 * 8.0 * 200^{1/4}} \right)^{4/3}$$

$$A = 0.31 \text{ has}$$

CÁLCULO DE LA LONGITUD MÁXIMA

Tomando un ancho de incidencia de 50 mts como mínimo.



$$L_{\max} = A / b$$

$$L_{\max} = 0.31 * 10000 / 50 = 62.30 \text{ mts.}$$

La longitud del tramo en estudio fue de 200 m y por consecuencia es mayor a la longitud máxima determinada, por consiguiente es necesaria una alcantarilla de alivio, y podemos ver que la velocidad calculada está dentro de los parámetros.

7.6.2. ZANJAS DE CORONACION

Las cunetas de coronación sirven para evitar el efecto erosivo del agua de la escorrentía sobre los taludes de corte o al pie de los taludes de relleno.

Estos son elementos básicos en el drenaje de la vía. La construcción de estas cunetas se harán en forma transversal a la pendiente del terreno de tal forma que tenga una pendiente lo más tendida posible, de esta forma se evitará erosiones y por razones de costo estas no serán revestidas. Su ubicación está en función de la topografía del terreno y el tipo de suelos.

Las dimensiones se fijarán de acuerdo a las condiciones pluviométricas de la zona, siendo las dimensiones mínimas las siguientes (lámina 6.1.5.1 de las NPDC-DG-2001).

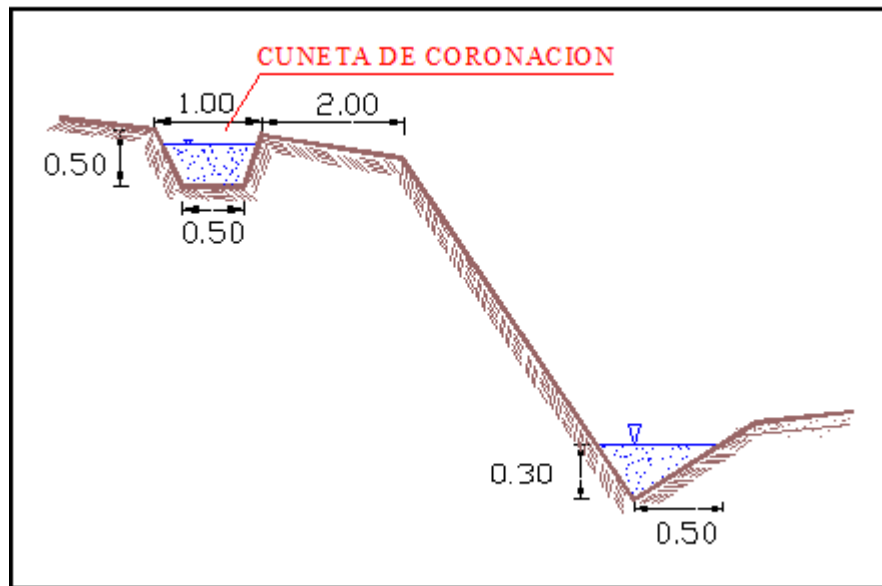


Ilustración N° 3. Dimensionamientos de las cunetas de coronación.

A continuación se realiza un análisis para las dimensiones mínimas propuestas por el R.N.D.C. Para zanjas de drenaje y coronación.

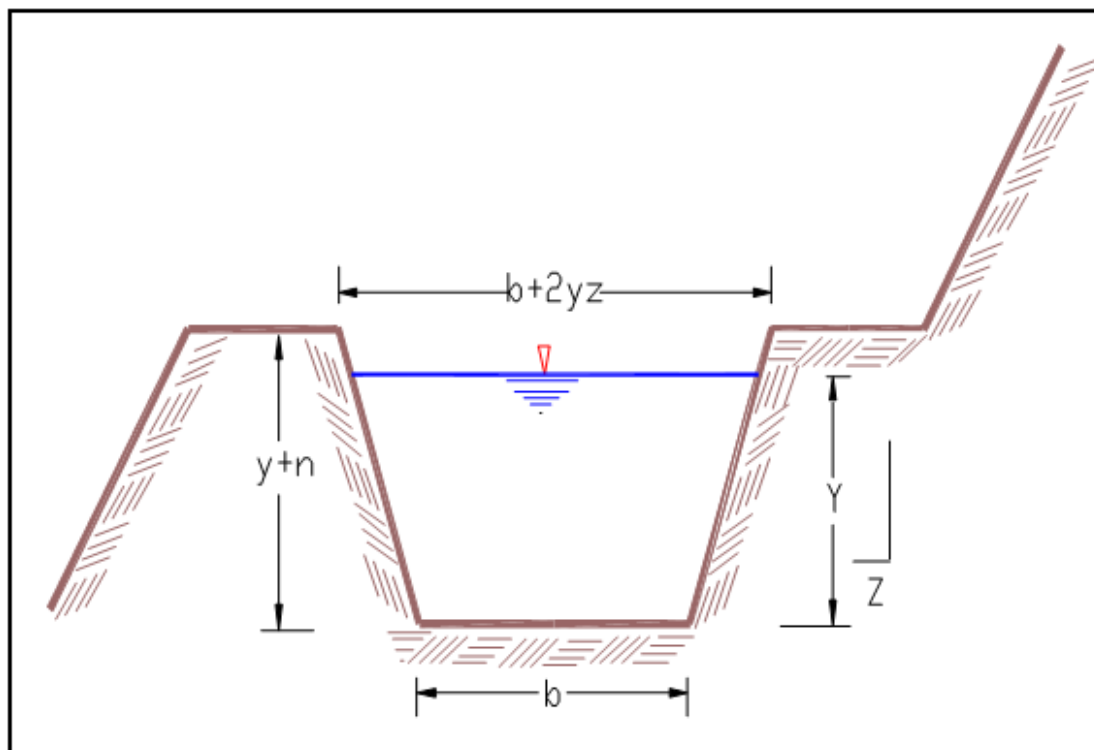


Ilustración N° 4. Proporción de dimensión de zanjas de drenaje y coronación.



a) CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LA CUNETA

Las características geométricas de la cuneta están dadas por:

$$A = (b + zy) y$$

$$P = b + 2 y \sqrt{1+z^2}$$

$$R = \frac{(b + zy) y}{(b + 2y(1+z^2)^{1/2}}$$

Dónde:

A = Área hidráulica de la sección transversal.

P = Perímetro mojado.

R = Radio hidráulico.

b = Ancho del talud (m) = 0.50 m

y = Tirante normal (m) = 0.45 m

z = Talud horizontal = 0.50 m

Reemplazando los valores tenemos:

$$A = 0.326 \text{ m}^2$$

$$R = 0.217 \text{ m}$$

$$P = 1.510 \text{ m}$$

Si consideramos una pendiente de 1 % y un coeficiente de rugosidad de $n=0.025$; Con la ecuación de Manning se tiene:

$$V = 1.44 \text{ m/seg}$$

$$Q = 0.496 \text{ m}^3/\text{seg} \dots \dots \dots (1)$$

a) CÁLCULO DEL ÁREA TRIBUTARIA

Reemplazando los valores de las características anteriores en la fórmula de Burkly Ziegler y considerando un coeficiente de permeabilidad de $C = 0.25$



debido al tipo de suelo y una precipitación de 8.0 cm / h se determina el área tributaria:

$$A = \left(\frac{Q}{0.022 * C * I * S^{1/4}} \right)^{4/3}$$

$$A = \left(\frac{0.496}{0.022 * 0.25 * 8.0 * 20^{1/4}} \right)^{4/3}$$

$$A = 4.32 \text{ Has.}$$

Esta será la máxima área para la que deberá trabajar la cuneta de coronación que a su vez es mayor que todas las áreas tributarias para zanjas de coronación que se presentan en el proyecto.

b) CÁLCULO DEL VOLUMEN DE ESCURRIMIENTO

Este volumen se calcula para comprobar si las dimensiones asumidas son mayores y aseguran trabajabilidad para cada cuenca. Para determinar el caudal de escurrimiento de la cuenca se utiliza la formula racional:

$$Q = C * I * A / 360$$

$$Q = \frac{0.25 * 80.0 \text{ mm/h} * 4.32 \text{ has}}{360}$$

$$Q = 0.24 \text{ m}^3/\text{seg} \quad \text{Ok!}$$

Este caudal es menor al calculado anteriormente (1), entonces la cuneta de coronación servirá para el caudal más crítico. Se verificará también la velocidad con la fórmula de Manning en función a la dimensiones de la sección, es así que para el caudal anterior de 0.24.



7.6.3. ALCANTARILLAS

Las alcantarillas son estructuras transversales de forma diversa que permiten el cruce de aguas bajo la vía terrestre, son diseñadas de tal manera que tengan capacidad suficiente para desalojar rápidamente el agua que llegue a ellas. Por otra parte las alcantarillas deben de resistir el peso del relleno y por ultimo soportar las cargas que producen el tránsito vehicular.

7.6.3.1. CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO

El objetivo fundamental de su diseño hidráulico es determinar el diámetro más económico por el que puede pasar la descarga de diseño sin exceder la elevación permisible de la cabecera. Los componentes principales de una alcantarilla son su entrada, la tubería propiamente dicha y su salida, con el dissipador de energía si lo hubiere.

Su colocación y ubicación es en quebradas, desagües de cunetas, curvas verticales cóncavas y en las partes más bajas según el perfil longitudinal.

7.6.3.2. ELECCION DEL TIPO DE ALCANTARILLA

En la elección del tipo de alcantarilla se deben tomar en cuenta la adecuada funcionalidad hidráulica y estructural, y el aspecto económico que está condicionado por los siguientes factores.

- Altura del terraplén
- Forma de la sección en el cruce
- Pendiente de la plantilla de la obra
- Capacidad del suelo
- Materiales de construcción disponibles en la región

En cuanto a la altura del terraplén se debe tener presente que los tubos y bóvedas necesitan un colchón mínimo de terraplén en los



hombros (0.60 y 1.00 m) respectivamente; en cambio las losas y los cajones pueden quedar a la altura de la rasante de la vía.

En el presente proyecto se eligió usar para las alcantarillas fijas de losa de concreto armado ya que tiene las siguientes ventajas con respecto a los otros tipos de alcantarillas.

7.6.3.3. DISEÑO HIDRAULICO PARA ALCANTARILLAS

Consiste en calcular el área necesaria de la alcantarilla que podrá dar paso al volumen de agua que se concentrará en la entrada de la misma; para el diseño se plantea el siguiente procedimiento:

a) DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO

El caudal máximo para las distintas alcantarillas se determinará promediando los valores de caudales obtenidos con las fórmulas de Mac-Math y la fórmula racional.

b) CÁLCULO DEL ÁREA HIDRÁULICA

Se deberá tener presente para el cálculo del área hidráulico de las alcantarillas, añadir al caudal máximo calculado los caudales de las cunetas que desembocan en la misma. Se utilizaron las siguientes fórmulas empíricas (Talbot, Cook y la de Manning):

1.- FORMULA DE TALBOT

La fórmula de TALBOT, está basada en un gran número de observaciones, en las que se prevé un amplio margen de seguridad y garantiza una suficiente aproximación para la obtención directa del área de la sección de la alcantarilla correspondiente a obras viales con la siguiente formula.

$$a = 0.183 * C * A^{3/4}$$

Dónde:

a = Área hidráulica del tubo (m²) de la alcantarilla.

A = Área que se desea drenar (ha)



C = Coeficiente que depende de la topografía del suelo (tabla 3.2.14.3)

DESCRIPCIÓN	COEF. "C"
- Terrenos montañosos con suelo de roca y Pendientes pronunciadas.	1.0
- Terrenos quebrados con pendientes moderadas.	0.65
- Terrenos irregulares, muy largos.	0.50
- Terrenos agrícolas ondulados	0.33
- Terrenos llanos, sensiblemente horizontales	0.20

Cuadro N° 21. Coeficiente para tipo de alcantarilla. Fuente: estructuración de vías terrestres de Fernando Olivera Bustamante.

Una vez obtenido el área hidráulica de la alcantarilla se calcula el diámetro por medio de la siguiente expresión:

$$D = 2 * \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Dónde:

a = área hidráulica de la alcantarilla (m²)

D = Diámetro de la alcantarilla (m).

2.- FORMULA DE COOK

Calcula el diámetro de la alcantarilla para un caudal máximo Q, mediante la siguiente fórmula:

$$D = (Q / 1.425)^{2/5}$$

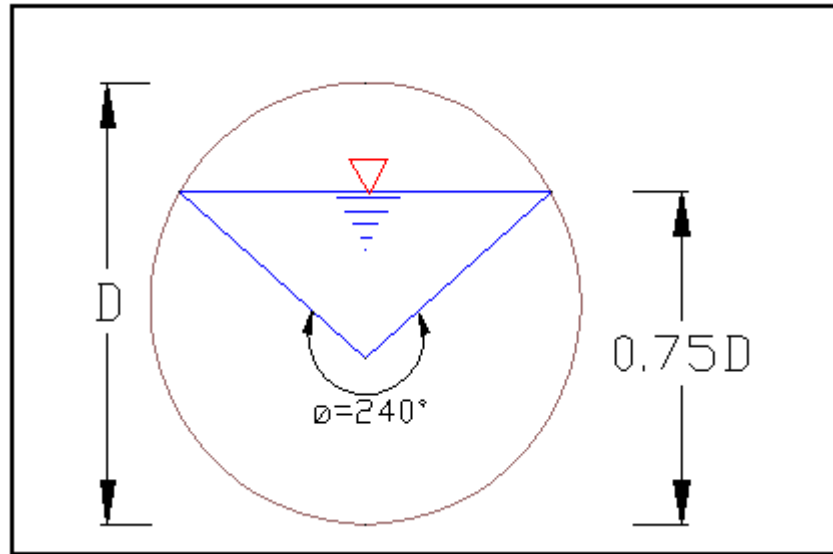
Dónde:

D = Diámetro de la alcantarilla (m)

Q = Gasto o caudal (m³/seg.)

3.- FORMULA DE MANNING Y CONTINUIDAD

Después de determinar los caudales, se fija el tamaño de la estructura mediante las ecuaciones de Manning y de continuidad considerando un tirante máximo d = 0.75 D.



Ecuación de Manning: $V = R^{2/3} * S^{1/2} / n$ (1)

Ecuación de continuidad: $Q = V * A$ (2)

Para $d = 0.75 D$ tenemos:

$A = 1/8 * (\theta - \text{Sen } \theta) * D^2 = 0.6318 D^2$ (Area hidráulica)

$P = 1/2 * D * \theta = 2.0944 D$ (Perímetro mojado)

$R = A/P = 0.3016 D$ (Radio Hidráulico)

$n = 0.021$ (coeficiente de rugosidad para TMC.)

$S =$ Pendiente crítica de la alcantarilla (m/m)

Reemplazando (1) en (2) y despejando D se tiene:

$$D = \frac{39.37 * (Q)^{3/8}}{13.53 * S^{1/2}}$$

Dónde:

$D =$ Diámetro de la alcantarilla en pulgadas.

$Q =$ Caudal en $m^3 / \text{seg.}$

$S =$ Pendiente en m/m



7.6.3.4. ALCANTARILLAS Y/O TAJEAS

El objetivo fundamental de su diseño hidráulico es determinar el dimensionamiento más óptimo que pueda recibir la descarga de diseño sin exceder la elevación permisible de la cabecera. Su colocación y ubicación es en quebradas, desagües de cunetas, curvas verticales cóncavas y en las partes más bajas según el perfil longitudinal.

Para el proyecto en estudio el tipo de alcantarilla es el tipo "Marco", una estructura de concreto ciclópeo $F'c=175\text{Kg/cm}^2 + 70\%$ de PM, la tapa y/o losa será de concreto armado con $F'c=210\text{Kg/cm}^2$.

7.6.3.4.1. DISEÑO HIDRÁULICO PARA TAJEAS

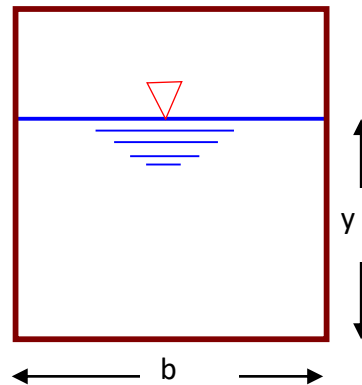
Consiste en calcular el área necesaria de la alcantarilla que podrá dar paso al volumen de agua que se concentrará en la entrada de la misma. Para uniformizar los diseños, la alcantarilla de alivio tipo tiene una sección útil de 0.60×0.70 y las alcantarillas para drenar las cuencas medianas (C2), tendrán una sección 1.60×1.10 ; para el diseño se plantea el siguiente procedimiento:

DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO

Se considera como caudal máximo en la Tajea, el que corresponde los caudales generados para cada cuenca correspondiente, y los de alivios generados en las cunetas longitudinales.

CÁLCULO DEL ÁREA HIDRÁULICA

Luego de haber ubicado las alcantarillas con su respectivo caudal máximo, se determinó el área hidráulica, las dimensiones de la estructura (b,y) se verifican mediante las ecuaciones de Manning y de continuidad.



7.7. GEOMETRIA TRANSVERSAL

En la sección transversal típica de una vía están incluidas las características geométricas deducidas de las exigencias del tipo de tráfico que se tendrá y otras que se definen por la intervención de un nuevo parámetro que es el tipo de material por el que atraviesa la vía. Se sabe también que en la sección transversal deben ser considerados conceptos como peraltes, bombeo y sobreanchos; pero estos serán analizados ya en la etapa del estudio definitivo. Para esta etapa que es la de Estudios Preliminares nos limitamos a conocer el Ancho de Plataforma y los Taludes de acuerdo al tipo de material que atravesará la vía.

- ANCHO DE PLATAFORMA

Las Normas, recomiendan anchos de superficies de rodadura para tráficos de 50 a más vehículos por hora e indican como aclaración que en caminos vecinales con tráficos menores a 20 vehículos por hora se deberá examinar la conveniencia de adoptar 3 m de ancho de superficie de rodadura, además para carreteras de bajo volumen de transito se podrá considerar un ancho máximo de 6.0 m.

El ancho adoptado para la plataforma, está compuesto de una superficie de rodadura de 4.5 m.



- TALUDES

Para la elaboración del presupuesto preliminar es necesario contar con los volúmenes de material a ser movido y para esto se requiere conocer los taludes que se le darán a los cortes y rellenos de los diferentes tramos de la carretera los cuales dependen fundamentalmente del tipo de material que se atraviesa.

Es necesario uniformizar los varios tipos de suelos que se encuentran en el terreno en alguno de los grupos indicados, así realizamos la siguiente clasificación:

- ROCA FIJA

Rocas de gran volumen, de origen ígneo y sano.

- ROCA SUELTA

Aquellas de gran volumen, de origen sedimentario, las ígneas fracturadas y gravas limpias.

- CONGLOMERADOS

Suelos gravo arcillosos con bolonería mediana.

- TIERRA COMPACTA

Suelos arcillosos.

- TIERRA SUELTA

Suelos gravo limosos con bolonería mediana.

- ARENA

Arenas limosas y arenas limpias.

El diseño de la carretera ha tratado de cumplir al máximo los requerimientos de la Norma Peruana a la que se hizo referencia, teniendo en cuenta la armonía que debe existir entre la planta, el perfil y las secciones transversales

de acuerdo al tipo de material existente y con taludes recomendados por las Normas.

Con las características antes definidas se tiene los datos suficientes para realizar los trabajos de campo que se describen en los siguientes párrafos.

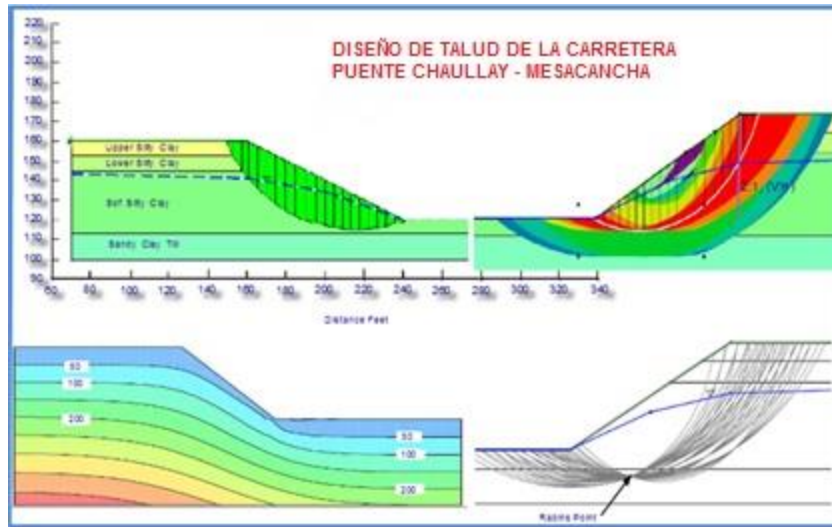


Imagen N° 2. Diseño de talud de carretera. FUENTE. ELABORACION PROPIA PROGRAMA UTILIZADO GEO SLOP.

TALUDES EN CORTE	
CLASE DE TERRENO	TALUD V : H
Roca fija	10 : 1
Roca suelta	4 : 1
Conglomerados	3 : 1
Tierra compacta	2 : 1
Tierra suelta	1 : 1
Arena	1 : 2
TALUDES EN RELLENO	
MATERIAL	TALUD V : H
Enrocado	10 : 1
Terrenos varios	4 : 1
Arena	3 : 1

Cuadro N° 22. Proporción de los taludes en corte.

El diseño de los taludes se ha realizado con las recomendaciones de los términos de referencia, sin embargo no se caracteriza total estabilidad, pues



toda la zona por donde atraviesa el trazo de carretera es altamente tectónizada, con la presencia de rocas fragmentadas.

- **TALUDES EN CORTE**

La inclinación de los taludes del corte variara a lo largo de la obra según sea la calidad y estratificación de los suelos encontrados.

Exige el diseño de taludes un estudio taxativo, que analice las condiciones específicas del lugar, incluidos muy especialmente las geológico-geotécnicas, facilidades de mantenimiento, perfilado y estética, para optar por la solución más conveniente, entre diversas alternativas.

Dichas inclinaciones podrán ser únicas en un punto del trazado, o bien presentar variaciones en un mismo perfil. Esto último en el caso de comprobarse las ventajas económicas, o de otro tipo, de tal geometría.

- **TALUDES DE TERRAPLENES**

Las inclinaciones de los taludes para terraplenes variarán en función de las características del material con el cual está formado el terraplén, siendo de un modo referencial los que se muestran en el siguiente cuadro.

Exige el diseño de taludes un estudio taxativo, que analice las condiciones específicas del lugar, incluidos muy especialmente las geológico-geotécnicas, facilidades de mantenimiento, perfilado y estética, para optar por la solución más conveniente, entre diversas alternativas.

- **ALABEO DE TALUDES**

En numerosos puntos del trazado se producen pasos de un talud a otro, debiéndose dar una transición adecuada para cada caso.

Lo más frecuente es el paso de corte a terraplén o viceversa.

En las transiciones de cortes de más de 4 m, a terraplén, o de terraplenes de más de 4m, a corte, los taludes de uno y otro deberán tenderse a partir



del punto en el cual la altura del corte o del terraplén llega a reducirse a 2,0 m. En todo caso, la longitud de la zona de alabeo no debe ser menor que 10.0 m.

La transición del talud del terraplén se ejecuta pasando, linealmente, desde este último al talud interior de la cuneta.

En el corte, la transición consiste en pasar desde su valor normal al 1:4, valor límite teórico en el punto en que su altura se hace nula (punto de paso).

Si los cortes o terraplenes tienen una altura máxima inferior a dos metros, o si la longitud total de ellos es inferior a 40 metros, no es necesario alabear sus taludes en las transiciones. Si dicha altura máxima está comprendida entre dos y cuatro metros, el tendido deberá hacerse a partir del punto en que ella se reduce a la mitad, y la transición se ejecuta de igual manera que para terraplenes y cortes de más de 4,0m.

Si el paso es de un talud a otro de la misma naturaleza pero con inclinación distinta, el alabeo se dará en un mínimo de diez metros, cuidando que se realice en la zona de materiales mejores.

La parte superior de los taludes de corte se deberá redondear, para mejorar la apariencia de sus bordes.

7.8. CALCULO DE AREAS Y VOLUMENES DE MOVIMIENTO DE MASAS

Una de las ventajas que tiene el programa Land, es la posibilidad de calcular los volúmenes de movimiento de tierras para los diferentes tipos de material, cuyos detalles se presentan en los planos de secciones transversales.



7.8.1. CALCULO DE AREAS

Es fácil definir basándose en los planos de secciones, las áreas que delimitan los cortes y rellenos de cada estaca analizada, existiendo métodos desde los más prácticos como el dibujo de las secciones en cuadrículas que permitan determinar con cierta precisión la superficie existente; hasta los más analíticos como la de generar coordenadas para todos los puntos donde la sección de la carretera intercepta con la del terreno y basándose en dichas coordenadas calcular las áreas respectivas. Este último método es el que generalmente se usa cuando se usan software como el Land y equipos de cómputo.

7.8.2. CALCULO DE VOLÚMENES

Una vez determinadas las áreas de corte y/o relleno para cada estaca analizada se procede al cálculo de los volúmenes. En este cálculo se emplean los promedios de las áreas tanto de corte como de rellenos existentes en las estacas consecutivas y las distancias entre las mismas, ya que un análisis más preciso es muy laborioso.

Puesto que este método está basado en áreas promedio, es necesario realizar un análisis de todos los casos que se presentan en la práctica para obtener una aproximación significativa al resultado real ya que el movimiento de tierras es la partida de mayor incidencia en este tipo de obras. A continuación hacemos referencia a los casos más frecuentes que se presentan.

Para mejor comprensión se utilizará la siguiente nomenclatura:

D : Distancia entre estacas.

Sc : Área de Corte.

Sr : Área de Relleno.



V_c : Volumen de Corte.

V_r : Volumen de Relleno.

➤ **SECCIONES DE CORTE O RELLENO CONSECUTIVAS**

Este viene a ser el caso más sencillo pues en el tramo solo existirá volumen de corte o bien de relleno, según sea el caso. Es suficiente con promediar las áreas consecutivas, y el volumen del tramo será el producto del promedio de áreas y la distancia que los separa, es decir:

$$V_c = \frac{S_{c1} + S_{c2}}{2} \times D \quad ; \quad V_r = \frac{S_{r1} + S_{r2}}{2} \times D$$

➤ **UNA SECCIÓN EN CORTE Y LA OTRA EN RELLENO O VICEVERSA**

Es también sencillo; pero requiere de un pequeño análisis. En este caso es de suponer que en algún punto del tramo existe una sección donde no existe corte ni relleno, para simplificar el cálculo se supone que dicha sección es perpendicular al eje. Asumiendo que la distancia que existe desde cada estaca hasta la sección de área cero, es proporcional al área de cada una de las secciones extremas y que la forma de ambos volúmenes tiene en el plano del eje de la vía una base triangular, entonces el volumen de corte será:

$$V_c = \frac{1}{2} \times \frac{S_c}{S_c + S_r} \times D \times S_c \quad ; \quad V_c = \frac{S_c^2}{S_c + S_r} \times \frac{D}{2}$$

Del mismo modo el volumen de relleno será:

$$V_r = \frac{S_r^2}{S_c + S_r} \times \frac{D}{2}$$

➤ **A MEDIA LADERA CON ÁREAS DE CORTE Y RELLENO CORRESPONDIENTES**

Es similar al primer caso; pero esta vez existirá tanto volumen de corte como de relleno, las fórmulas a utilizar son las mismas de aquel caso.



➤ **UNA SECCIÓN COMPLETA Y OTRA A MEDIA LADERA**

Podría darse que una de las secciones esté en corte completo o relleno completo y la otra sea mixta. En este caso es necesario plantearse una línea promedio en dirección del eje que delimite el prismoide en uno que tenga secciones extremas en corte o en relleno y otro que tenga corte en una sección y relleno en la otra. Hecho este análisis el cálculo de los volúmenes se divide en dos componentes: uno del lado en que las secciones extremas son de corte o relleno el que se calculará usando la fórmula respectiva del primer caso; y otro del lado en que se tiene secciones opuestas en que se tendrá tanto volumen de corte como de relleno que se calcularán con las fórmulas del segundo caso.

➤ **A MEDIA LADERA CON ÁREAS DE CORTE Y RELLENO NO CORRESPONDIENTES**

Al igual que el caso anterior se plantea una línea promedio que divida el prismoide en dos lados paralelos al eje de modo que cada uno de los lados tenga una sección solo en corte y la otra solo en relleno, de esta manera será posible calcular los volúmenes parciales con las fórmulas del segundo caso para luego totalizarlas sumando los volúmenes correspondientes.

7.8.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y EXPLANACIONES

En el acápite anterior se ha descrito la forma de calcular las áreas y volúmenes para los diferentes casos que se presentan en la práctica, el Software de diseño de carreteras utilizado en el procesamiento de datos utiliza este procedimiento pues es capaz de dar el metrado de explanaciones en forma de cuadros conteniendo los volúmenes parciales entre estaca y estaca así como los totalizados clasificados en corte y relleno para cada tipo de material.



7.9. DENSIDAD DE CAMPO - ASSHTO T191-61, ASTM D1556-64.

Una vez establecidos, para el suelo que se va a utilizar en un sitio determinado, los criterios de compactación, generalmente con limitaciones de humedad y densidad, es necesario utilizar algún método para verificar los resultados, esta verificación se logra por el cono de arena o por el método del balón de densidad.

La mayoría de los procedimientos empleados consiste en excavar un agujero en el suelo, determinando el peso en seco del material extraído y obtener después el volumen que dicho material ocupaba y con la aplicación de la formula siguiente se determinan la densidad de campo del material.

$$\gamma_{hum} = \frac{Wt}{V_{hueco}} \qquad \gamma_{sec} = \frac{\gamma_{hum}}{1 + w}$$

Dónde:

hum = Densidad húmeda del suelo o peso unitario.

Wt = Peso de la muestra tal como fue extraída del hueco.

Vhueco = Volumen del hueco.

sec = Densidad seca del suelo.

W = Contenido de humedad del material excavado.

La utilidad del presente ensayo en el proyecto de carretera que se está desarrollando, está básicamente identificada con la determinación del ángulo de fricción interna para el cálculo posterior de la capacidad de carga, verificar la estabilidad de los taludes y el diseño de muros de contención y/o sostenimiento. Los resultados se muestran en el Informe Geotécnico adjunto en anexos.



CAPITULO VIII

ESTUDIO DE CANTERAS



8.0. GENERALIDADES

Con la finalidad de establecer los criterios adecuados, para definir la calidad de la sub rasante como tal, el diseño y ejecución de las obras de arte, conservación y mantenimiento de la vía se han desarrollado los estudios de suelos y de canteras, con ello se espera realizar diseños razonables y económicos, ya que nos permite tener datos concretos de las propiedades físico - mecánicas del suelo y materiales a ser usados en la obra.

8.1. ESTUDIO DE CANTERAS

Se llama así al estudio de suelos de las fuentes de aprovisionamiento de materiales (suelos y rocas), necesarias para la construcción de una obra, dependiendo del tipo de material que se busque, pueden ser: suelos, rocas o mixtos.

El material de una cantera se considera útil cuando se verifica satisfactoriamente los siguientes aspectos.

- Su calidad.
- Su potencia y rendimiento.
- Su accesibilidad.
- Su situación legal.

Para el estudio de canteras se consideran 2 aspectos fundamentales como son: la Exploración y la Explotación.

8.2. EXPLORACION DE CANTERAS

Se define así al conjunto de actividades tendientes a determinar si una cantera reúne los requisitos mínimos para su explotación. En la Exploración de canteras el primer nivel corresponde al “Reconocimiento del terreno” en donde deben quedar definidos los siguientes aspectos: caminos de acceso y medios



de transporte, geología y geomorfología, topografía, situación legal y los probables volúmenes explotables.

El segundo nivel, corresponde o está dado por los "Estudios Preliminares", donde por procedimientos simples se puede obtener información acerca de espesores y composición del subsuelo y además datos que permitan definir si la cantera es prometedora para su explotación y así continuar los estudios sobre ella.

La etapa final es de los "Estudios Definitivos", etapa en la cual se definen costos, se realizan prospecciones y/o calicatas con mayor densidad complementadas con ensayos de laboratorio.

Cabe indicar que generalmente en la etapa de reconocimiento, cuando se aprecia una aparente uniformidad de la cantera se obvian las siguientes etapas cometiendo de este modo un error lamentable. Otro error es no realizar pruebas continuas para determinar si no han cambiado las características geotécnicas del material durante su explotación.

Al momento de elegir una cantera es importante no solamente tomar en cuenta los aspectos anteriormente descritos (calidad, rendimiento, etc.), sino también los estimados costos para la preparación, el acopio y el transporte de los materiales.

8.3. EXPLOTACION DE CANTERAS

Es el conjunto de actividades mediante las cuales se extraen materiales de una cantera para ser utilizados en una obra determinada. Las actividades principales y necesarias durante la explotación de una cantera son:

- Desmonte y limpieza.
- Extracción y acopio.
- Preparado y clasificación.
- Carguío y transporte.



El equipo que se utiliza generalmente para cumplir con las actividades indicadas anteriormente son:

- Tractor de orugas o neumáticos.
- Cargador frontal.
- Chancadora.
- Retroexcavadoras y eventualmente fajas transportadoras.

8.4. DESCRIPCION DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

Con la finalidad de ubicar volúmenes disponibles de materiales con características geotécnicas adecuadas en relación con el uso a dar, la facilidad de acceso, los procedimientos de explotación y la distancia de transporte, se efectuó el reconocimiento y estudio de los diversos tipos de materiales existentes en la zona.

La calidad de los materiales para usos diversos, ha sido verificada mediante los siguientes ensayos estándar.

8.4.1. CANTERA

Están ubicadas en las progresivas (4+270,5+070,9+100). Está a pie de carretera lado derecho del eje de la carretera proyectada para su ejecución. Es un depósito granular roca fracturada lutitas pizarrosas y material ligante de origen aluvial, cuya potencia es superior a los 12000m³. Es de propiedad comunal.

La extracción del material se puede efectuar durante todo el año, para lo cual requieren del uso de cargador frontal.



Foto N° 13. Material de cantera. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)

8.4.2. FUENTES DE AGUA

La fuente principal de abastecimiento de agua para las obras de arte, así como para el proceso de riego para compactado, Son los diversos riachuelos tanto en el sector Antimayo, cuya fuente es permanente, y apto para uso en obras viales.

FUENTE	PROGRESIVA
1	0+380
2	0+500
3	0+528
4	11+845

Cuadro N° 23. Fuentes de agua.

8.4.3. DESCRIPCIÓN DE LAS CANTERAS

La información que se precisa en el presente documento, ha sido evaluada a partir de un trabajo especializado tomando en cuenta aspectos como el muestreo, condiciones de explotación de la cantera, posibilidad de zarandeo antes del carguío y el aprovisionamiento oportuno para la obra.



En general el material de afirmado deberá cumplir las siguientes especificaciones:

Prueba de Desgaste Los Angeles : 50% máx. (MTC E 207).

Límite Líquido: No debe exceder de 35 (MTC E 110).

Índice de Plasticidad: 4 – 9 (MTC E 111).

CBR : 40% mín. (MTC E 132), referido al 100% de la MDS y a una penetración de carga de 2.5mm.

Tamaño máximo de material de afirmado: 2”.

8.5. CANTERAS PARA AFIRMADO

8.5.1. INVESTIGACION DE CAMPO

La investigación de campo comprendió la ubicación y evaluación de los materiales inertes desde el punto de vista geotécnico.

8.5.2. EXPLORACIÓN PRELIMINAR

Una de las técnicas de exploración más usuales y convenientes es la inspección de los taludes de corte de la carretera del proyecto y carreteras o trochas adyacentes, puesto que los cortes existentes presentan grandes extensiones de material que no podrían ser explorados mediante calicatas a costo razonable. En estos casos debe tomarse la precaución de limpiar el material alterado por la escorrentía superficial y la intemperie antes de realizar cualquier inspección por más preliminar que ésta sea.

8.5.3. DESCRIPCIÓN PRELIMINAR DE CANTERAS

En esta etapa se anotan las principales características de los depósitos de suelo como: espesor, compacidad, humedad,



consistencia, plasticidad, composición de cada estrato, color, origen, forma del material granular (descripción visual-manual de acuerdo a la norma ASTM D-2488) indicando la posible forma de explotación de la cantera, el volumen disponible, los accesos y propiedad del sector.

8.5.4. EVALUACIÓN DE CANTERAS

Con la información inicial de la evaluación preliminar se procede a tomar una muestra representativa del material de la cantera, de aproximadamente 60Kg, para los ensayos de laboratorio.

8.5.5. ENSAYOS DE LABORATORIO

Para determinar las propiedades índices y geotécnicas de las muestras se realizaron los siguientes ensayos de acuerdo a los procedimientos de la American Society for Testing and Materials (ASTM) que se indican a continuación:

- Determinación del contenido de humedad D 2216
- Análisis granulométrico por tamizado D 422
- Limite líquido, plástico e índice de plasticidad D 4318
- Proctor Modificado (compactación) D 1557
- Razón de Soporte California (C.B.R) D 1883
- Abrasión e impacto (máquina de Los Angeles) C 131 -1998
- Equivalente de arena D 2419
- Clasificación de suelos, sistema SUCS D 2487
- Clasificación de suelos, sistema AASHTO D 3282



8.5.6. EXPLOTACIÓN DE BANCOS DE MATERIALES

La explotación de los materiales inertes implica la ejecución de medidas preventivas que eviten o reduzcan los daños al medio ambiente. Estas medidas se tomarán en cuenta al explotar un lecho de río o quebrada, un promontorio elevado (cerro), una ladera o extraer material del subsuelo. Por esta razón son importantes los siguientes aspectos:

- Las acciones que deben efectuarse de conformidad al sistema de explotación adoptado se realizará de acuerdo a la verificación realizada y al Plan de Manejo Ambiental.
- El sistema y programa de aprovechamiento del material de préstamo debe realizarse con la finalidad de producir el menor daño al ambiente.
- La selección de material que origina desechos a eliminar, se realizará respetando las estipulaciones que al respecto se refiere el Manual Ambiental para el Diseño y Construcción de Vías de/ MTC.
- La recuperación de las condiciones iniciales de las áreas que serán afectadas por la explotación de canteras o el re-acondicionamiento de estas a la morfología del área circundante, adecuada al paisaje y al drenaje de la zona.
- La realización de levantamientos topográficos antes de la explotación y al finalizar los trabajos de readecuación se realizará a fin de verificar y contrastar las condiciones originarias y finales de las canteras.

El plan y diseño de explotación de fuentes de materiales que se expone se debe realizar de acuerdo al tipo de banco de material a explotar. En este caso se tiene un solo tipo de cantera a explotar:

- Canteras de cerro y laderas.
- Material suelto residual - coluvial.



8.6. CANTERAS DE CERROS Y LADERAS

8.6.1. METODOLOGÍA DE EXPLOTACIÓN

- Remover y almacenar adecuadamente la cubierta vegetal de la zona de préstamo, que será reutilizada en el proceso de restauración.
- Para evitar cortes inestables de gran altura, la explotación debe hacerse por sistemas de terrazas.
- Eliminar el material descartado en la selección (o utilizarlo para rellenos)
- Eliminar zonas en que se pueda acumular agua y cuando sea necesario establecer un drenaje natural.
- Reacondicionar el área de acuerdo a la morfología circundante, peinando y alisando o redondeando taludes para suavizar la topografía, adecuando al paisaje y al drenaje de la zona, de ese modo se evitará o mitigará la activación problemas geodinámicas externos.
- Revegetar el área intervenida, empleando el suelo orgánico retirado al inicio de la construcción para facilitar la regeneración de la vegetación y especies propias de la zona, especies nativas.
- Eliminar las rampas de carga.
- Los caminos de acceso y desvíos serán clausurados, excepto los que sirvan a canteras que serán usadas posteriormente. Estas áreas debenser recuperadas, debiendo nivelarse y revegetarse.

Las canteras que van a ser utilizadas posteriormente para la conservación de la carretera, el trabajo a efectuar es menor. El objetivo es conservar en lo



posible el equilibrio de la geomorfología del área. En esos casos se recomienda:

- En el caso de laderas, los procesos de extracción y reacondicionamiento deben realizarse en forma simultánea o combinada, tratando en lo posible de adecuar el área intervenida a la morfología del área circundante.
- En el caso de haber empleado el lecho de un río o quebrada es muy importante nivelar el cauce.
- Los caminos que sirvan a estas canteras serán claramente delimitadas señalizadas

8.7. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS MATERIALES EVALUADOS

Para el presente proyecto se ha determinado el CBR en laboratorio del suelo de las 02 muestras traídas por el solicitante extraído de las calicatas. Los valores del CBR y parámetros geotécnicos determinados en laboratorio son:

Cantera	LL	IP	SUCS	AASHTO	Dmax	CBR	Desgaste	Tipo
Progresiva 05+070	26,42	4,96	GP	A-1-a	2,003	24,05%	40,7%	R
Cantera de agregado de Rio Vilcabamba	19,88	6,44	GC-GM	A-1-b(0)	2,004	37,2%	41,8%	B

Cuadro N° 24. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS MATERIALES EVALUADOS.

8.8. MATERIAL DE CANTERA PARA BASE GRANULAR

Para el presente estudio se ha determinado el CBR en laboratorio de las dos muestras material de cantera de la zona Naranjal Medio con un grado de meteorización moderada, los valores determinados en laboratorio son:



UBICACION	LL	IP	SUCS	AASHTO	D _{max}	CBR	DESGASTE
Cantera mezcla	18,22	6,00	GP- GC	A-1-b (0)	2,002	40,3%	41,8%

Cuadro N° 25. 8.8. MATERIAL DE CANTERA PARA BASE GRANULAR.

En general el material de Base granular deberá cumplir las siguientes especificaciones:

Prueba de Desgaste Los Angeles : 50% máx. (MTC E 207).

Límite Líquido: No debe exceder de 35 (MTC E 110).

Índice de Plasticidad: 4 – 9 (MTC E 111).

CBR: 40% mín. (MTC E 132), referido al 95% de la MDS y a una penetración de carga de 2.5mm.

Tamaño máximo de material de base: 2”.

Material	Cantera Grueso	Material rio Vilcabamba
Tipo	fino	agregado sin finos
Contacto	matriz de suelo fino	grano a grano
Permeabilidad	impermeable	permeable
Estabilidad	baja estabilidad	alta en estado confinado
Comportamiento	susceptible al agua	no susceptible al agua
Compactación	fácil	Difícil

Cuadro N° 26. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS MATERIALES EVALUADOS.

8.9. ESTABILIZACION POR MEZCLADO O CAMBIO DE GRANULOMETRIA

Se tiene el caso de solamente dos materiales, para lo cual aplicamos la fórmula básica:

$$P = a (A) + b (B) \dots\dots\dots(1)$$



Puesto que : $a + b = 100\%$, entonces.

$a = 1.0 - b$, sustituyendo en (1)

tendremos: $P = (1 - b) A + bB = A - Ab + bB$

$$P - A = bB - Ab = b (B - A)$$

Donde finalmente tendremos:

$$b = (P-A) / (B-A) \qquad a = (P-B) / (A-B)$$

Para el presente caso consideramos que **a** corresponde al material fino y **b** corresponde al material granular del río.

Realizando las correspondientes sustituciones con ambos materiales, obtenemos el siguiente proporcionamiento, que también se observa en el gráfico.

a = 60 % (Grueso arcilloso) b= 40% (Agregado río Vilcabamba)

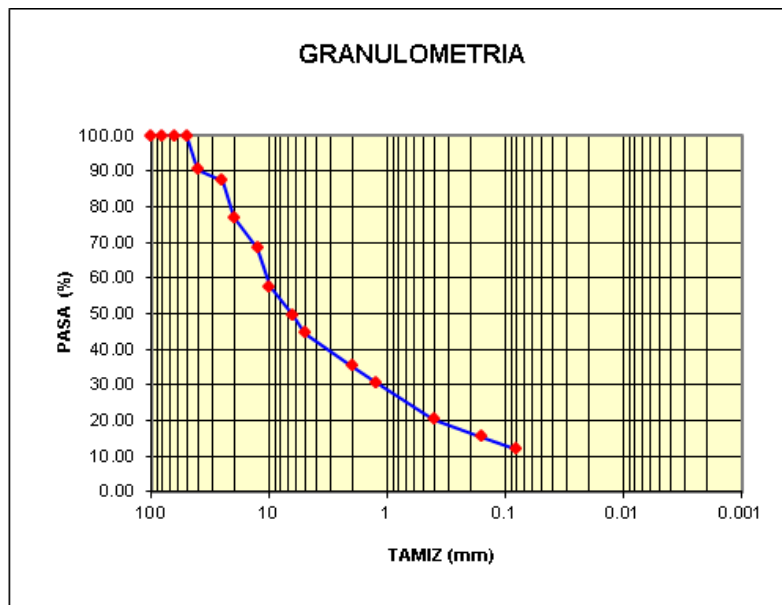


Grafico N° 1. Mezclado o cambio de Granulometría.

Con estas modificaciones granulométricas se mejorará el CBR de la Mezcla, cumpliendo los requerimientos del Ministerio de Transportes y



Comunicaciones para material de base, Consecuentemente se tiene el siguiente cuadro resumen correspondiente al material obtenido de la mezcla de la cantera de material fino y agregado grueso de río

PROPIEDAD	RESULTADO	ESPECIFICADO
Desgaste Los Ángeles	< 30 %	50% MÁX.
Límite líquido (LL)	22.08	< 35
Índice de Plasticidad (IP)	8.72	4 - 9
CBR	40.36 %	40% MIN.

Cuadro N° 27. Propiedades fisicomecánicas del material mezclado.



CAPITULO IX

IMPACTO AMBIENTAL



9.0. GENERALIDADES

El este capítulo ha sido realizado con la finalidad de identificar los impactos ambientales potenciales que podrían ocurrir durante la ejecución del proyecto Tramo de Carretera Puente Chaullay - Mesacancha, constituyéndose en un tema de gran importancia en la estructura del mismo, al establecerse las condiciones del medio y sus parámetros ambientales, el escenario donde se desarrollarán todas las actividades del mejoramiento y ampliación previstas en el proyecto.

9.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES

Para la identificación de impactos ambientales y sociales se determinarán las actividades que se desarrollarán durante las etapas del proyecto, así como los principales aspectos ambientales que generan estos impactos. Al respecto, las principales acciones del proyecto generadoras de impactos son:

➤ ACTIVIDADES PRELIMINARES

- Cartel de obra
- Replanteo topográfico
- Construcción de Letrinas
- Construcción de Almacenes y Campamento

➤ ETAPA DE CONSTRUCCION

- Construcción de vías de acceso
- Transporte de material y personal
- Movilización y desmovilización maquinarias
- Explotación de canteras
- Acondicionamiento de botaderos
- Conformación de plataforma
- Excavación de cunetas
- Abastecimiento de agua
- Obras de arte
- Señalización



- Mantenimiento de tránsito y seguridad vial durante la ejecución

➤ **ETAPA DE OPERACIÓN**

- Mantenimiento rutinario de la vía
- Limpieza de cunetas
- Limpieza de alcantarillas
- Bacheo

9.2. EVALUACION DE IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES

A continuación se procederá a identificar el Impacto Ambiental, analizar los posibles impactos o alteraciones potenciales a generarse como consecuencia de las actividades en la ejecución del Tramo Carretero Puente Chaullay – Mesacancha que puedan tener incidencia sobre los diversos componentes ambientales del ecosistema de la zona, con la finalidad de estructurar las medidas de prevención y/o mitigación en el marco del Plan de Manejo Ambiental respectivo.

Los impactos potenciales que podrían originarse por las actividades del proyecto, en el área de estudio, son analizados con relación a los siguientes factores ambientales: Atmósfera, Geología y Geomorfología, Hidrología, Suelos, Vegetación, Fauna, Paisaje y aspectos Socio Culturales. Estos impactos varían en grado y magnitud, en función de la fragilidad de los recursos mismos y de sus interrelaciones en el ecosistema.

Se identificarán los Impactos potenciales mediante la Matriz modificada de Leopold. Donde se establecerá las relaciones y resultados entre los parámetros físicos, biológicos y socioeconómicos de la zona de estudio y su ámbito de influencia como consecuencia de las actividades de ejecución y operación del proyecto, con el objeto de determinar que procesos ambientales podrían originarse y causar los impactos ambientales que alteren el medio y consiguientemente las condiciones de vida de la población.



A. MATRIZ DE LEOPOLD MODIFICADO

Siguiendo la metodología de la matriz de Leopold, se estableció un cuadro de doble entrada en la parte superior (columnas) de este colocamos las acciones del proyecto y en la parte lateral (filas) los factores ambientales afectados, siendo el cruce de columna y fila el impacto ambiental potencial.

Se analizó la magnitud de los impactos a producirse tomando en cuenta el grado de perjuicio (-) o beneficio del impacto (+) en una escala de:

Bajo Impacto Negativo	: 1
Ligero Impacto Negativo	: 2
Moderado Impacto Negativo	: 3
Severo Impacto Negativo	: 4
Alto Impacto Negativo	: 5

Para el análisis de la importancia del proyecto se tomaron en cuenta los siguientes criterios en referencia al impacto: Naturaleza, Intensidad (magnitud), Extensión, momento, persistencia, reversibilidad, Sinergia, acumulación, Efectos, Periodicidad y recuperabilidad. Una vez analizados esto se asignó un valor de importancia al impacto en una escala del uno al cinco. Los mismos que se presentan para las tres etapas del proyecto más adelante.

Se observara, que las acciones que se desarrollaran para las actividades durante la ejecución, se tornaran positivas para el desarrollo socioeconómico del área de influencia del proyecto. Por otro lado también se generaran algunos impactos negativos como ruido, agua y contaminación de aire, los cuales deben ser monitoreados para evitar sobrepasar los límites permisibles.



9.3. MATRIZ CAUSA – EFECTO

IMPACTOS AMBIENTALES

De acuerdo al desarrollo de la matriz causa-efecto empleada para evaluar los impactos ambientales en el “ESTUDIO GEOLOGICO, GEODINAMICO GEOTECNICO PARA LA SEGURIDAD FISICA DEL TRAMO CARRETERO PUENTE CHAULLAY MESACANCHA, DISTRITO VILCABAMBA, PROVINCIA LA CONVENCION, DEPARTAMENTO CUSCO” los impactos más significativos son:

En el componente fauna por el alejamiento de especies terrestres y aves, seguido por la componente flora por la pérdida de la cobertura vegetal.

ACCIONES QUE GENERAN MAYOR IMPACTO AMBIENTAL

La acción que genera mayor impacto es la explotación de canteras, acondicionamiento de botaderos, movilización y desmovilización de máquinas en la etapa de construcción en el tramo carretero PUENTE CHAULLAY-MESCANCHA, seguido del mantenimiento rutinario de vía, en la etapa de operación.



MATRIZ MODIFICADA CAUSA - EFECTO : ADAPTADA ALAS CONDICIONES DEL AREA DE ESTUDIO																	
COMPONENTES	IMPACTO AMBIENTALES Y SOCIALES	ACCIONES	PLANEAMIENTO		CONSTRUCCION							OPERACION				SUMA	
			LIMPIEZA Y DESBROCE	TRAZADO Y REPLANTACION DE TERRENO	CONSTRUCCION DE VIAS Y ACCESOS	TRANSPORTE DE MATERIAL Y PERSONAL	CONSTRUCCION DE INSTALACIONES (campamento, almacenes, depósitos)	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE MAQUINARIAS	EXPLOTACION DE CANTERAS	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	CONFORMACION DE PLATAFORMA	ABASTECIMIENTO DE AGUA	SERVICIO DE LA VIA	MANTENIMIENTO RUTINARIO	LIMPIEZA DE CUNETAS		LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS
FISICO	AIRE	INCREMENTO DE MATERIAL PARTICULADO MOVIMIENTO DE TIERRAS	2	2	3	3	3	4	3	3	4	1	4	4	1	1	38
		ALTERACION DE LA CALIDAD DE AIRE	2	2	2	2	2	3	3	2	3	1	3	2	1	2	30
		INCREMENTO DE RUIDOS DE VENTILACION VIBRACION	3	3	3	3	2	3	3	3	3	1	3	3	2	1	36
	SUELO	EROSION DE SUELOS	3	3	3	1	2	3	3	3	3	1	2	2	2	1	32
		ALTERACION DE LA CALIDAD DE SUELO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
		COMPACTACION DEL SUELO	3	3	4	2	1	2	2	2	2	1	1	3	1	1	28
	AGUA	ALTERACION DE LA CALIDAD DE CURSOS DE AGUAS SUPERFICIALES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
		ALTERACION DEL PATRON DE DRENAJE Y CAUDAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	16
	BIOLOGICO	FLORA	PERDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL	4	3	4	1	4	1	1	3	3	3	4	4	1	1
FAUNA		ALEJAMIENTO	3	3	4	1	4	4	3	3	3	3	4	3	2	2	42
		DESAPARICION Y MUERTE DE FAUNA	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	17
SOCIOECONOMICO	ECONOMICO	GENERACION DE EMPLEO	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
		CAMBIO DEL VALOR DE LA TIERRA	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	21
		INCREMENTO DE IMPUESTOS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
	SOCIAL	INCREMENTO DE MIGRACION	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
		MOLESTIA DE LA POBLACION POR RUIDOS	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	1	24
		MOLESTIA DE LA POBLACION POR POLVO GENERADO	3	3	3	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	26
		OCURRENCIA DE ACCIDENTES	2	2	3	1	3	2	2	2	2	2	3	1	1	2	28
		SUMA:	38	37	41	24	31	33	30	34	36	28	37	35	24	21	449
% TOTAL			16.70		57.24							26.06					

Cuadro N° 28. MATRIZ MODIFICADA CAUSA – EFECTO: ADAPTADA A LAS CONDICIONES DEL AREA DE ESTUDIO. (FUENTE: ELABORACION PROPIA)

LEYENDA

Bajo Impacto Negativo	1
Ligero Impacto Negativo	2
Moderado Impacto Negativo	3
Severo Impacto Negativo	4
Alto Impacto Negativo	5



9.4. CARACTERISTICAS DEL VALOR CALCULADO

En base a las características del valor calculado para la importancia del impacto ambiental en el cuadro anterior, se hace la siguiente distinción para los impactos identificados.

NATURALEZA SIGNO		INTENSIDAD(IN) Grado de destrucción	
IMPACTO BENEFICIOSO	+	BAJA	1
IMPACTO PERJUDICIAL	-	MEDIA	2
		ALTA	4
		MUY ALTA	8
		TOTAL	15
EXTENCION (EX) Área de influencia		MOMENTO(MO) Plazo de manifestación	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Mediano plazo	2
Extremo	4	Inmediato	4
Total	8	Critico	(+4)
Critico	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) Permanencia del efecto		REVERSIBILIDAD (RV) Recuperación por medios naturales	
Fugaz	1	Corto	1
Temporal	2	Mediano plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI) Relación con otros efectos		ACUMULACION (AC) Incremento progresivo	
Sin Sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulado	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF) Relación causa - efecto		PERIODICIDAD (PR) Regularidad de la Manifestación	
Indirecto (Secundario)	1	Irregular o a periódico y discontinuo	1
Secundario	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (RE) Reconstrucción por medio humano		IMPORTANCIA	
Recuperable de manera inmediata	1	$I = + -(3In+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+Re)$	
Recuperable mediano plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

Cuadro N° 29. IMPACTOS IDENTIFICADOS.



Para los ítems de extensión y momento se considera que hay que agregar +4.
Cuando se considera que además es crítico se debe calcular una matriz de importancia por impacto ambiental.

DETERMINACION DEL VALOR DE IMPORTANCIA DE IMPACTO

La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto en el cuadro siguiente, en función del valor asignado.

RANGOS:

< 25 IRRELEVANTES: impactos compatibles

25 a 50 MODERADOS: efecto moderado.

50 a 75 SEVEROS: efectos severos.

>75 CRITICOS: efectos críticos o muy severos.

MATRIZ DE VALORIZACION

Por la importancia, el impacto más significativo es la pérdida de la cobertura vegetal, seguida por la alteración del patrón del drenaje caudal ya que se ha identificado algunos impactos, se presenta una matriz en la que se resumen los efectos sobre el medio ambiente:



MATRIZ DE VALORIZACION DE IMPACTO AMBIENTAL												
IMPACTO	VALORIZACION											
	SIGNO	In	Ex	Mo	Pe	Rv	Re	Si	Ac	Ef	Pr	IMPACTO
INCREMENTO DE MATERIAL PARTICULADO	-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	16
MOVIMIENTO DE TIERRAS	-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	16
ALTERACION DE LA CALIDAD DE AIRE	-	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	16
INCREMENTO DE RUIDOS DE VENTILACION	-	1	1	4	2	1	1	1	1	4	2	22
VIBRACION	-	1	1	4	2	1	1	1	1	4	2	22
EROSION DE SUELOS	-	2	1	1	2	2	2	2	4	4	4	30
ALTERACION DE LA CALIDAD DE SUELO	-	1	1	1	1	1	2	1	1	4	4	21
COMPACTACION DEL SUELO	-	1	1	4	4	1	1	1	4	4	2	27
ALTERACION DE LA CALIDAD DE CURSOS DE AGUAS SUPERFICIALES	-	1	2	4	2	2	2	1	1	4	2	27
ALTERACION DEL PATRON DE DRENAJE Y CAUDAL	-	2	2	2	4	1	2	2	1	4	4	32
PERDIDA DE LA COBERTURA VEGETAL	-	4	1	4	2	2	2	4	1	4	4	38
ALEJAMIENTO DE ESPECIES TERRESTRES Y AVES	-	2	4	2	2	4	2	1	1	1	4	32
DESAPARICION Y MUERTE DE FAUNA	-	1	3	1	2	2	2	1	1	1	1	23
GENERACION DE EMPLEO	+	1	3	3	2	2	1	1	1	1	1	24
CAMBIO DEL VALOR DE LA TIERRA	-	4	2	2	2	2	2	1	1	1	2	31
INCREMENTO DE IMPUESTOS	-	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	20
INCREMENTO DE MIGRACION	-	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	18
MOLESTIA DE LA POBLACION POR RUIDOS	-	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	21
MOLESTIA DE LA POBLACION POR POLVO GENERADO	-	1	1	4	2	1	1	1	1	4	1	21
OCURRENCIA DE ACCIDENTES	-	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	19

Cuadro N° 30. MATRIZ DE VALORIZACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. (FUENTE: ELABORACION PROPIA).

RESULTADOS DE LA MATRIZ DE IMPORTANCIA

IRRELEVANTES:< 25	11
MODERADOS:25 a 50	7
SEVEROS:50 a 75	0
CRITICOS : >75	0

9.5. DESCRIPCION DE IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES SEGÚN MATRIZ MODIFICADA CAUSA – EFECTO: ADAPTADA A LAS CONDICIONES DEL AREA DE ESTUDIO

Los impactos socio ambientales sobre los medios físico, biológico, social y cultural, en el área de influencia del proyecto se describen para las siguientes etapas:



- Etapa de Construcción
- Etapa de Operación

9.5.1. DESCRIPCIÓN DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

A) AMBIENTE FISICO

AIRE

- Emisión de gases y generación de material particulado provenientes del tráfico de los volquetes, y por los movimientos de tierras para el levantamiento del campamento, instalación de almacenes y letrinas de la concesión, entre otras actividades. Generación de niveles de ruido altos (de 80 a 90 DBA), cuyos efectos podrían afectar en algunos casos a caseríos cercanos, pero el efecto será localizado y de corto tiempo.
- Estos impactos tienen una ponderación de impacto negativo moderado y un nivel de importancia de irrelevante que quiere decir que la magnitud del impacto es media; y la importancia es de media a alta. Según a los índices de la matriz de evaluación. Todos estos impactos serán puntuales y de corta duración.

SUELO

- Erosión y compactación de suelos, la erosión por el desbroce de la cobertura vegetal que deja desnudo el suelo, haciendo más vulnerable a este recurso a procesos de erosión hídrica, eólica etc. Y la compactación por el mismo tráfico de los vehículos y personas dentro del tramo carretero tendrá una magnitud de impacto negativo moderado y un nivel de importancia moderada.
- La generación de residuos sólidos tiene una magnitud de impacto negativo moderado y un nivel de importancia media debido a deficiencias en la disposición final que podría contaminar este



recurso sino se siguiera el plan de manejo ambiental del presente proyecto.

AGUA

- La alteración de la calidad de agua muestra una magnitud de impacto negativo moderado en la etapa de operación donde tiene un alto impacto negativo. Se deberá tener en cuenta que las aguas superficiales no serán afectadas en la etapa de construcción porque las actividades que se realizarán serán todas las que se refieren a las instalaciones del campamento.
Así mismo las aguas subterráneas, no serán afectadas.

B) AMBIENTE BIOLÓGICO

FLORA

- Las actividades de desbroce, en la etapa de construcción, afectarán la cobertura vegetal natural en las zonas donde se construya el campamento, las áreas para almacenes, la construcción de vías de acceso al proyecto, así como en los lugares de explotación de canteras.

El análisis de impacto ambiental muestra una magnitud de impacto negativo moderado y el nivel de importancia severo, en la construcción de trincheras y un nivel de importancia moderada porque el impacto será puntual es decir dentro del proyecto

FAUNA

- La actividad de construcción del campamento provocará pérdida de hábitat por el desbroce de la vegetación y como consecuencia el alejamiento temporal de fauna silvestre.
- La generación de ruido por las actividades de operación de maquinaria, causará el desplazamiento temporal de la fauna



(aves, mamíferos) hacia hábitat similares en los alrededores de del proyecto; por lo tanto estos análisis de impacto ambiental muestra una magnitud de impacto negativo moderado con un nivel de importancia en las actividades de construcción y operación por efectos de la perdida de cobertura vegetal y la presencia misma del hombre en la concesión. Al respecto se indica que la fauna silvestre en el entorno de la concesión es escasa debido a que son áreas intervenidas, sin embargo es posible detectar individuos de fauna silvestre que pueden ser afectadas, en la evaluación de impactos.

C) AMBIENTE SOCIAL

- Las actividades del proyecto no afectaran negativamente sobre el medio social, las actividades serán puntuales y se restringirán al área de la concesión además de que la conducta del personal que labore en la concesión estará de acorde con el plan de las buenas relaciones comunitarias, para que no se generen impactos negativos con las poblaciones aledañas.
- Las actividades en la etapa de planeamiento, construcción y operación demandara la contratación de mano de obra no calificada, donde se dará oportunidad de trabajo a personas de la población local, lo cual implicara mejora en sus condiciones de ingreso económico generando un mayor poder adquisitivo de bienes y servicios; por lo tanto estas actividades tienen una ponderación de impacto positivo alto y un nivel de importancia alta también, la contribución con la economía local tendrá un impacto positivo moderado tanto en la etapa de construcción como en la de operación.
- En cuanto a la afectación del paisaje el impacto es negativo con una magnitud moderada a alta ya que las actividades dentro del



proyecto serán puntuales, entonces la importancia tendrá un nivel de moderado a bajo y en las diferentes actividades de la etapa de construcción.

- En cuanto al aspecto cultural, en la zona de influencia directa del proyecto no existen sitios arqueológicos que pudieran ser afectados en la etapa de construcción del proyecto de manera positiva o negativa.
- En la zona de influencia directa del proyecto no existen Áreas Naturales protegidas que pudiera ser afectadas por las actividades de construcción del proyecto de manera positiva o negativa, como se demuestra en el mapa de Áreas Naturales.

9.5.2. DESCRIPCION DE IMPACTOS EN LA ETAPA DE OPERACIÓN

A) AMBIENTE FÍSICO

AIRE

- Emisión de gases y Generación de material particulado provenientes del tráfico de los volquetes, excavadora, cargador frontal, rodillo y otras maquinarias, así como de los movimientos de tierra.
- Generación de niveles de ruido altos (de 80 a 90 dBA), cuyos efectos podrían afectar en algunos casos a caseríos cercanos, pero el efecto será localizado y de corto tiempo.
- Estos impactos tienen una ponderación de impacto negativo moderado y un nivel de importancia que quiere decir que la magnitud del impacto es media; y la importancia es de media a alta. Según a los índices de la Matriz de Evaluación. Todos estos impactos serán puntuales, solo en el área del proyecto.



SUELO

- En la etapa de operación por las actividades propias de transitabilidad de vehículos, se darán impactos de erosión y compactación de suelos, la erosión por el desbroce de la cobertura vegetal que deja desnudo el suelo, haciendo más vulnerable a este recurso a procesos de erosión hídrica, eólica etc. Y la compactación por el mismo tráfico de los vehículos y personas dentro del proyecto; tendrán una magnitud de impacto negativo moderado y un nivel de importancia moderada tal como se muestra en la matriz de evaluación sobre todo en las actividades de operación del proyecto.
- La generación de residuos sólidos tiene una magnitud de impacto negativo moderado y un nivel de importancia media debido a deficiencias en la disposición final que podría contaminar este recurso.

AGUA

- Las aguas superficiales no serán afectadas en la etapa de operación ya que se realizaran obras de arte como alcantarillas, badenes, cunetas que llevaran las a aguas superficiales a su cauce natural.

B) AMBIENTE BIOLÓGICO

FLORA

- En la etapa de operación, por las actividades mismas de la transitabilidad de vehículos, se verá afectada la cobertura vegetal en las zonas de la plataforma de carretera; el impacto tendrá una magnitud media y un nivel de importancia media en las actividades de mantenimiento rutinario de la vía. Estos impactos serán puntuales y temporales y serán mitigados de acuerdo al Plan de Manejo Ambiental.



FAUNA

- Las actividades de transitabilidad de vehículos en la etapa de operación provocaran perdida de hábitat por el desbroce de la vegetación y como consecuencia el alejamiento temporal de la fauna silvestre.
- La generación de ruido por las actividades de mantenimiento rutinario, causará el desplazamiento temporal de la fauna (aves, mamíferos) hacia hábitats similares en los alrededores del proyecto; por lo tanto estos impactos tendrán un impacto negativo moderado a alto con un nivel de importancia alto en las actividades de construcción y operación por efectos de la perdida de cobertura vegetal y la presencia misma del hombre en el proyecto.
- Al respecto, se indica que la fauna silvestre en el entorno del proyecto es escasa, debido a que son áreas intervenidas, sin embargo es posible detectar individuos de fauna silvestre que pueden ser afectadas, en la evaluación de impactos.

C) AMBIENTE SOCIAL

- Las actividades del proyecto no afectaran negativamente sobre el medio social, las actividades serán puntuales y se restringirán al área de la concesión además de que la conducta del personal que labore en la concesión estará de acorde con el plan de las buenas relaciones comunitarias, para que no se generen impactos negativos con las poblaciones aledañas.
- Las actividades en la etapa de operación, demandará la contratación de mano de obra no calificada, donde se dará oportunidad de trabajo a personas de la población local, lo cual implicará mejora en sus condiciones de ingreso económico generando un mayor poder adquisitivo de bienes y servicios; por lo tanto estas actividades tienen una ponderación de impacto positivo



alto y un nivel de importancia alta, en la contribución con la economía local tendrá un impacto positivo moderado tanto en la etapa de construcción como en la de operación.

- En cuanto a la afectación del paisaje el impacto es negativo con una magnitud moderada a alta ya que las actividades de la concesión serán puntuales, entonces la importancia tendrá un nivel moderado a bajo en las diferentes actividades de la etapa de construcción y operación. En cuanto al aspecto cultural, en la zona de Influencia directa del proyecto no existen sitios arqueológicos que pudieran ser afectados en la ejecución del proyecto de manera positiva o negativa.
- En la zona de Influencia directa del proyecto no existen Áreas Naturales Protegidas que pudiera ser afectadas por las actividades de ejecución del proyecto de manera positiva o negativa.



CONCLUSIONES

- ✓ El estudio comprende la rehabilitación y mejoramiento de la carretera. El Punto de Inicio de la vía, es en el puente Chaullay (Km 0+000), con cota 1150.00 m.s.n.m. Esta vía atraviesa por los Centros Poblados de Timpoc, Naranjal, Caldera, Kuquipata y Andihuela. La longitud total de la vía en mejoramiento es de 12+040 Km con una cota de llegada 1550.00 m.s.n.m. en el puente Mesacancha.
- ✓ El área de estudio se localiza en la zona de la Cordillera Oriental parte sur del Perú y parte superior de la Deflexión de Abancay. Presentando rasgos que controlan la topografía como las zonas de cordillera. Hallándose montañas, laderas (con pendientes abruptas empinada, escarpada), valle aluvial y terrazas; producto de la Deflexión de Abancay generados entre el Triásico y el Cretácico.
- ✓ El río Vilcabamba proveniente de la misma Subcuenca, se encuentra colmatada en su cauce por la presencia de grandes bloques de rocas y vegetación (arbustos, sembríos y árboles primarios), así como restos de aluviones o huaycos provenientes de sus flancos en épocas recientes y pasadas.
- ✓ Estratigráficamente en el área de estudio, se han reconocido materiales que va del Paleozoico (Formación Málaga) al Cuaternario (Depósitos Aluviales, etc.), y afloramientos de rocas ígneas especialmente de edad Permo – Triásica.
- ✓ La Formación Málaga aflora al NE (inicio del tramo) de la zona en estudio y entre las progresivas Km 0+300 al Km 5+ 638Km, la acumulación de depósitos aluviales se encuentra entre las progresivas Km 6+250 al Km 6+ 750 y del Km 10+650 hasta el final del tramo carretero Km 12+040, principalmente; así también aflora rocas



intrusivas permo triásicas, entre las progresivas Km 7+725 al Km 7+920Km y del Km 8+635 al Km 8+790.

- ✓ Estructuralmente el área de estudio está comprendida dentro de la Cordillera Oriental, para el análisis estructural se ha considerado las fallas y diaclasas, mediante toma de rumbos y buzamientos de los estratos, considerando su ubicación dentro de la deflexión de Abancay.
- ✓ Las fallas geológicas han favorecido a la evolución geomorfológica, y por lo tanto a la inestabilidad de los taludes.
- ✓ Para la evaluación del peligro sísmico probabilístico se utilizaron las fuentes sismogénicas definidas por Gamarra y Aguilar (2009) clasificadas de acuerdo a los mecanismos de rotura: subducción de interfase, subducción de Intraplaca y corteza superficial.
- ✓ Se ha evaluado el Estudio de Riesgo Sísmico y se ha aplicado para el Sector Crítico, se considera períodos de retorno de 100 años para el sismo de diseño, que corresponde a estructuras con una vida útil de 50 años y un nivel de excedencia del valor propuesto del 25%. Lo anterior significa que en las localidades en estudio, las aceleraciones máximas del sismo de diseño serán de 0.18g - 0.22g, debiendo aplicarse para el análisis de estabilidad de taludes un valor de aceleración de 0.16g.
- ✓ Los fenómenos geodinámicos e hidrometeorológicos son de mayor incidencia en el área de estudio, como son los aluviones o huaycos en relación a las quebradas, que muestran gran cantidad de depósitos eluviales y coluviales en sus pendientes abruptas, los que serían afectados por desprendimiento de rocas, derrumbes y deslizamientos ligados a precipitaciones pluviales intensas y prolongadas.
- ✓ Para la caracterización de los suelos de fundación se realizaron un total de 25 calicatas a lo largo del Tramo Carretero Puente Chaullay-Mesacancha.
- ✓ La profundidad de cada calicata fue aproximadamente de 1.5 metros espaciadas cada 500 metros, una de la otra obteniendo muestras



representativas suficientes para la determinación de los resultados en los ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos

- ✓ Las obras de drenaje permitirán controlar la escorrentía superficial obviando los flujos superficiales y las zonas de filtración.
- ✓ Las redes viales a nivel nacional, deben ser ejecutados en cumplimiento estricto de las normas M.T.C. vigentes, de tal forma que se garantice la calidad en la ejecución del diseño geométrico, las obras de arte, drenajes y toda intervención que complemente al cumplimiento del periodo de diseño, para el cual ha sido proyectada la vía.
- ✓ Los proyectos de carreteras, deben seguir procesos de ejecución, conforme especificado en los planos de diseño y conforme los estudios definitivos realizados; pues en muchas ocasiones se ha observado que durante el proceso constructivo, no se representa los estudios definitivos plasmados en campo; variando las pendientes y puntos de paso, consecuentemente la ejecución no es conforme al proyecto.
- ✓ Para la ejecución de los componentes estructurales y obras de arte de la vía, se requiere conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo de fundación, es así que en el estudio geológico se ha encontrado mayormente suelos friccionantes que con la topografía con pendientes altas de 25° a $+75^\circ$, sumado la presencia de manantes; estos factores hacen que el terreno sea inestable propensos a la aparición de deslizamientos (inestabilidad de taludes). Por lo que se plantea en el cuadro N°22, la geometría de talud según el material que se halle.
- ✓ De acuerdo al cuadro N° 28 se concluye que la etapa de construcción es la que tiene mayor problema de impacto, también se indica de que este estudio va a provocar alejamiento de las aves de esta zona.
- ✓ De acuerdo al cuadro N° 30 se llega a la conclusión que el mayor impacto negativo es la pérdida de cobertura vegetal y el menor impacto negativo es la alteración de la calidad de aire dicho impacto es



relativamente temporal en la etapa de construcción. También cabe indicar que el único impacto positivo es la generación de empleo.

- ✓ En la matriz de valorización de impacto ambiental para el estudio del Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, se tienen 11 casos de impactos compatibles (< 25 IRRELEVANTES) y 07 casos impactos de efecto moderado (25 a 50 MODERADOS) y ningún caso severo o crítico; por ende el proyecto es ambientalmente factible y generará impactos positivos a los usuarios del área de influencia y también al desarrollo socio - económico de las poblaciones beneficiarias, incentivando el mejoramiento de las condiciones agrícolas de la población y la incorporación de productos en el mercado, y con ello la mejorara de la calidad de vida.
- ✓ Se plantean medidas de mitigación para los impactos negativos implementándose medidas ambientales de carácter preventivo y un programa de vigilancia y supervisión durante la ejecución de las obras de construcción del Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha
- ✓ Como resultado de la evaluación del Impacto Ambiental del Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, se determina que ninguna de las posibles ocurrencias de impacto ambientales negativos, son limitantes y/o restrictivas importantes para ejecutar el proyecto.



RECOMENDACIONES

- ✓ En nuestra zona se ha encontrado suelos coluviales que pertenecen a depósitos cuaternarios, también se encontró la Formación Málaga, que tiene en su composición pizarras y esquistos fuertemente fracturados por lo cual se recomienda tomar en cuenta esto para la construcción de obras de arte.
- ✓ Es necesario la construcción de un sistema de drenajes para evitar las aguas de escorrentía superficial y reducir el agrietamiento, por donde las aguas de escorrentía superficial, en épocas de lluvias se infiltran, provocando inestabilidad.
- ✓ El estudio ha permitido observar que ocurren fenómenos de geodinámica externa cuyos indicios se manifiestan por las escarpas en formas de “arcos” en los taludes, dejados por los desprendimientos de rocas (caída de Bloques), asimismo “chorreras” de mediana magnitud.
- ✓ Realizar la defensa ribereña en el río Vilcabamba, en los sectores críticos a la población vulnerable y servicios básicos de infraestructura pública.
- ✓ Se recomienda hacer obras de arte en los diferentes tramos de la carretera como, alcantarillas, badén, cunetas muros de contención en los tramos críticos etc.
- ✓ En las progresivas del deslizamiento de la zona en estudio, con los estudios de especialista para su control y mitigación de la masa deslizante como son los estudios de detalle en hidrogeología, geofísica, geotecnia, así mismo el monitoreo del deslizamiento con mediciones de precisión en forma permanente.
- ✓ Realizar la prohibición y sancionar la deforestación y quemas de pastizales no controladas, pues pueden activar procesos geodinámicos externos antiguos durante las precipitaciones pluviales intensas de



temporada en el Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha y áreas de influencia.

- ✓ Durante el proceso de construcción y operación se ha previsto implementar la actividad de Educación ambiental y Seguimiento y Vigilancia Ambiental, que ayudará a entender a los beneficiarios en el cuidado de sus vías, su medio ambiente y el adecuado uso de sus recursos generando el bienestar y mejora de la calidad de vida.
- ✓ Es importante que cada labor que realicen los ejecutores de la obra y que tenga que ver con la relación con el medio ambiente, se cuente con una opinión del responsable ambiental, como por ejemplo: la ubicación de los botaderos y la forma de su disposición y tratamiento final, sobre vertimientos en los cursos de agua, etc.
- ✓ Se recomienda tomar acciones concretas a fin de que el ejecutor de la actividad establezca un severo control en los trabajos que se ejecuten en el área de estudio, sobre todo evitando la afectación a la vegetación, cursos de agua, ahuyentar a los animales y otros aspectos como la seguridad de los trabajadores y su comportamiento.
- ✓ Se recomienda la ejecución de la actividad cuyo impacto es mínimo y que más que impacto negativo tendrá un impacto positivo siempre que se siga las recomendaciones del Supervisor de obra que a la vez deberá tener formación ambiental y/o especialización en ciencias ambientales.



BIBLIOGRAFIA

- ALVA HURTADO, Jorge E.- Mecánica de Suelos Aplicada a las Cimentaciones.
- BOWL JOSEPH, E.- Manual de Laboratorio de Mecánica de Suelos.
- BRAJA, DAS.- Principios de Ingeniería de Cimentaciones.
- CISMID.- Seminario de Mecánica de Suelos y Exploración Geotécnica.
- INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO – INGEMMET.- Geología de los Cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu. Boletín N° 127, serie A Carta Geológica nacional. Por V. Carlotto, J. Cardenas, D. Romero, W. Valdivia, D. Tintaya. 1999).
- Cornell A. (1968), "Engineering Seismic Risk Analysis", Bulletin of the Seismological Society of America", Vol. 58, N°5 Págs. 1538-1606.
- Gamarra C., Aguilar Z. (2009), "Nuevas Fuentes Sismogénicas para la Evaluación del Peligro Sísmico y Generación de Espectros de Peligro Uniforme en el Perú", Tesis de Grado para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería - UNI, Lima - Perú.
- Gutenberg R., Richter C. (1944), "Frequency of earthquakes in California", Bulletin of the Seismological Society of América, Vol. 34, pp. 185-188.
- KRININI P. DIMITRI y JUDD P. WILLIA.- Principios de Geología y Geotecnia para Ingenieros.
- ORTUÑO, L. (1986): Diseño y cálculo de columnas de grava. Curso sobre métodos modernos de mejora del terreno y refuerzo de suelos.
- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (FHA), (1983): Desing and construction of Stone columns. Vol. I. US departamento of transportation.



- HUGHES, J.M.O., WITHERS, N.J. (1974). "Reinforcing of soft cohesive soils with Stone columns".
- BROWN, R.E., 1977. "Vibroflotacion compaction of cohesive less soils". Journal of geotechnical Eng. Div. ASCE, 103, GT 12, December, 1437 – 1451.
- LEGGET – KARROW.- Geología aplicada a la Ingeniería Civil.
- MARTINEZ VARGAS, Alberto.- Geotecnia para Ingenieros.- Principios Básicos – 1990.
- OCAMPO, Adolfo.- Exploración y Muestreo de Suelos, para Proyectos de Cimentaciones – 1984.
- TERZAGHI KARL.- Mecánica de Suelos Aplicada a la Ingeniería Práctica.
- FARACO, C. 1980.- Mejora del terreno de cimentación. Capítulo 4 de "geotecnia y cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia.
- ORTUÑO, L. (19986).- diseño y cálculo de columna grava. Cursos sobre métodos modernos de mejora del terreno y refuerzo de suelos.
- vesic, a.s. (1972).- "expansion of cavities in infinite soil mass". Journal of soil mechanic and foundations division".
- Normas técnicas PERUANAS. MTC y NTP.
- Normas técnicas. ASTM y AASHTO.



ANEXOS

REGISTRO DE CALICATAS.



"ESTUDIO GEOLOGICO, GEODINAMICO Y GEOTECNICO PARA LA SEGURIDAD FISICA DEL TRAMO CARRETERO PUENTE CHAULLAY - MESACANCHA, DISTRITO DE VILCABAMBA - PROVINCIA LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO CUSCO"



ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS								
RESUMEN DE RESULTADOS								
	PROYECTO	ESTUDIO GEOLOGICO, GEODINAMICO GEOTECNICO PARA LA SEGURIDAD FISICA DEL TRAMO CARRETERO PUENTE CHAULLAY-MESACANCHA, DISTRITO VILCABAMBA						
	UBICACIÓN	Vilcabamba - La Convencion - Cusco						
	SOLICITANTE	Municipalidad de Distrital de Vilcabamba						
	FECHA	Agosto, 2017						
CALICATA	Km.	LL (%)	IP(%)	SUCS	AASHTO	D _{max.}	CBR	TIPO
01	00+000	25.51	2.87	Grava mal graduada con limo GP GM	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	2.003	22.94	B
02	01+000	23.87	6.95	Grava mal graduada con arcilla y limo con arena GP	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	2.005	21.56	B
03	02+000	26.52	13.01	Grava arcillosa con arena GC	A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa	2.000	23.24	B
04	03+000	17.27	3.33	Grava limosa GM	A-6 Fragmentos de roca, grava y arena	2.006	14.40	R
05	04+000	27.38	13.83	Grava arcillosa con arena GC	A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa	2.004	21.85	B
06	05+000	28.61	14.39	Arcilla baja plasticidad con arena CL	A-6 Suelo arcilloso	1.998	19.07	B
07	06+000	24.42	9.78	Grava arcillosa GC	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	1.999	21.01	B
08	07+000	26.51	3.87	Grava limosa GM	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	2.005	23.77	B
09	08+000	26.49	13.74	Grava arcillosa con arena GC	A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa	2.003	22.66	B
10	09+000	29.54	15.67	Grava arcillosa con arena GC	A-2-6 Grava y arena arcillosa o limosa	2.004	23.22	B
11	10+000	26.50	4.24	Grava mal graduada con limo GP GM	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	2.003	21.84	B
12	11+000	26.00	3.94	Grava limosa GM	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	2.003	24.05	B
13	12+000	22.51	3.53	Grava mal graduada con limo GP GM	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	2.002	24.90	B
14	13+000	24.56	3.67	Grava mal graduada con limo GP GM	A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena	2.002	23.24	B

DESCRIPCION DE CALICATA C - 01						
CALICATA	PROGRESIVA	PROFUNDIDAD (m.)	DIAMETRO DEL AGUJERO (m.)	DISTANCIA	MUESTRA	
01	00+000	1.50	0.8	0	M - 01	
ESCALA		N. F.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	COTA	ALTURA ESTRAT.
m	cm					
1	0.10	[Lithology Diagram]	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMOS, ARENA (GP-GM)	1.50	-1.50	
	0.20					
	0.30					
	0.40					
	0.50					
	0.60					
	0.70					
	0.80					
	0.90					
	1.00					
	1.10					
	1.20					
	1.30					
1.40						
1.50						
1.60						
1.70						
1.80						
1.90						
2.00						

Observaciones: No se ha evidenciado presencia de nivel freatico.



DESCRIPCION DE CALICATA C - 03						
CALICATA	PROGRESIVA		PROFUNDIDAD (m.)	DIAMETRO DEL AGUJERO (m.)	DISTANCIA	MUESTRA
03	02+000		1.50	0.8	1000	M - 03
ESCALA		N. F.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	COTA	ALTURA ESTRAT
m	cm					
1	0.10			GRAVA ARCILLOSA (GC)		1.50
	0.20					
	0.30					
	0.40					
	0.50					
	0.60					
	0.70					
	0.80					
	0.90					
	1.00					
2	1.10				-1.50	
	1.20					
	1.30					
	1.40					
	1.50					
	1.60					
	1.70					
	1.80					
	1.90					
	2.00					

Observaciones: No se ha evidenciado presencia de nivel freatico.

DESCRIPCION DE CALICATA C - 04						
CALICATA	PROGRESIVA		PROFUNDIDAD (m.)	DIAMETRO DEL AGUJERO (m.)	DISTANCIA	MUESTRA
04	03+000		1.50	0.8	1000	M - 04
ESCALA		N. F.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	COTA	ALTURA ESTRAT
m	cm					
1	0.10			GRAVA ARCILLOSA (GM)		1.50
	0.20					
	0.30					
	0.40					
	0.50					
	0.60					
	0.70					
	0.80					
	0.90					
	1.00					
	1.10				-1.50	
	1.20					
	1.30					
	1.40					
	1.50					
	1.60					
	1.70					
	1.80					
	1.90					
	2.00					
2.10						

Observaciones: No se ha evidenciado presencia de nivel freatico.



DESCRIPCION DE CALICATA C - 05								
CALICATA	PROGRESIVA		PROFUNDIDAD (m.)		DIAMETRO DEL AGUJERO (m.)		DISTANCIA	MUESTRA
05	04+000		1.50		0.8		1000	M - 05
ESCALA		N. F.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	COTA	ALTURA ESTRAT.		
m	cm							
1	0.10			GRAVA ARCILLOSA (GC)		1.50		
	0.20							
	0.30							
	0.40							
	0.50							
	0.60							
	0.70							
	0.80							
	0.90							
	1.00							
2	1.10					-1.50		
	1.20							
	1.30							
	1.40							
	1.50							
	1.60							
	1.70							
	1.80							
1.90								
2.00								

Observaciones: No se ha evidenciado presencia de nivel freatico.

DESCRIPCION DE CALICATA C - 06								
CALICATA	PROGRESIVA		PROFUNDIDAD (m.)		DIAMETRO DEL AGUJERO (m.)		DISTANCIA	MUESTRA
06	05+000		1.50		0.8		1000	M - 06
ESCALA		N. F.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	COTA	ALTURA ESTRAT.		
m	cm							
1	0.10			ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD (CL)		1.50		
	0.20							
	0.30							
	0.40							
	0.50							
	0.60							
	0.70							
	0.80							
	0.90							
	1.00							
2	1.10					-1.50		
	1.20							
	1.30							
	1.40							
	1.50							
	1.60							
	1.70							
	1.80							
1.90								
2.00								

Observaciones: No se ha evidenciado presencia de nivel freatico.



DESCRIPCION DE CALICATA C - 07								
CALICATA	PROGRESIVA		PROFUNDIDAD (m.)		DIAMETRO DEL AGUJERO (m.)		DISTANCIA	MUESTRA
07	06+000		1.50		0.8		1000	M - 07
ESCALA		N. F.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	COTA	ALTURA ESTRAT		
1	m			GRAVA ARCILLOSA (GC)		1.50		
	0.10							
	0.20							
	0.30							
	0.40							
	0.50							
	0.60							
	0.70							
	0.80							
	0.90							
1.00								
2	1.10				-1.50			
	1.30							
	1.40							
	1.60							
	1.70							
1.80								
1.90								
2.00								
2.10								
2.20								

Observaciones: No se ha evidenciado presencia de nivel freatico.

DESCRIPCION DE CALICATA C - 08								
CALICATA	PROGRESIVA		PROFUNDIDAD (m.)		DIAMETRO DEL AGUJERO (m.)		DISTANCIA	MUESTRA
08	07+000		1.50		0.8		1000	M - 08
ESCALA		N. F.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	COTA	ALTURA ESTRAT		
1	m			GRAVA ARCILLOSA (GM)		1.50		
	0.10							
	0.20							
	0.30							
	0.40							
	0.50							
	0.60							
	0.70							
	0.80							
	0.90							
1.00								
2	1.10				-1.50			
	1.30							
	1.40							
	1.60							
	1.70							
1.80								
1.90								
2.00								
2.10								
2.20								

Observaciones: No se ha evidenciado presencia de nivel freatico.



DESCRIPCION DE CALICATA C - 09							
CALICATA	PROGRESIVA		PROFUNDIDAD (m.)		DIAMETRO DEL AGUJERO (m.)	DISTANCIA	MUESTRA
09	8+000		1.90		0.8	1000	M - 09
ESCALA		N. F.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	COTA	ALTURA ESTRAT	
m	cm						
1	0.10	[Redacted]	[Redacted]	GRAVA ARCILLOSA (GC)	1.90	[Redacted]	
	0.20						
	0.30						
	0.40						
	0.50						
	0.60						
	0.70						
	0.80						
	0.90						
	1.00						
2	1.10	[Redacted]	[Redacted]	GRAVA ARCILLOSA (GC)	-1.90	[Redacted]	
	1.20						
	1.30						
	1.40						
	1.50						
	1.60						
	1.70						
	1.80						
	1.90						
	2.00						
2.10							
2.20							
2.30							
2.40							

Observaciones: No se ha evidenciado presencia de nivel freatico.

DESCRIPCION DE CALICATA C - 10							
CALICATA	PROGRESIVA		PROFUNDIDAD (m.)		DIAMETRO DEL AGUJERO (m.)	DISTANCIA	MUESTRA
10	09+000		1.50		0.8	1000	M - 10
ESCALA		N. F.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	COTA	ALTURA ESTRAT	
m	cm						
1	0.10	[Redacted]	[Redacted]	GRAVA ARCILLOSA (GC)	1.50	[Redacted]	
	0.20						
	0.30						
	0.40						
	0.50						
	0.60						
	0.70						
	0.80						
	0.90						
	1.00						
2	1.10	[Redacted]	[Redacted]	GRAVA ARCILLOSA (GC)	-1.50	[Redacted]	
	1.20						
	1.30						
	1.40						
	1.50						
	1.60						
	1.70						
	1.80						
	1.90						
	2.00						

Observaciones: No se ha evidenciado presencia de nivel freatico.



DESCRIPCION DE CALICATA RAMAL C - 11							
CALICATA	PROGRESIVA		PROFUNDIDAD (m.)		DIAMETRO DEL AGUJERO (m.)	DISTANCIA	MUESTRA
11	10+000		1.50		0.8	1000	M - 11
ESCALA		N. F.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	COTA	ALTURA ESTRAT	
m	cm						
1	0.10	[Redacted]		GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO, ARENA (GP - GM)		1.50	
	0.20						
	0.30						
	0.40						
	0.50						
	0.60						
	0.70						
	0.80						
	0.90						
	1.00						
2	1.10	[Redacted]			-1.50		
	1.20						
	1.30						
	1.40						
	1.50						
	1.60						
	1.70						
	1.80						
	1.90						
	2.00						
Observaciones: No se ha evidenciado presencia de nivel freatico.							

DESCRIPCION DE CALICATA C - 12							
CALICATA	PROGRESIVA		PROFUNDIDAD (m.)		DIAMETRO DEL AGUJERO (m.)	DISTANCIA	MUESTRA
12	11+000		1.70		0.8	1000	M - 12
ESCALA		N. F.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	COTA	ALTURA ESTRAT	
m	cm						
1	0.10	[Redacted]		GRAVA CON LIMO (GM)		1.70	
	0.20						
	0.30						
	0.40						
	0.50						
	0.60						
	0.70						
	0.80						
	0.90						
	1.00						
2	1.10	[Redacted]			-1.70		
	1.20						
	1.30						
	1.40						
	1.50						
	1.60						
	1.70						
	1.80						
	1.90						
	2.00						
2.10							
2.20							
Observaciones: No se ha evidenciado presencia de nivel freatico.							



DESCRIPCION DE CALICATA C - 13							
CALICATA	PROGRESIVA		PROFUNDIDAD (m.)		DIAMETRO DEL AGUJERO (m.)	DISTANCIA	MUESTRA
13	12+000		1.50		0.8	1000	M - 13
ESCALA		N. F.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	COTA	ALTURA ESTRAT	
m	cm						
1	0.10	[Redacted]		GRAVA MAL GRADUADA ARCILLOSA CON LIMO, ARENA (GP-GM)		1.50	
	0.20						
	0.30						
	0.40						
	0.50						
	0.60						
	0.70						
	0.80						
	0.90						
	1.00						
2	1.10	[Redacted]			-1.50		
	1.20						
	1.30						
	1.40						
	1.50						
	1.60						
	1.70						
	1.80						
	1.90						
	2.00						
Observaciones: No se ha evidenciado presencia de nivel freatico.							

DESCRIPCION DE CALICATA C - 14							
CALICATA	PROGRESIVA		PROFUNDIDAD (m.)		DIAMETRO DEL AGUJERO (m.)	DISTANCIA	MUESTRA
14	13 + 000		1.50		0.8	1000	M - 14
ESCALA		N. F.	LITOLOGIA	DESCRIPCION	COTA	ALTURA ESTRAT	
m	cm						
1	0.10	[Redacted]		GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO, ARENA (GP - GM)		1.50	
	0.20						
	0.30						
	0.40						
	0.50						
	0.60						
	0.70						
	0.80						
	0.90						
	1.00						
	1.10	[Redacted]			-1.50		
	1.20						
	1.30						
	1.40						
	1.50						
	1.60						
	1.70						
	1.80						
	1.90						
	2.00						
Observaciones: No se ha evidenciado presencia de nivel freatico.							



ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA.



MARCO TEORICO	POI	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA	RECURSOS	
<p>MARCO TEORICO La litología y topografía del ámbito en estudio, ha hecho que sea un excelente lugar para realizar el estudio geológico, geodinámico y geotécnico. La zona aún no ha sido objeto de estudios detallados y específicos relacionados a geotecnia.</p> <p>MARCO DE REFERENCIA Estudio geológico, geodinámico y geotécnico para la seguridad física del tramo carretero puente Chaullay-Mesacancha, distrito Vilcabamba, provincia la Convención.</p> <p>MARCO CONCEPTUAL Carretera. Geodinámica. Ingeniería Geotécnica. Mecánica de suelos y rocas.</p>	<p>a. Descripción del problema. El Tramo Carretero Puente Chaullay - Mesacancha, se encuentra en regular a mal estado de transitabilidad, por falta de labores de mantenimiento y conservación rutinaria, periódica, no se han efectuado obras de rehabilitación o mejoramiento en el tramo, generando en la zona de influencia altos costos de transporte, lo que repercute gravemente en la economía de la población.</p> <p>b. Formulación del problema ¿Cuál es la finalidad del estudio geológico, geodinámico y geotécnico para la seguridad física del tramo carretero puente Chaullay-Mesacancha, distrito del Vilcabamba y para que servirá?</p>	<p>1. Objetivo General El objetivo general de la investigación es el de determinar los Aspectos Geológicos, Geodinámicos, Geotécnicos para la rehabilitación y mejoramiento de la carretera tramo Puente Chaullay - Mesacancha (0+000 Km a 12+040), para garantizar la seguridad física del tramo carretero del Distrito de Vilcabamba, La Convención - Cusco.</p> <p>2. Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Efectuar un estudio geológico del área de influencia del Tramo Carretero Puente Chaullay- Mesacancha. Efectuar un estudio geodinámico del área de influencia del Tramo Carretero Puente Chaullay – Mesacancha. Efectuar un estudio geotécnico con el fin de garantizar la seguridad del Tramo Carretero Puente Chaullay – Mesacancha 	<p>Hipótesis Con el estudio geológico, geodinámico, geotécnico de la Carretera Puente Chaullay– Mesacancha, se conseguirá obtener la información geológica, geodinámica, geotécnica del tramo carretero, para garantizar la seguridad física de la obra, así como el tiempo de vida útil del proyecto y su área de influencia de la misma dentro de una armonía ecológica.</p>	<p>Método científico: Analítico - Hipotético –deductivo</p> <p>Tipo de investigación: Descriptivo experimental</p> <p>Técnicas: Recopilación de información Generación de dato insitu</p> <p>Instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Picotas Brújula GPS CPU Materiales Mapas Estudios anteriores 	<p>Humanos: 1 Ing. Geólogo S/. 4000.00 1 Ing. Geotecnista S/. 3 000.00 1 Ing. Ambiental S/. 2 000.00 1 Topografo S/. 2 500.00 3 ayudantes S/. 5 000.00</p>	
					PRESUPUESTO	
					PARTIDA	MONTO
					Honorarios Profesionales viáticos software otros	S/. 17500.00 S/. 5000.00 S/. 1000.00 S/. 1000.00
TOTAL		S/.24,500.00				
CRONOGRAMA						
FACES Y ACTIVIDADES	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO		
GABINETE 1	—————					
CAMPO 1		—————				
GABINETE 1			—————			
OPERACIONALIDAD						
VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLES INDEPENDIENTES					
FACTORES GEOLOGICO, GEODINAMICO Y GEOTECNICO	<ul style="list-style-type: none"> • GEOMORFOLOGIA • GEOLOGIA • HIDROLOGIA • GEODINAMICA • GEOTECNIA 					



ANEXOS

REGISTRO FOTOGRAFICO.



Foto N° 15. Perfilado de Corte de talud con la excavadora. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)



Foto N° 14. Obras de arte. Construcción de muro para el sostenimiento de la plataforma de carretera. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)



Foto N° 17. Depósitos del deslizamiento de Mesacancha. Se aprecia también el puente que colapso Km 12+040. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)



Foto N° 16. Depósitos coluviales, Km 5+230. (W. Atauchí R. / A. Hacha S.)



Foto N° 18. Colmatación de quebradas. (W. Atachi R. / A. Hacha S.)



Foto N° 19. Puente Chaullay, Km 0+000. (W. Atachi R. / A. Hacha S.)