



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO,
EMP. LI842 (VAQUERIA) – PAMPATAC – EMP. LI838, DISTRITO DE
HUAMACHUCO, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION,
DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”**

**TESIS PROFESIONAL PARA
OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

BONILLA ARBILDO, Bryan Paúl

ASESOR

ING. TORRES TAFUR, José Benjamín

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

**TRUJILLO – PERÚ
2017**

“DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO, EMP. LI842
(VAQUERIA) – PAMPATAC – EMP. LI838, DISTRITO DE HUAMACHUCO,
PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”

AUTOR:

BONILLA ARBILDO, Bryan Paúl

JURADOS:

Ing. ROJAS SALAZAR, Hilbe
Presidente

Ing. RAMIREZ MUÑOZ, Javier
Secretario

Ing. TORRES TAFUR, José Benjamín
Vocal

DEDICATORIA

A MI MADRE

Por haberme dado la vida, criarme y educarme.

Por ser esa persona que siempre está a mi lado.

Por saber comprenderme y apoyarme en todo momento de mi vida.

A ella se lo debo todo.

A MI PADRE

Por ser la persona que sacrificó muchas horas de vida por trabajar y darme la oportunidad de estudiar.

Por ser quien me educa firmemente y siempre creyó en mí.

Gracias.

A MI HERMANA

Por ser la persona que siempre me devolvió la alegría y me supo apoyar a lo largo de mis estudios.

A MIS AMIGOS

Por saber compartir todos sus conocimientos.

Quienes siempre me apoyaron e impulsaron a crecer.

Gracias a todos.

BRYAN BONILLA ARBILDO

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a los docentes de la Escuela de Ingeniería Civil por todos los conocimientos, orientaciones, asesoría, persistencia y motivación para sobresalir brindados durante todos estos años de formación académica.

Agradezco a todas las personas que colaboraron con este estudio, los cuales a través de sus consejos, enseñanzas y guías ayudaron a culminar con éxito este estudio.

Un agradecimiento especial para mi asesor de tesis, Ing. Torres Tafur, José Benjamín por su manera de enseñar, su paciencia y la seriedad que ha sabido impartir a este proyecto.

EL AUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Bryan Paúl Bonilla Arbildo identificado con DNI N° 73883087; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación, datos e información que se presenta en la presente tesis que acompaño es veraz y autentica.

En tal sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 26 de mayo del 2017

BRYAN PAÚL BONILLA ARBILDO

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Conforme a lo dispuesto en el Reglamento de la Universidad César Vallejo y en cumplimiento de ella, presento el trabajo de investigación titulado:

“DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO, EMP.LI842 (VAQUERIA) – PAMPATAC – EMP.LI838, DISTRITO DE HUAMACHUCO, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”, con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Civil.

El presente trabajo de investigación corresponde al proyecto que se desarrolla como tesis para optar por el grado de bachiller en ingeniería, y que ha podido ser desarrollado gracias a los conocimientos adquiridos en las experiencias curriculares correspondientes a la carrera profesional y también a la consulta de material bibliográfico y profesionales en el tema.

Espero cumplir con las expectativas que exige este trabajo de investigación, y someto a su criterio profesional las posibles observaciones que se puedan dar para su posterior subsanación.

BRYAN PAÚL BONILLA ARBILDO

INDICE

RESUMEN	- 13 -
ABSTRACT	- 14 -
INTRODUCCIÓN	- 15 -
CAPITULO I: MARCO METODOLOGICO	- 17 -
1.1 REALIDAD PROBLEMATICA	- 17 -
1.2. SELECCIÓN DEL PROBLEMA.....	- 17 -
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	- 18 -
1.4. ANTECEDENTES	- 18 -
1.5. JUSTIFICACIÓN	- 19 -
1.6. OBJETIVOS	- 19 -
1.6.1. OBJETIVO GENERAL.....	- 19 -
1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	- 20 -
1.7. MARCO REFERENCIAL.....	- 20 -
1.7.1. MARCO TEORICO	- 20 -
1.7.2. MARCO CONCEPTUAL.....	- 21 -
1.8. METODOLOGIA	- 28 -
1.8.1. TIPO DE ESTUDIO	- 28 -
1.9. DISEÑO DE INVESTIGACION	- 28 -
1.10. HIPOTESIS.....	- 29 -
1.11. VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	- 29 -
1.11.1. IDENTIFICACION DE VARIABLES.....	- 29 -
1.11.2. DIMENSIONES DE ESTUDIO.....	- 29 -

1.12.	POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO	- 32 -
1.13.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	- 32 -
1.14.	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, FUENTES E INFORMANTES	- 32 -
1.15.	RECURSOS.....	- 34 -
1.15.1.	HUMANOS	- 34 -
1.15.2.	MATERIALES.....	- 34 -
1.15.3.	EQUIPO.....	- 34 -
1.15.4.	SERVICIOS	- 35 -
1.16.	PRESUPUESTO.....	- 35 -
1.17.	FINANCIAMIENTO	- 35 -
CAPÍTULO II:	ASPECTOS GENERALES	- 38 -
2.1.	ASPECTOS FISICO TERRITORIALES	- 38 -
2.1.1.	UBICACIÓN GEOGRAFICA	- 38 -
2.1.2.	UBICACIÓN POLITICA	- 38 -
2.1.3.	EXTENSION Y LIMITES.....	- 39 -
2.1.4.	ACCESIBILIDAD	- 39 -
2.1.5.	CLIMATOLOGIA.....	- 40 -
2.1.6.	TOPOGRAFIA	- 40 -
2.1.7.	SUELOS	- 41 -
2.1.8.	ASPECTOS HIDROLOGICOS	- 41 -
2.2.	ASPECTOS SOCIALES.....	- 42 -
2.2.1.	POBLACION BENEFICIADA.....	- 42 -
2.2.2.	INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS.....	- 42 -
2.3.	ASPECTOS ECONOMICOS.....	- 44 -

2.3.1. AGRICULTURA.....	- 44 -
2.3.2. GANADERIA OVINA	- 44 -
CAPITULO III: ESTUDIO DE VIA EXISTENTE	- 46 -
3.1 GENERALIDADES.....	- 46 -
3.2. RECONOCIMIENTO DE LA VÍA EXISTENTE	- 48 -
3.3. CONDICION Y PRINCIALES DAÑOS EN LA VIA	- 48 -
CAPITULO IV: ESTUDIO TOPOGRAFICO	- 53 -
4.1 GENERALIDADES.....	- 53 -
4.2. ESTUDIO PRELIMINAR	- 53 -
4.2.1. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA EN ESTUDIO	- 53 -
4.3. TRABAJO DE CAMPO.....	- 53 -
4.3.1. COORDENADAS DE TRABAJO	- 53 -
4.3.2. SISTEMA DE UNIDADES	- 54 -
4.3.3. SISTEMA DE REFERENCIA.....	- 54 -
4.3.4. GEOREFERENCIACION.....	- 55 -
4.3.5. PUNTOS DE CONTROL	- 55 -
4.3.6. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	- 55 -
4.3.7. TRABAJO DE CAMPO	- 56 -
4.3.8. RELACION DE BM'S.....	- 57 -
4.4. TRABAJO DE GABINETE.....	- 58 -
4.4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	- 58 -
4.4.2. IMPORTACION DE PUNTOS.....	- 59 -
4.4.3. SUPERFICIE	- 59 -
4.4.4. TRIANGULACIÓN	- 59 -

4.4.5.	TRAZO DE POLIGONAL.....	- 59 -
4.4.6.	CALCULO DE RADIOS	- 59 -
4.4.7.	PERFIL LONGITUDINAL.....	- 60 -
4.4.8.	ESCALA	- 60 -
4.4.9.	ELABORACION DE PLANOS	- 60 -
CAPITULO V: DISEÑO GEOMETRICO		- 129 -
5.1.	CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA	- 129 -
5.1.1.	CLASIFICACIÓN POR SU FUNCION	- 129 -
5.1.2.	CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A SU DEMANDA	- 129 -
5.1.3.	CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A SU OROGRAFIA.....	- 129 -
5.2.	PARÁMETROS BÁSICOS PARA EL DISEÑO	- 129 -
5.2.1.	ESTUDIO DE TRAFICO	- 129 -
5.2.2.	RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR.....	- 132 -
5.2.3.	INDICE MEDIO DIARIO ANUAL DEL TRAMO EN ESTUDIO	- 133 -
5.2.4.	CALCULO DE EJES EQUIVALENTES	- 134 -
5.2.5.	CLASIFICACION DE VEHICULOS.....	- 136 -
5.3.	ELEMENTOS DE DISEÑO GEOMETRICO	- 138 -
5.4.	DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA.....	- 139 -
5.4.1.	VELOCIDAD DE DISEÑO DE TRAMO HOMOGENEO	- 139 -
5.4.2.	DISTANCIA DE VISIBILIDAD.....	- 139 -
5.4.3.	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	- 141 -
5.4.4.	DISEÑO DEL PERFIL LONGITUDINAL	- 146 -
5.4.5.	DISEÑO EN SECCION TRANSVERSAL	- 152 -
CAPITULO VI: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y CANTERAS.....		- 62 -

6.1.	GENERALIDADES.....	- 62 -
6.1.1.	ALCANCE.....	- 62 -
6.1.2.	OBJETIVO.....	- 62 -
6.2.	DESCRIPCION DEL PROYECTO	- 62 -
6.2.1.	UBICACIÓN.....	- 62 -
6.2.2.	CARACTERISTICAS LOCALES.....	- 63 -
6.3.	DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS	- 63 -
6.3.1.	DETERMINACION DEL NUMERO DE CALICATAS Y UBICACIÓN.....	- 63 -
6.3.2.	DETERMINACION DEL NUMERO DE ENSAYOS DE CBR	- 64 -
6.3.3.	UBICACIÓN DE LAS CALICATAS	- 64 -
6.3.4.	TIPOS DE ENSAYOS A EJECUTAR	- 64 -
6.3.5.	DESCRIPCION DE LAS CALICATAS	- 65 -
6.3.6.	Cuadro Resumen de Calicatas.....	- 67 -
6.4.	ESTUDIO DE SUELOS DE CANTERA.....	- 67 -
6.4.1.	DESCRIPCION DE LA CANTERA	- 67 -
6.4.2.	TIPOS DE ENSAYOS A EJECUTAR	- 67 -
6.4.3.	ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO.....	- 68 -
6.5.	COMENTARIOS	- 68 -
CAPITULO VII: ESTUDIO HIDROLOGICO Y OBRAS DE ARTE		- 70 -
7.1.	GENERALIDADES.....	- 70 -
7.2.	HIDROLOGIA.....	- 70 -
7.2.1.	INFORMACION CARTOGRAFICA.....	- 70 -
7.2.2.	INFORMACION PLUVIOMETRICA.....	- 70 -
7.3.	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS	- 72 -

7.3.1.	ANALISIS ESTADISTICOS DE DATOS HIDROLOGICOS	- 73 -
7.3.2.	PERIODO DE RETORNO Y VIDA UTIL DE LAS ESTRUCTURAS DE DRENAJE	- 80 -
7.3.3.	DETERMINACION DE LA INTENSIDAD DE LA LLUVIA	- 82 -
7.3.4.	TIEMPO DE CONCENTRACION	- 86 -
7.3.5.	CAUDALES DE DISEÑO.....	- 86 -
7.4.	HIDRAULICA Y DRENAJE	- 88 -
7.4.1.	DRENAJE SUPERFICIAL	- 88 -
CAPITULO XIII: DISEÑO DE AFIRMADO – TRATAMIENTO MICROPAVIMENTO.		- 160 -
8.2.	DISEÑO DE AFIRMADO.....	- 161 -
8.2.1.	SUELOS Y CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR.....	- 161 -
8.2.2.	TRÁFICO.....	- 161 -
8.2.3.	SUBRASANTE	- 163 -
8.2.4.	DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPA AFIRMADO (REVESTIMIENTO GRANULAR) PERIODO DE 10 AÑOS.....	- 163 -
8.3.	MICROPAVIMENTO	- 163 -
8.3.1.	TIPO DE TRÁFICO VEHICULAR	- 164 -
8.3.2.	CARACTERISTICAS DE LA SUBRASANTE	- 164 -
8.3.3.	NUMERO ESTRUCTURAL (SN).....	- 165 -
CAPITULO IX: SEÑALIZACIÓN		- 168 -
9.1.	Generalidades	- 168 -
9.2.	Señalización del tráfico	- 168 -
9.3.	Señales verticales	- 168 -
9.3.1.	Señales reguladoras	- 171 -

9.3.2. Señales preventivas	- 172 -
9.3.3. Señales de información.....	- 173 -
9.4. Señalización en el proyecto	- 173 -
CAPITULO X: IMPACTO AMBIENTAL	- 176 -
10.1.2. Medio Biológico	- 176 -
10.1.3. Identificación y evaluación de impactos ambientales potenciales.....	- 177 -
10.1.4. Metodología	- 177 -
10.1.5. Impactos ambientales potenciales.....	- 177 -
10.1.6. Etapa de planificación.....	- 177 -
10.1.7. Etapa de construcción	- 178 -
10.1.8. Plan de Manejo Ambiental.....	- 180 -
10.1 CONCLUSIONES	- 191 -
10.2 RECOMENDACIONES	- 192 -
11.1 BIBLIOGRAFÍA	- 194 -

RESUMEN

La presente investigación titulada como “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO, EMP. LI842 (VAQUERIA) – PAMPATAC – EMP. LI838, DISTRITO DE HUAMACHUCO, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”, se desarrolló en el distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, Departamento de La Libertad, entre los años 2016 – 2017.

La presente investigación se basó en el desarrollo de un diseño para el mejoramiento de un camino vecinal existente, el cual no reúne las características de diseño adecuadas, tales como anchos de calzada, pendientes longitudinales y transversales, obras de drenaje, señalizaciones, etc.

Con la finalidad de satisfacer las necesidades actuales de las poblaciones inmersas en el proyecto se planteó el diseño del mejoramiento de la carretera, el cual consiste en el diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal de acuerdo a las Normas de Diseño Geométrico DG-2014; el diseño de la capa de rodadura que se planteo es una capa de tratamiento superficial, el diseño nuevo de las obras de arte, incluyendo 2 alcantarillas y el establecimiento de las señales de tránsito adecuadas, etc.

El proyecto estuvo enmarcado en el tipo de investigación de carácter descriptivo.

Para la realización del desarrollo del proyecto se usó diversos softwares de dibujos, cálculos y edición especializados en ingeniería tales como AutoDesk, Microsoft Office y otros afines a la ingeniería civil.

De esta manera se pudo concluir con una carretera de tercera clase, con velocidad de diseño de 30 Km/h, con pendientes máximas de 10%, una capa de afirmado de 25 cm, más una capa de sub base de material granular de 15 cm y el uso de un micropavimento de 1 cm de espesor.

Palabras claves: Diseño geométrico, obras hidráulicas, Micropavimento, cunetas, rasante y subrasante.

ABSTRACT

The present investigation titled as "DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO, EMP. LI842 (VAQUERIA) – PAMPATAC – EMP. LI838, DISTRITO DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD ", was developed in the district of Huamachuco, Province of Sánchez Carrión, Department of La Libertad, between 2016 - 2017.

The present research was based on the development of a design for the improvement of an existing rural road, which does not have the appropriate design characteristics, such as road widths, longitudinal and transverse slopes, drainage works, traffic signs, etc.

In order to satisfy the current needs of the people involved in the project, the design of road improvement was proposed, which consists of the geometric design in plan, profile and cross section according to the Geometric Design Rules DG-2014, The design of the tread layer that is posed is a surface treatment layer, the new design of the works of art, including 2 sewers and the establishment of appropriate traffic signs, etc.

The project was framed in the type of research of descriptive design.

In order to carry out the development of the project, a number of drawings, calculations and specialized engineering software were used, such as AutoDesk, Microsoft Office and others related to civil engineering.

In this way, it was possible to conclude with a third class road, with a design speed of 30 km/h, with maximum slopes of 10%, a 25 cm layer, plus a sub base layer of 15 cm and the use of a microway of 1 cm of thickness.

Keywords: Geometric Design - Surface Treatment.

INTRODUCCIÓN

El Perú carece de una red vial completa en sus tres regiones naturales, especialmente en las zonas andinas y selváticas; es por eso, que los pueblos de esta región no son muy grandes, ni muy desarrollado socio-económicamente a pesar de contar con características de gran potencial como el turismo, sector agrícola, agroindustria, minería, entre otros.

Observando esta problemática la Universidad César Vallejo incluye dentro de sus líneas de investigación al diseño de infraestructura vial de forma preferencial. Para seguir esta misma línea de contribución al país se ha desarrollado el proyecto de investigación proponiendo el mejoramiento de un camino vecinal en el distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, La Libertad; el proyecto esta titulado como “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, Emp. LI842 (Vaquería) – Pampatac – Emp. LI838, Distrito de Huamachuco - Provincia de Sánchez Carrión - Departamento de La Libertad”

Este proyecto beneficiara directamente a las comunidades involucradas, en el aspecto social, cultural y económico, lo cual le va a permitir lograr un desarrollo favorable a futuro.

EL AUTOR

CAPITULO I:
MARCO
METODOLÓGICO

CAPITULO I: MARCO METODOLOGICO

1.1 REALIDAD PROBLEMATICA

La carretera actual, conecta los caseríos de Vaquería, Pampatac, Pucara, La Cruz y el desvío que va hacia el caserío de Surual cuenta con una carretera a nivel de afirmado deteriorada debido al alto nivel de tránsito que ésta tiene, así como por las condiciones climatológicas que presenta el área; por consiguiente, se genera bajos niveles de velocidad, aumentando tiempos y costos para las personas que la transitan; no obstante, también se ve afectada la parte económica de los transportistas en cuanto se refiere al mantenimiento continuo de sus vehículos, tales como aros, llantas, cambio de aceite, combustible, etc.

La falta de señalización a lo largo del tramo genera un alto índice de riesgo vehicular, dificultando de esta manera el tránsito nocturno, lo cual a su vez se ve traducida como una limitación para el desarrollo de los caseríos generando que éstos tengan un bajo desarrollo en su actividad principal, siendo esta el comercio de sus productos agrícolas y ganado ovino.

Además, la vía no cumple con los parámetros de diseño geométrico de la norma vigente DG – 2014; en ciertos tramos tiene anchos que solo permiten el tránsito de un solo vehículo; muestra pendientes muy elevadas 16% que dificultan el acceso de vehículos mayores a lo largo de la carretera; los radios son menores a los radios mínimos estipulados en la norma para el vehículo de diseño.

Por último, la carretera presenta zonas en donde la vía es encalaminada, tiene 1 pontón construido y 6 alcantarillas, los taludes no son los correspondientes a las normas y no presenta cunetas en ninguna parte del tramo.

1.2. SELECCIÓN DEL PROBLEMA

El deterioro de la carretera repercute en que los caseríos de Vaquería, Pampatac, Pucara, La cruz y Surual tengan un bajo índice de desarrollo en cuanto al comercio de sus productos principales tales como: papa, trigo, cebada, oca, entre otros.

La falta de señalización aumenta el riesgo de accidentes vehiculares, limitando el potencial desarrollo de los productos agrícolas de los caseríos.

Además, el mal estado de la carretera genera que las comunidades crezcan aisladas, contribuyendo de esta manera al índice de pobreza en el Perú, al bajo nivel de educación, y evitando el intercambio sociocultural.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué características técnicas y normativas deberá presentar el diseño del mejoramiento de la transitabilidad de la carretera Emp. LI842 (Vaquería) – Pampatac – Emp. Li838, para lograr una mejor transitabilidad y contribuir con el desarrollo socioeconómico de dichos caseríos?

1.4. ANTECEDENTES

Debido a las características especiales de la zona en estudio se ha visto conveniente colocar antecedentes de proyectos específicos y que conciernen solamente a la zona de estudio y sus lugares adyacentes, teniendo, así como antecedentes los siguientes proyectos.

- “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA SAN MARCOS – CAJABAMBA - SAUSACOCHA” (2016). Este proyecto, registrado con código SNIP N° 11432, se encuentra en fase de ejecución, es un proyecto que tiene como zona de influencia a los distritos de Huamachuco y Marcabal, justificando a su problema planteado, afirmando que éstos y otros distritos, tienen potencial productivo y turístico a los mercados locales, regionales y nacionales.
- “MEJORAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA RUTA 10 TRAMO: HUAMACHUCO - PUENTE PALLAR - JUANJUI, SECTOR: HUAMACHUCO - SACSACOCHA - PUENTE PALLAR” (2016) Este expediente técnico relaciona el mejoramiento de la carretera con el desarrollo de una mejor dinámica en el comercio local y regional, produciendo empleos, ingresos y satisfacción de necesidades en los poblados.

- “MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA EMP. PE-3N (LAGUNA SAUSACOCHA) - PUENTE PALLAR - CHAGUAL - TAYABAMBA - PUENTE HUACRACHUCO Y LOS RAMALES PUENTE PALLAR - CALEMAR Y TAYABAMBA - QUICHES - EMP. PE-12A (DV. SIHUAS) POR NIVELES DE SERVICIO” (2015). Código SNIP N° 2287191. A partir de este estudio se puede determinar la influencia del mejoramiento de una carretera con respecto al desarrollo socio-económico de una población, debido a que se justifica con la disminución de tiempos de recorrido, disminución de riesgos de accidentes de tránsito, mejoras en el mantenimiento de los vehículos que transita por la vía.

1.5. JUSTIFICACIÓN

Los caseríos de Vaquería – Pampatac – Pucara – La Cruz – Surual tienen como una de las principales actividades económicas a la agricultura, siendo éste el sustento de muchas familias en el transcurso del año; por dichas razones, es inminente el mejoramiento de la transitabilidad con el objetivo final de reducir tiempos en el transporte y mejorar la comunicación con dichos caseríos; lo cual a su vez va a generar mayor comercio e incrementar el intercambio social; creará accesos inmediatos a puestos de salud y educación y habrá una mejora notable en la calidad de vida de la población.

Además, la ganadería ovina es una actividad muy influyente en la zona de estudio, la cual no se aprovecha de manera eficiente debido a las dificultades de acceso de los pobladores hacia los mercados locales; al crearse el acceso que conecte a los caseríos con los empalmes de carretera se mejorará el comercio de su ganado incrementando la demanda por sus productos.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño geométrico del diseño para el mejoramiento de la carretera tramo Emp. LI842 (Vaquería) – Pampatac – Emp. LI838 distrito de Huamachuco - provincia de Sánchez Carrión - departamento de La Libertad.

1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento topográfico en la zona de estudio, perfil longitudinal y secciones transversales.
- Realizar el estudio de mecánica de suelos de la zona de estudio.
- Realizar el estudio hidrológico y obras de arte en la zona.
- Hacer el diseño geométrico del mejoramiento de la carretera teniendo en cuenta los parámetros del manual de carreteras DG-2014.
- Realizar el diseño del mejoramiento a nivel de pavimento de la carretera actual.
- Elaborar el estudio de impacto ambiental.
- Realizar el análisis de costos y presupuestos del proyecto.

1.7. MARCO REFERENCIAL

1.7.1. MARCO TEORICO

Para el marco teórico se ha tenido en cuenta textos bibliográficos, artículos, tesis relacionadas, proyectos aprobados, linkografía, entre otros, los cuales serán citados según corresponda el autor o la fuente.

- “MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2014). “MANUAL DE CARRETERAS DG – 2014”. Es un manual de diseño geométrico vial aprobado por el ministerio de transportes y comunicaciones peruano que brinda los parámetros y normativas para el correcto diseño de una carretera.
- “MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2008). “MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE”. Es un manual de diseño de obras de drenaje superficial y subterránea en la infraestructura vial.

1.7.2. MARCO CONCEPTUAL

El siguiente marco conceptual describe todos los términos que se usaran en esta tesis para un mejor entendimiento del lector, a continuación, los conceptos fueron extraídos del manual de carreteras tal como se cita al término de cada concepto.

Bermas: Franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias. (DG-2014, Pág.210)

Bombeo: En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona. (DG-2014, Pág.214)

Capacidad de la vía: Se define como el número máximo de vehículos por unidad de tiempo, que pueden pasar por una sección de la vía, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito. (DG-2014, Pág.128)

Carreteras de Tercera Clase: Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3,00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.5m, contando con el sustento técnico correspondiente. (DG-2014, Pág. 13)

Carriles adicionales: Cuando la pendiente implique una reducción de la velocidad de operación de 25 km/h o más, debe evaluarse técnica y económicamente la posibilidad de añadir un carril adicional en la vía, en función al volumen de tránsito y porcentaje de camiones. (DG-2014, Pág.193)

Calzada o Superficie de rodadura: Es la parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la

berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en su mismo sentido de tránsito. (DG-2014, Pág.208)

Carriles de cambio de velocidad: Tienen por finalidad permitir la salida o ingreso de los vehículos de una vía a otra, con un mínimo de perturbaciones; estos carriles, también posibilitan las maniobras de giros en U en la misma vía. (DG-2014, Pág.262)

Cunetas: Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento. (DG-2014, Pág.228)

Curvas circulares: Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. (DG-2014, Pág.137)

Curvas en contraperalte: Sobre ciertos valores del radio, es posible mantener el bombeo normal de la vía, resultando una curva que presenta, en uno o en todos sus carriles, un contraperalte en relación al sentido de giro de la curva. (DG-2014, Pág.143)

Curvas de vuelta: Son aquellas curvas que se proyectan sobre una ladera, en terrenos accidentados, con el propósito de obtener o alcanzar una cota mayor, sin sobrepasar las pendientes máximas, y que no es posible lograr mediante trazados alternativos. (DG-2014, Pág.165)

Curvas verticales: Curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás. (DG-2014, Pág.194)

Derecho de Vía o faja de dominio: Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento y zona de seguridad, para las acciones de saneamiento físico legal correspondiente. (DG-2014, Pág.26)

Distancia de visibilidad de parada: Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria. (DG-2014, Pág.108)

Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento: Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a la velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. (DG-2014, Pág.111)

Distancia de visibilidad de cruce: La presencia de intersecciones a nivel, hace que potencialmente se puedan presentar una diversidad de conflictos entre los vehículos que circulan por una u otra vía. La posibilidad de que estos conflictos ocurran, puede ser reducida mediante la provisión apropiada de distancias de visibilidad de cruce y de dispositivos de control acordes. (DG-2014, Pág.116)

Diseño geométrico de puentes: Está determinada por el diseño geométrico de la vía y la topografía del terreno, no obstante en algunos casos puede ser necesario efectuar ajustes al trazo a fin de dar una ubicación más adecuada y segura de la estructura. (DG-2014, Pág.233)

Drenaje: Comprenderá los resultados del diseño hidráulico de las obras de drenaje requeridas por el proyecto, tales como alcantarillas, cunetas, zanjas de coronación, subdrenes, badenes. (DG-2014, Pág.326)

Eje: Línea que define el trazado en planta o perfil de una carretera, y que se refiere a un punto determinado de su sección transversal. (DG-2014, Pág.115)

Ensanche de plataforma: Obra de modernización de una carretera que amplía su sección transversal, utilizando parte de la plataforma existente. (DG-2014, Pág.25)

Estudio de Impacto Vial: Es aquel dirigido a identificar los cambios que se generan en el tránsito vehicular y peatonal existente, como consecuencia de la implementación de un proyecto o instalación dentro o fuera del Derecho de Vía de la carretera, y establecer la solución para mitigar los impactos que puedan producirse por su funcionamiento. (DG-2014, Pág. 9)

Gálibo: En carreteras, se denomina Gálibo a la altura libre que existe entre la superficie de rodadura y la parte inferior de la superestructura de un puente carretero, ferroviario o peatonal. (DG-2014, Pág.219)

Índice medio diario anual (IMDA): Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica. La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del periodo de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual. (DG-2014, Pág.95)

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (DG-2014, Pág. 8)

Metrados: Partidas del proyecto a ejecutar, tanto en forma específica como global precisando su unidad de medida y los criterios seguidos para su formulación. (DG-2014, Pág.320)

Pendiente: Inclinação de una rasante en el sentido de avance. (DG-2014, Pág.220)

Peralte: Inclinação transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo. (DG-2014, Pág.215)

Presupuesto: Determina el costo total del proyecto, y comprenderá las partidas genéricas y específicas, alcances, definiciones y unidades de medida aplicables a obras de rehabilitación mejoramiento y construcción de carreteras y puentes, vigente. (DG-2014, Pág.320)

Radio mínimo: Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máximos de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad. (DG-2014, Pág.138)

Ramales de giro: El ancho de la calzada y las bermas en los ramales de giro, están reguladas por el volumen y composición de tránsito, y el radio de la curva circular asociada al giro. El diseño depende fundamentalmente de la importancia de la intersección y la disponibilidad de espacio. (DG-2014, Pág.260)

Ramales: Los ramales interconectan las vías involucrados en la intersección vial, pudiendo adoptar una variedad de formas, agrupándose básicamente en tres categorías en función a sus formas: ramales directos, semidirectos y de enlace. (DG-2014, Pág.286)

Rasante: Línea que une las cotas de una carretera terminada. (DG-2014, Pág.35)

Sección Transversal: Consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondientes a cada sección y su relación con el terreno natural. (DG-2014, Pág.204)

Separadores: Son por lo general fajas de terreno paralelas al eje de la carretera, para separar direcciones opuestas de tránsito (separador central) o para separar calzadas del mismo sentido del tránsito. El separador está comprendido entre las bermas o cunetas interiores de ambas calzadas. (DG-2014, Pág.219)

Sobreancho: Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos. (DG-2014, Pág.174)

Señalización de intersecciones: El diseño debe contemplar que toda intersección a nivel, esté provista de las señales informativas, preventivas, restrictivas y demás dispositivos, de acuerdo a lo establecido en el “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras”, vigente. (DG-2014, Pág.244)

SNIP: Sistema Nacional de Inversión Pública (DG-2014, Pág. 8)

Subrasante: Superficie del camino sobre la que se construirá la estructura del pavimento. (DG-2014, Pág.165)

Taludes: Es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. Dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal. (DG-2014, Pág.222)

Terraplén: Parte de la explanación situada sobre el terreno original. (DG-2014, Pág.220)

Tramo: Con carácter genérico, cualquier porción de una carretera, comprendida entre dos secciones transversales cualesquiera.

Con carácter específico, cada una de las partes en que se divide un itinerario, a efectos de redacción de proyectos. En general los extremos del tramo coinciden con puntos singulares, tales como poblaciones, intersecciones, cambios en el medio atravesado, ya sean de carácter topográfico o de utilización del suelo. (DG-2014, Pág.221)

Trochas Carrozables: Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA (Índice Medio Diario Anual) menor a 200veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar. (DG-2014, Pág.13)

Velocidad en la tangente horizontal: Para la verificación de la distancia de visibilidad de adelantamiento, en una tangente horizontal y para la asignación de la velocidad específica de una curva vertical, incluida en dicha tangente, es necesario establecer la probable velocidad a la que circularían los vehículos por ella. En carreteras de una calzada, un vehículo puede ingresar a la tangente saliendo de la curva horizontal localizada en un extremo, que tiene una determinada velocidad específica, o saliendo de la curva localizada en el otro extremo, que también tiene su propia velocidad específica. (DG-2014, Pág.103)

Velocidad específica de la curva vertical: Es la máxima velocidad a la que puede ser recorrida en condiciones de seguridad. Con ella se debe elegir su longitud y verificar la distancia de visibilidad de parada. Si la curva vertical coincide con una curva horizontal, que tiene una velocidad específica dada, la

velocidad específica de la curva vertical debe ser igual a la velocidad específica de la curva horizontal. (DG-2014, Pág.103)

Velocidad específica de la tangente vertical: La velocidad específica con la que se diseñen los elementos geométricos en perfil debe coincidir con la velocidad específica asignada a los elementos geométricos en planta. La pendiente máxima que se le puede asignar a una tangente vertical, es la asociada a la velocidad específica de la tangente horizontal coincidente. (DG-2014, Pág.104)

Vehículos ligeros: La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no condicionan el proyecto, salvo que se trate de una vía por la que no circulan camiones, situación poco probable en el proyecto de carreteras. A modo de referencia, se citan las dimensiones representativas de vehículos de origen norteamericano, en general mayores que las del resto de los fabricantes de automóviles: ancho 2,10 m. y largo 5,80 m. (DG-2014, Pág.28)

Vehículos pesados: Las dimensiones máximas de los vehículos a emplear en la definición geométrica son las establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociados a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad. (DG-2014, Pág.29)

1.8. METODOLOGIA

1.8.1. TIPO DE ESTUDIO

Estudio Descriptivo

1.9. DISEÑO DE INVESTIGACION

Es una investigación descriptiva, según lo cual se trabajará con el siguiente esquema.

MUESTRA  RESULTADO

1.10. HIPOTESIS

Las características técnicas que debe tener el “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, Emp. li842 - Vaquería – Pampatac – Emp. li838, distrito de Huamachuco - Provincia de Sánchez Carrión - Departamento de La Libertad” debe cumplir con los parámetros establecidos en el manual de carreteras de diseño geométrico 2014, actualmente vigente para asegurar el mejoramiento de una carretera que funciona eficazmente y satisfaga las necesidades por el desarrollo de los caseríos.

1.11. VARIABLES Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

1.11.1. IDENTIFICACION DE VARIABLES

En este proyecto, la variable es el “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, Emp. LI842 - Vaquería – Pampatac – Emp. LI838, distrito de Huamachuco - Provincia de Sánchez Carrión - Departamento de La Libertad”

1.11.2. DIMENSIONES DE ESTUDIO

Levantamiento Topográfico: Es el estudio que se realiza para transformar la geografía del terreno en campo a superficies digitales a través de las cuales podemos modelar el terreno para realizar el diseño de la carretera.

Estudio de Mecánica de Suelos: Es el estudio que se realiza para evaluar las condiciones físicas y mecánicas del suelo del área de estudio, a través de estos estudios se puede determinar la composición de las capas que llevara la carretera, tales como base y sub base.

Datos Hidrológicos: Consiste en la recopilación de datos hidrológicos brindados por una estación meteorológica cercana a través de instituciones como el SENAMHI, los cuales nos servirán para determinar los caudales máximos y mínimos, datos de precipitaciones, datos de escorrentía, entre otros. Se dispondrá de estos datos procesados para el diseño de algunos puentes y obras de arte, tales como badenes, alcantarillas y cunetas.

Diseño Geométrico de la Carretera: Es el diseño de la carretera bajo los parámetros de una norma vigente, la cual es el Manual de Carreteras DG-2014, a través de estos parámetros se podrá diseñar el trazo, los ejes, anchos, pendientes, radios de giro, peraltes, entre otros.

Estudio de Impacto Ambiental: Es el estudio que evalúa los posibles daños y mejoras que puedan ser ocasionados al medio ambiente por la intervención de la mano del hombre en la ejecución de un proyecto.

Costos y Presupuestos: Son los cálculos técnicos de la inversión que se necesitaría para ejecutar dicho proyecto, estos cálculos se realizan en base a cotizaciones de precios, metrados y precios unitarios.

1.11.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
"DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DE LA CARRETERA EMP. LI842 - VAQUERIA - PAMPATAC - EMP. LI838"	Hacer el diseño geométrico de la carretera, lo cual implica mejorar el trazo, ampliar el ancho de calzada, dar las pendientes reglamentarias, así como los radios de curvatura horizontales y verticales.	El diseño geométrico de la carretera se lograra a través de diferentes estudios que se deben realizar, tales como: Levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos, recopilación de datos hidrológicos, estudio	Levantamiento Topográfico	Cotas	Intervalo m.s.n.m.
				Equidistancias	Intervalo metros
				Ángulo de inclinación del terreno	Intervalo Grados
				Perfiles longitudinales y secciones transversales	Intervalo m3
			Estudio de Mecánica de Suelos	Granulometría	Razón %
				Contenido de humedad	Razón %
				C.B.R.	Razón %

		de impactos ambientales y la elaboración de los costos y presupuestos del proyecto.		Densidad Máxima	Intervalo gr/cm3
				Límites de consistencia	Razón %
			Hidrología y obras de arte	Caudales máximo y mínimos	m3/seg
				Escorrentía	mm
				Cuencas	Km2
				Precipitaciones	mm
				Obras de arte	Plg
			Diseño Geométrico de carretera	Velocidad Directriz	Km/h
				Pendiente máxima	%
				Visibilidad de parada y de paso	metros
				Peralte	%
				Bombeo	%
				Radios de curvatura normados	metros
			Impacto Ambiental	Impacto positivo	Razón
				Impacto negativo	Razón

				Metrados	Intervalos m,m2,m3
			Costos y Presupuestos	Análisis de costos unitarios	Soles S/.
				Insumos	Soles S/.
				Gastos generales	Soles S/.

1.12. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

Debido a tratarse de una investigación descriptiva no se trabaja con muestra. La población es el área de estudio, tal es “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, Emp. LI842 (Vaquería) – Pampatac – Emp. LI838, Distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, Departamento de La Libertad”

1.13. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Descriptivo

1.14. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, FUENTES E INFORMANTES

- **Técnicas:**

- Levantamiento Topográfico.
- Diseño de perfiles longitudinales.
- Diseño de secciones transversales.
- Estudios de mecánica de suelos.
- Recopilación y clasificación estadística de información.
- Recopilación de datos hidrológicos.
- Diseño hidráulico.
- Encuestas Poblacionales.
- Procesamiento de Datos Estadísticos.

- Uso de software's adecuados tales como: AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, Microsoft Office Excel, Microsoft Office Word, Microsoft Office Power Point, Microsoft Office Project, S10, entre otros.

- **Instrumentos:**

Se usarán equipos topográficos para el correspondiente levantamiento de la zona de estudio, así como también se utilizarán equipos de laboratorio de suelos para los estudios correspondientes.

- Estación total.
- Prismas.
- Radios.
- Cámara fotográfica.
- Winchas.
- Horno.
- Tamices.
- Bandejas.
- Fiolas.
- Balanzas.

- **Fuentes:**

- Diseño Geométrico 2014.
- Manual de carreteras.
- Libros sobre caminos.
- Libros y Tesis referidos a carreteras
- Archivos de la Municipalidad Provincial de Huamachuco.
- Reglamento Nacional de Edificaciones.

- **Informantes:**

Se cuenta con la colaboración de los pobladores de los diferentes caseríos, quienes amablemente aceptan brindarnos el apoyo que está a su alcance con el fin de facilitarnos los datos y realizar un buen diseño.

ADMINISTRACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.15. RECURSOS

1.15.1. HUMANOS

- 01 Tesista.
- 01 Asesor de tesis.
- 01 Docente del curso de proyecto de tesis.
- 01 Topógrafo.
- 04 Ayudantes de topografía.
- 01 Dibujante.
- 01 Especialista en Estudio de Suelos.
- 01 Especialista de estudio de Agua.

1.15.2. MATERIALES

- Bibliografía especializada.
- Usb's.
- Papel bond tipo A-4, 75 gr.
- Útiles de escritorio.
- Tinta para impresora.
- Software de Computadora: AutoCAD, Microsoft Office, S10, etc.

1.15.3. EQUIPO

- Una calculadora.
- Una Laptop.
- Impresora.
- Scanner.
- Estación total, prismas y trípode.
- GPS.
- Equipo de laboratorio de suelos.
- Equipo de dibujo.
- Cámara fotográfica.

1.15.4. SERVICIOS

- Fotocopias.
- Impresiones.
- Internet.
- Ploteo de planos.
- Empastados.
- Anillados.

1.16. PRESUPUESTO

	DESCRIPCION	MONTO
BIENES	BIBLIOGRAFIA	
	Libros y publicaciones	S/. 300.00
	UTILES DE OFICINA	
	Papel, cd,dvd, corrector,calculadora, etc.	S/. 50.00
	Tinta para impresora, toner	S/. 50.00
SERVICIOS	Estudio de mecánica de suelos en laboratorio	S/. 2,500.00
	Alquiler de equipo topografico	S/. 400.00
	Traslado de muestras de suelo	S/. 300.00
	Procesamiento de datos	S/. 400.00
	Fotocopiado, anillado y empastado de tesis	S/. 500.00
	Dibujo y ploteo de planos topograficos	S/. 500.00
	Movilidad	S/. 1,000.00
OTROS	Imprevistos	S/. 600.00
	TOTAL	S/. 6,600.00

1.17. FINANCIAMIENTO

La investigación es propia, los gastos son asumidos directamente por el tesista.

1.18. CRONOGRAMA DE DESARROLLO DE TESIS

MES	ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Estudio Topográfico	■															
Diseño Geométrico				■												
Estudio de Mecánica de Suelos				■												
Estudio Hidrológico, drenaje y Obras de Arte								■								
Estudio de Impacto Ambiental										■						
Elaboración de Costos y Presupuestos												■				
Sustentación de Tesis																■

CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES

CAPÍTULO II: ASPECTOS GENERALES

2.1. ASPECTOS FISICO TERRITORIALES

2.1.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA

El área de estudio se encuentra a 18.76 Km de la ciudad de Huamachuco en dirección hacia el Noreste, a 40 minutos aproximadamente; a su vez se encuentra a 200 Km aproximadamente de la ciudad de Trujillo.

2.1.2. UBICACIÓN POLITICA

Departamento:	La Libertad
Provincia:	Sánchez Carrión
Distrito:	Huamachuco
Caserío:	Vaquería – Pampatac



Distrito de Huamachuco



2.1.3. EXTENSION Y LIMITES

Huamachuco es la capital de la provincia de Sánchez Carrión, ubicada en la vertiente oriental de la cordillera de los andes. Limita con los siguientes distritos y provincias:

Norte:	Distrito de Marcabal
Sur:	Provincia de Santiago de Chuco
Este:	Distrito de Chugay, Sarín y Curgos
Oeste:	Distrito de Sanagorán

2.1.4. ACCESIBILIDAD

El distrito de Huamachuco se encuentra con una vía pavimentada a nivel de asfalto, lo cual permite el rápido acceso desde la ciudad de Trujillo. La distancia entre ambas ciudades es de 180 Km y el tiempo que toma el viaje es de aproximadamente 4 horas. La movilidad en la que se puede llegar es a través de buses, minivan, o autos particulares. Durante el viaje de Trujillo a Huamachuco se atraviesan los pueblos de Shirán, Samne, Agallpampa, Shorey, Candogurán y Yamobamba.

El lugar de estudio se encuentra a 18.76 km de la ciudad de Huamachuco en dirección al noreste, su acceso es a través de autos particulares y el tiempo de viaje es aproximadamente 40 minutos.

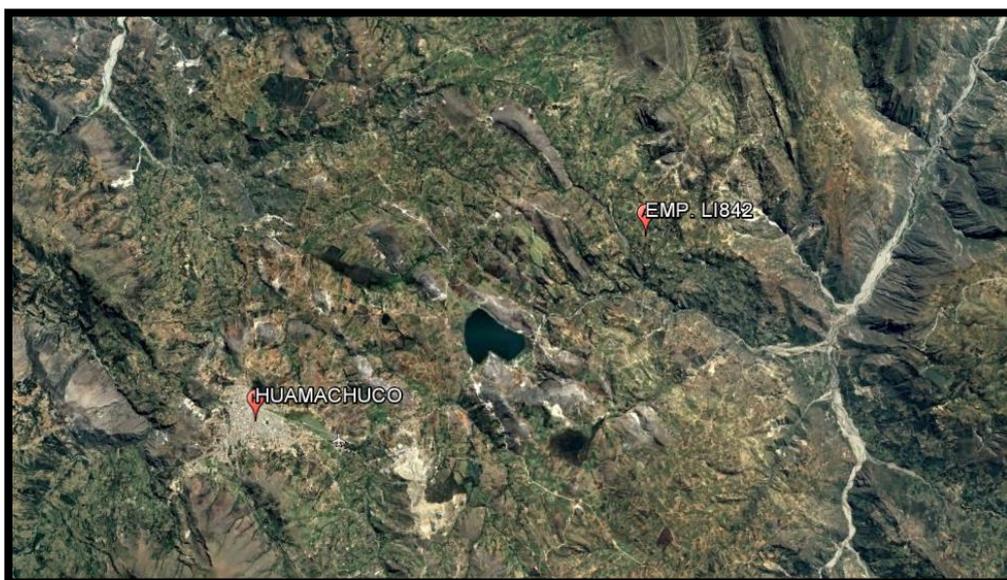


FIGURA N°01: MAPA DE UBICACIÓN DEL AREA EN ESTUDIO DESDE LA CIUDAD DE HUAMACHUCO.

2.1.5. CLIMATOLOGIA

El clima del distrito de Huamachuco es correspondiente a la región sierra con bajas temperaturas y fuertes precipitaciones entre los meses de Octubre hasta Abril.

Las temperaturas extremas rodean los 5C⁰, correspondiente a la más baja y los 19C⁰ la más alta.

La humedad que presenta la zona de estudio es del 50% a 70%, con velocidades en el viento de 5 km/h a 25km/h.

2.1.6. TOPOGRAFIA

La ciudad de Huamachuco está rodeada de múltiples paisajes, cerros como: El Huaylillas, El Sazón, El Toro, Markawamachuco, Choquizonguillo, entre otros; lagunas como la Laguna Sausacochoa y valles como El Olivo y Urpay. La topografía que rodea a la ciudad es accidentada con altas cumbres debido a la cordillera occidental de los andes que atraviesa el distrito de sur a norte.

El área de estudio tiene un relieve accidentado, más conforme se va cuesta arriba del tramo se puede llegar a la cima de un cerro, en donde el terreno es ligeramente más llano y accesible.



FIGURA N°02: VISTA DEL RELIEVE DE LA ZONA DE ESTUDIO.

2.1.7. SUELOS

El área en estudio cuenta con varios tipos de suelos, entre los que podemos distinguir gravas, arenas, limas y arcillas y suelos fértiles con alta presencia de microorganismos. Se pueden apreciar suelos húmedos debido a las precipitaciones propias de la sierra liberteña.

2.1.8. ASPECTOS HIDROLOGICOS

Actualmente la ciudad de Huamachuco se encuentra en la cuenca Crisnejas, la cual posee los ríos El Toro, río Bado y río Grande y las principales quebradas ubicadas en Huamachuco son la quebrada Diablo y la quebrada Saro y Piña Negra.

2.2. ASPECTOS SOCIALES

2.2.1. POBLACION BENEFICIADA

La población beneficiaria vendría a ser una población aproximada de 900 habitantes que se encuentran entre los caseríos de Vaquería – Pampatac – Pucara – La Cruz y Surual.

2.2.2. INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS

En la actualidad los Caseríos de Vaquería – Pampatac – Pucara – La Cruz y Surual cuentan con energía eléctrica, servicio de agua potable y saneamiento mediante unidades básicas de saneamiento.

Actualmente se ubica un colegio en el caserío de Pampatac.

2.2.2.1. Energía

Los caseríos cuentan con energía eléctrica durante las 24 horas del día desde el año 2004 en que se llevó acabo el sistema de electrificación de Huamachuco II etapa realizada por el ministerio de energía y minas.

Antes del servicio eléctrico los pobladores utilizaban fuentes de energía no convencionales derivados del petróleo, tales como gasolina y kerosene, así como también velas, pilas y leña, elevando el riesgo de accidentes por quemaduras y disminuyendo su calidad de vida debido a enfermedades respiratorias.

El proyecto presenta medidas ecológicas tales como postes de madera y cables eléctricos ubicados estratégicamente con la finalidad de no generar mayores efectos sobre el paisaje rural.

Su presencia satisfizo las necesidades de demanda de potencia y energía en los caseríos; además se mejoró la calidad de vida de los pobladores mejorando sus actividades económicas y promoviendo el transporte a dichos caseríos.

2.2.2.2. Agua potable y saneamiento

El caserío de Pampatac cuenta con un sistema de agua potable desde el año 2010, proyecto realizado por la Municipalidad Provincial de Sánchez Carrión. En el caserío de Pampatac se registraban altos niveles de enfermedades diarreicas e infecciosas debido al consumo de agua proveniente de canales o quebradas, las cuales no tenían ningún tratamiento sanitario.

Con la creación de este sistema se mitigó los altos índices de enfermedades, brindando una mejor calidad de vida a los pobladores.

Actualmente el caserío de Pampatac cuenta con un Perfil Técnico viable con el proyecto de mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable y saneamiento.

En el caserío de Surual se encuentra en fase de ejecución el mejoramiento del sistema de agua potable e instalación de letrinas sanitarias debido a los problemas de consumo de agua no potabilizada y deposición de excretas al aire libre.

En el caserío de Vaquería actualmente se cuenta con un perfil técnico viable para la ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable y saneamiento.

2.2.2.3. Colegios

Actualmente el caserío de Pampatac cuenta con una institución educativa para los niveles de primaria y secundaria que brinda servicios de calidad para los pobladores del caserío y alrededores.

El caserío de Vaquería cuenta con una institución educativa para los niveles de inicial, primaria y secundaria, el cual brinda un adecuado nivel de educación para los pobladores del caserío de Vaquería y alrededores.

El caserío de Surual cuenta con una institución educativa para los niveles de inicial y primaria, con un promedio de 130 alumnos.

2.2.2.4. Postas médicas

En el caserío de Vaquería existe una posta de salud creada en el 2009 debido a las necesidades de los pobladores que no contaban con un centro especializado que atiende sus emergencias y urgencias. Actualmente se está construyendo un centro de salud de primer nivel de complejidad para atender casos de mayor índole.

2.3. ASPECTOS ECONOMICOS

2.3.1. AGRICULTURA

Es una de las principales actividades económicas que sirve de sustento a la población del área de estudio es la agricultura. Esta zona tiene mucha producción de papa, cebada, trigo, camote y oca.

2.3.2. GANADERIA OVINA

La actividad de ganadería ovina tiene mucha oferta y poca demanda. Debido a las condiciones climatológicas de la zona es muy rentable el negocio de tejido de ropa de abrigo, mas este se ve limitado por la poca comunicación que tiene la población con los principales mercados locales.

Además de la lana que produce el ganado ovino, éste puede ser aprovechado en otras industrias tales como la curtiembre para la confección de ropa y accesorios y la industria alimentaria, brindando oportunidades de desarrollo y sostenibilidad económica.

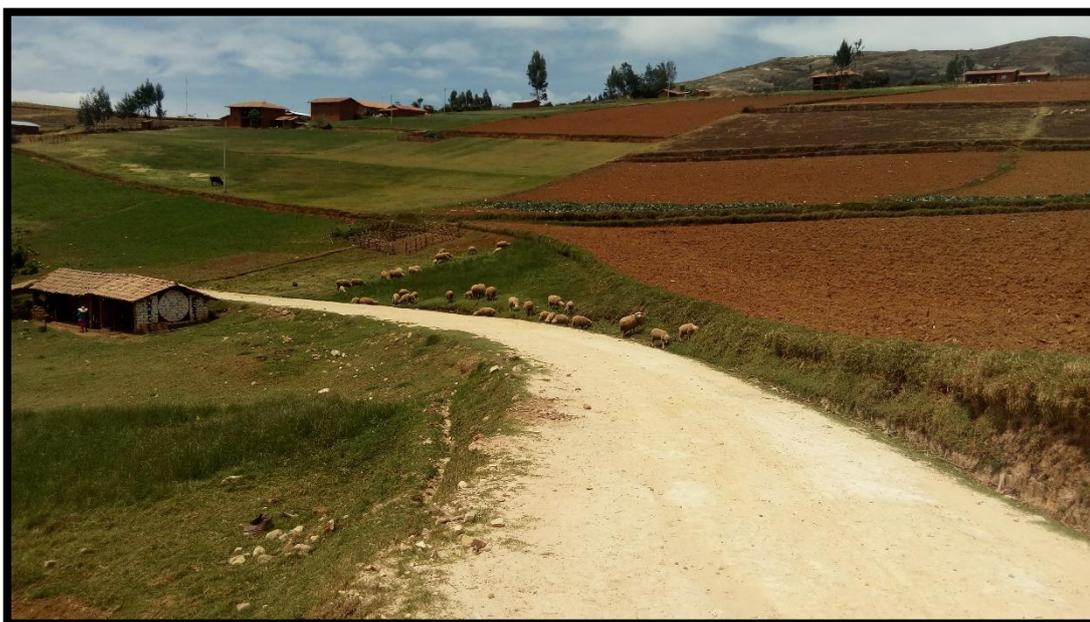


FIGURA N°03: Vista del ganado ovino.
Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III: ESTUDIO DE VIA EXISTENTE

CAPITULO III: ESTUDIO DE VIA EXISTENTE

3.1 GENERALIDADES

La vía actual presenta:

- Tramos con anchos no permitidos
- Pendientes no permitidas
- Terreno accidentado con presencia de obstáculos naturales (maleza)
- Huecos en la carretera
- Taludes inadecuados
- Radios de giros inapropiados
- Obras de arte deterioradas (1 pontón y 2 alcantarillas)
- Falta de cunetas para evacuación de aguas



FIGURA N°04: Irregularidades en la rasante de la carretera

Fuente: Elaboración propia.



FIGURA N°05: Carretera en mal estado.
Fuente: Elaboración propia.



FIGURA N°06: Pendientes mayores a 10%
Fuente: Elaboración propia.

TABLA 3.1 ESTADO DE LA CARRETERA SEGÚN PROGRESIVA

PROGRESIVA	ANCHO MEDIO	CUNETAS	N° DE ALCANTARILLAS	N° DE BADENES	N° DE PUENTES	ESTADO ACTUAL
00+00 - 01+00	3-4 METROS	NO	0	0	0	MALO
01+00 - 02+00	3 METROS	NO	0	0	1	MALO
02+00 - 03+00	3-4 METROS	NO	2	0	0	MALO
03+00 - 04+00	3-4 METROS	NO	0	0	0	MALO
04+00 - 05+00	3-4 METROS	NO	0	0	0	MALO
05+00 - 06+00	3-4 METROS	NO	0	0	0	MALO
06+00 - 07+00	3 METROS	NO	0	0	0	MUY MALO
07+00 - 08+00	3 METROS	NO	0	0	0	MUY MALO

3.2. RECONOCIMIENTO DE LA VÍA EXISTENTE

De acuerdo al manual de carreteras se debe reconocer la carretera con efecto de calificar sus condiciones, parámetros básicos, problemas existentes, existencia de obras de arte, y establecer niveles de gravedad. Además, mediante la observación se identifican los lugares más apropiados para el emplazamiento de puentes, cruces con otras vías y construcción de estructuras que convengan con el proyecto.

3.3. CONDICION Y PRINCIPALES DAÑOS EN LA VIA

Según el manual de carreteras: “La condición de las carreteras no pavimentadas (afirmadas) se califica por sus deterioros o fallas, la velocidad promedio y sinuosidad de la trayectoria del vehículo como resultado de los daños de la carretera”

A continuación, se presentan los principales daños que pueden ocurrir en una carretera. Mediante el siguiente cuadro se clasifico la carretera en estudio.

DAÑO	DETERIOROS/FALLAS	GRAVEDAD
1	DEFORMACION	1. HUELLAS/HUNDIMIENTOS SENSIBLES AL USUARIO < 5CM 2. HUELLAS/HUNDIMIENTOS ENTRE 5 CM Y 10 CM 3. HUELLAS/HUNDIMIENTOS >=10 CM
2	EROSION	1. SENSIBLE AL USUARIO PERO PROFUNDIDAD < 5CM 2. PROFUNDIDAD ENTRE 5 CM Y 10 CM 3. PROFUNDIDAD >=10 CM
3	BACHES	1. PUEDEN REPARARSE POR CONSERVACION RUTINARIA 2. SE NECESITA UNA CAPA DE MATERIAL ADICIONAL 3. SE NECESITA RECONSTRUCCION
4	ENCALAMINADO	1. SENSIBLE AL USUARIO PERO PROFUNDIDAD < 5CM 2. PROFUNDIDAD ENTRE 5 CM Y 10 CM 3. PROFUNDIDAD >=10 CM
5 Y 6	LODAZAL Y CRUCE DE AGUA	1. TRANSITABILIDAD BAJA O INTRANSITABILIDAD EN EPOCAS DE LLUVIA. NO SE DEFINEN NIVELES DE GRAVEDAD.

DEFORMACION

Se presenta deformaciones en la vía debido a la permeabilidad del suelo y deslizamientos de terreno.

DEFORMACION			
PROGRESIVA			NIVEL DE GRAVEDAD
00+000.00	-	01+000.00	1
01+000.00	-	02+000.00	1
02+000.00	-	03+000.00	1
03+000.00	-	04+000.00	1
04+000.00	-	05+000.00	2
05+000.00	-	06+000.00	2
06+000.00	-	07+000.00	3
07+000.00	-	08+000.00	3

EROSION

Se presenta erosión en zonas donde discurre agua, estas pueden ser quebradas, riachuelos, ríos, etc.

BACHES

Se refiere al terreno que no mantiene rodadura sino que huecos en la

EROSION		
PROGRESIVA		NIVEL DE GRAVEDAD
00+000.00	- 01+000.00	1
01+000.00	- 02+000.00	1
02+000.00	- 03+000.00	2
03+000.00	- 04+000.00	1
04+000.00	- 05+000.00	1
05+000.00	- 06+000.00	1
06+000.00	- 07+000.00	1
07+000.00	- 08+000.00	1

terreno que una capa de uniforme, presenta vía.

BACHES		
PROGRESIVA		NIVEL DE GRAVEDAD
00+000.00	- 01+000.00	1
01+000.00	- 02+000.00	1
02+000.00	- 03+000.00	2
03+000.00	- 04+000.00	2
04+000.00	- 05+000.00	2
05+000.00	- 06+000.00	3
06+000.00	- 07+000.00	3
07+000.00	- 08+000.00	3

ENCALAMINADO

Es el terreno que presenta pequeñas malformaciones continuas a lo largo de un tramo en la carretera.

ENCALAMINADO		
PROGRESIVA		NIVEL DE GRAVEDAD
00+000.00	- 01+000.00	1
01+000.00	- 02+000.00	1
02+000.00	- 03+000.00	1
03+000.00	- 04+000.00	1
04+000.00	- 05+000.00	1
05+000.00	- 06+000.00	2
06+000.00	- 07+000.00	2

07+000.00	-	08+000.00	1
-----------	---	-----------	---

LODAZAL Y CRUCE DE AGUA

Hace referencia al agua que cruza la carretera en tiempos de avenidas; así como también a la presencia de zonas pantanosas.

LODAZAL Y CRUCE DE AGUA			
PROGRESIVA			NIVEL DE GRAVEDAD
00+000.00	-	01+000.00	1
01+000.00	-	02+000.00	1
02+000.00	-	03+000.00	1
03+000.00	-	04+000.00	1
04+000.00	-	05+000.00	1
05+000.00	-	06+000.00	1
06+000.00	-	07+000.00	1
07+000.00	-	08+000.00	1

CAPITULO IV ESTUDIO TOPOGRAFICO

CAPITULO IV: ESTUDIO TOPOGRAFICO

4.1 GENERALIDADES

El estudio topográfico inicia con la transformación del terreno natural a una superficie modelada en un software de topografía. Tiene la finalidad de plantear un molde donde se pueda ver las características geográficas del terreno, permitiendo diseñar una alternativa de solución para la necesidad.

En el estudio topográfico se determinarán cotas de elevaciones, coordenadas de trabajo, bench marks, progresivas, diseño de perfil longitudinal, etc.

4.2. ESTUDIO PRELIMINAR

4.2.1. RECONOCIMIENTO DE LA ZONA EN ESTUDIO

Se realizó una inspección rápida a la zona de estudio para observar el diseño geométrico de la carretera y demás componentes.

Según se observó, la carretera presenta zonas erosionadas, con deformaciones y baches. Los radios de giro no son los adecuados para un tipo de vehículo Camión C-2. Se comprobó que la vía no tiene los anchos correspondientes para transitar por 2 carriles. No presenta cunetas para discurrir el agua de las precipitaciones, entre otras. Tiene 2 alcantarillas que se encuentran en mal estado, con presencia de lodos y maleza en sus tuberías. Existe 1 pontón de 5 m aproximadamente.

4.3. TRABAJO DE CAMPO

4.3.1. COORDENADAS DE TRABAJO

Iniciando con el trabajo de campo tomamos las coordenadas de inicio y final de la carretera a mejorar.

COORDENADAS DE PUNTO DE INICIO UTM WGS 84 ZONA 18S

Este:	174239.68
Norte:	9138915.95
Altitud:	3201.48 m.s.n.m.



FIGURA N°07: Pendientes elevadas.
Fuente: Elaboración propia.

COORDENADAS DE PUNTO DE FIN UTM WGS 84 ZONA 18S

Este: 177209.57
Norte: 9142132.22
Altitud: 3564.95 m.s.n.m.

4.3.2. SISTEMA DE UNIDADES

El sistema de unidades que se usará en este trabajo topográfico será el Sistema Métrico Decimal.

- Medidas angulares: Grados ($^{\circ}$), minutos ($'$) y Segundos ($''$).
- Medida de longitud: Kilómetros (Km), metros (m), centímetros (cm) y milímetros (mm), según corresponda.

4.3.3. SISTEMA DE REFERENCIA

El sistema de referencia nos permite asignar coordenadas a puntos sobre la superficie terrestre, todos los trabajos topográficos están referidos a este sistema.

El sistema que se utilizara en este proyecto es el WGS84 (World Geodetic System 84) cuyos parámetros están dados por una terna rectangular (X, Y, Z); dos de sus ejes representan un plano horizontal (Sur-Norte y Oeste-Este, según la cuadrícula de IGN); en se proyecta ortogonalmente todos los detalles

del terreno; el tercer eje está dada por la elevación; representado por curvas de nivel, perfiles y secciones transversales.

4.3.4. GEOREFERENCIACION

Se realizó la georreferenciación mediante el uso de un equipo GPS con un error mínimo de hasta 3 metros. Se procedió a tomar el punto de la Estación N° 1 y georreferenciarlo con el punto de referencia ubicada a 50 metros de distancia, mientras más lejos sea su punto de referencia el proyecto se georreferenciará mejor debido a que el error será de 3m entre la distancia de la Estación N°1 y el punto de referencia.

4.3.5. PUNTOS DE CONTROL

Son puntos de referencia que servirán para orientarse en el terreno, se tomaron puntos de control con la finalidad de tener grabado un punto conocido donde podamos retomar el levantamiento del área de trabajo en casos de que no se pueda trabajar en el día por motivos climatológicos, entre otros.

4.3.6. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

El levantamiento topográfico se realizó con una estación total Topcon ES-105, georreferenciada por un GPS Garmin 64S, mediante el uso de estaciones se procedió a radiar la zona de estudio. Para el levantamiento se necesitaron 03 prismas, con los cuales se pudo hacer el trabajo rápidamente.

El levantamiento se realizó en 02 días calendarios, luego se procedió a realizar el trabajo en gabinete.

EQUIPO UTILIZADO:

- GPS Garmin 64S
- Estación Total Topcon ES-105
- Jalones con primas
- Cámara fotográfica
- Estacas de fierro
- Marcador

- Radios de comunicación
- Transporte particular



FIGURA N°08: Estación Total.
Fuente: Elaboración propia.

PERSONAL DE TRABAJO:

- 01 Topógrafo (Tesista)
- 01 Asistente de topógrafo
- 03 Ayudantes

4.3.7. TRABAJO DE CAMPO

Se inició el trabajo ubicando el punto donde se estacionará la estación total Topcon ES-105, se procedió a obtener las coordenadas del punto de estación N° 01 (E1) y del punto de referencia. Se anotaron las coordenadas iniciales en la libreta de campo y se procedió a georreferenciar la estación total con dirección al norte magnético.

- Estación N° 01: Este: 177226.713, Norte: 9142137.285, Elevación:3567.577 m.s.n.m.
- Punto de referencia: Este:177198.403, Norte: 9142145.323, Elevación:3569.013 m.s.n.m.

Una vez georreferenciado el equipo se procedió a hacer el levantamiento topográfico, radiando donde el topógrafo crea conveniente. El criterio usado

fue levantar el terreno cada 20 metros hacia la derecha y 20 metros hacia la izquierda a partir del extremo de la vía existente, se tomó este criterio para tener una superficie en el software en caso se necesite hacer una modificación al trazo de la vía existente. Además, en las zonas que cuentan con curvas de volteo cerradas se tomó el criterio de levantar el terreno en un radio de 50 metros, debido a que por criterio básico estos tramos deben ser alargados para cumplir con las normas de diseño geométrico.

El topógrafo se encargó de levantar el terreno hasta las zonas máximas accesibles, una vez llegado a este punto se procedía a cambiar de estación, se tomaban las coordenadas de un punto visado y se marcaba su ubicación, se removía la estación total de su lugar original y se transportaba hacia el nuevo punto visado, se estacionaba, configuraba, ingresaba las coordenadas del punto visado y se procedía a hacer vista atrás hacia la estación anterior, una vez visado se comprobaba que el error máximo sea 2 segundos (2"). Una vez instalado el cambio de estación se procedía a levantar el terreno hasta donde sea posible. Este proceso se repitió las veces necesarias hasta culminar con el terreno. El tiempo necesario para levantar el terreno fue de 2 días calendarios en horarios desde las 7 am hasta las 7 pm.

4.3.8. RELACION DE BM'S

Los Bench Mark's son puntos fijos inamovibles que tienen coordenadas establecidas y sirven para georreferenciar el trabajo. A continuación, se obtiene la lista.

BM	COORDENADAS		
	ESTE	NORTE	ELEVACION
BM-1	177226.713	9142137.285	3567.577
BM-2	177166.285	9142100.075	3549.305
BM-3	177167.753	9142044.744	3540.759
BM-4	177106.935	9142042.914	3526.385
BM-5	177041.3	9141981.724	3519.889
BM-6	176951.332	9141959.859	3499.704
BM-7	176869.908	9141980.53	3502.526
BM-8	176791.171	9142011.719	3496.47
BM-9	176650.088	9142054.359	3493.999

BM-10	176391.033	9141647.786	3520.186
BM-11	176262.313	9141490.161	3524.976
BM-12	176258.992	9141414.66	3522.48
BM-13	175943.186	9141223.357	3509.886
BM-14	175888.89	9141081.607	3497.869
BM-15	175905.094	9141006.704	3485.671
BM-16	175922.038	9140994.275	3483.416
BM-17	176051.701	9140977.84	3471.612
BM-18	175566.201	9140291.475	3371.134
BM-19	175581.478	9140225.029	3361.68
BM-20	175779.005	9140048.424	3346.654
BM-21	175758.193	9139795.184	3318.753
BM-22	175362.12	9139631.238	3258.773
BM-23	175290.659	9139573.552	3248.592
BM-24	175203.503	9139574.192	3240.905
BM-25	175079.666	9139611.857	3229.977
BM-26	175067.59	9139466.945	3211.19
BM-27	174966.283	9139478.263	3192.144
BM-28	174292.829	9139515.602	3186.435
BM-29	174922.238	9139770.381	3179.628
BM-30	174899.735	9139857.801	3174.734
BM-31	174882.936	9139993.238	3167.778
BM-32	174867.001	9140080.782	3164.482
BM-33	174800.733	9140120.557	3161.807
BM-34	174682.185	9140055.566	3162.49
BM-35	174640.927	9140010.147	3166.086
BM-36	174564.25	9140028.392	3170.577
BM-37	174293.07	9139999.15	3190.537

Fuente: Elaboración propia

4.4. TRABAJO DE GABINETE

4.4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Una vez terminado el trabajo de campo se procedió a extraer los datos de la estación total. Los datos obtenidos son 5: N° de punto, coordenada Este, coordenada Norte, Elevación y Descripción. Se guardan los datos con un formato “.csv” delimitado por comas, el cual es el formato que reconoce el software AutoCAD Civil 3D.

En el software AutoCAD Civil 3D se realizó el siguiente trabajo:

- Se importó los puntos procedentes del levantamiento topográfico.

- Se creó una superficie con curvas de nivel a cada 2 y 10 metros.
- Se trianguló la superficie para visualizar la carretera existente.
- Se trazó el eje de la carretera mediante una polilínea.
- Se comprobó que áreas no cumplían con los parámetros de diseño de las normas DG-2014.
- Se realizó el trazo según corresponde a las normas.
- Se calculó radios simples y de giro.
- Se construyó el perfil longitudinal para realizar el diseño geométrico vertical.
- Se calculó curvas verticales y cotas de terreno y rasante.

4.4.2. IMPORTACION DE PUNTOS

Se importó los puntos a partir del software Microsoft Excel, los cuales estaban guardados con un formato “.csv” delimitado por comas. Al momento de importar los puntos se eligió el estilo de importación “PNEZD” lo cual significa: Punto, Norte, Este, Elevación y Descripción.

4.4.3. SUPERFICIE

La creación de una superficie nos permitirá generar curvas de nivel en el Software, de esta manera se obtendrá un modelado de la geografía del terreno.

4.4.4. TRIANGULACIÓN

Se corrige la triangulación con la finalidad de dar la forma de la carretera existente.

4.4.5. TRAZO DE POLIGONAL

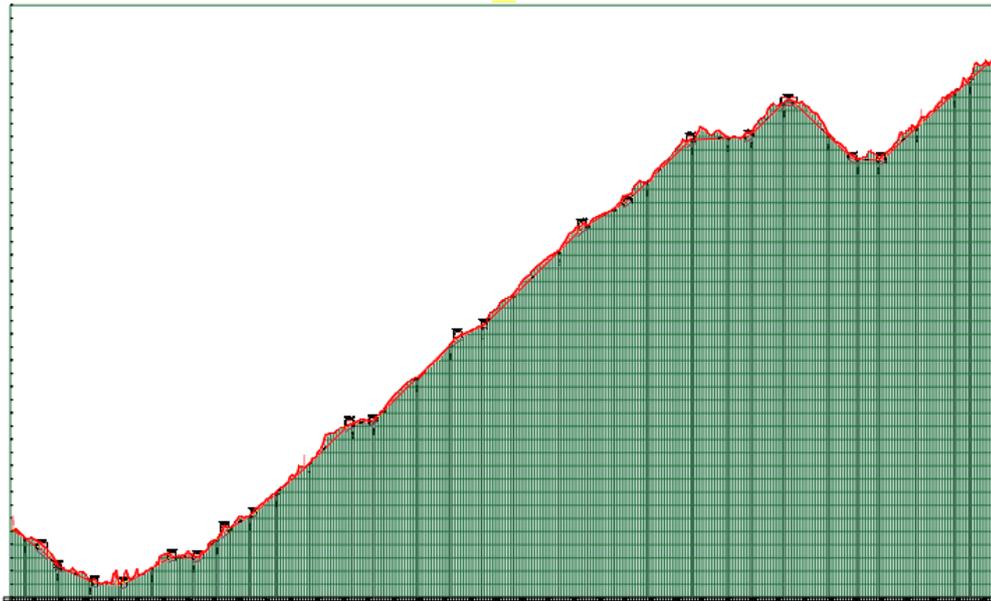
Se traza una poligonal abierta, tiene diferentes coordenadas de inicio y final, así como de elevaciones. En esta poligonal se determinan los puntos de intersección (PI'S) así como sus ángulos y azimuts.

4.4.6. CALCULO DE RADIOS

Se hizo el cálculo manual de radios compuestos debido a la existencia de 2 o más curvas de radio diferente.

4.4.7. PERFIL LONGITUDINAL

Tiene la función de establecer el relieve del terreno desde una vista lateral, mediante el perfil se puede trazar la sub-rasante de la carretera, verificar las pendientes y calcular las curvas verticales.



4.4.8. ESCALA

Las escalas usadas en el perfil longitudinal están de acuerdo a las normas internacionales de presentación.

4.4.9. ELABORACION DE PLANOS

Topográfico:

- Plano de ubicación
- Plano Clave

Diseño Geométrico:

- Planta y perfil longitudinal por cada kilometro
- Plano de secciones transversales por cada kilometro
- Plano de secciones típicas

CAPITULO V: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CANTERAS

CAPITULO V: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y CANTERAS

5.1. GENERALIDADES

El estudio de mecánica de suelos servirá para la determinación de las propiedades físicas y químicas, permitiéndonos obtener el comportamiento mecánico del suelo en estudio, la composición de cada estrato y también encontrar la ubicación de la napa freática de cada excavación.

5.1.1. ALCANCE

El presente estudio de mecánica de suelos de calicatas del proyecto **“DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO EMP. LI842 (VAQUERÍA) – PAMPATAC – EMP. LI838, DISTRITO DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”**, son sólo para dicha área de estudio, de ninguna manera se puede aplicar para otros sectores o fines.

5.1.2. OBJETIVO

Identificar las características físico-mecánicas de los suelos de fundación existentes en el eje proyectado para el proyecto en estudio denominado: **“DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO EMP. LI842 -VAQUERÍA – PAMPATAC – EMP. LI838 DISTRITO DE HUAMACHUCO - PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”**.

5.2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

5.2.1. UBICACIÓN

Distrito	:	Huamachuco
Provincia	:	Sánchez Carrión
Departamento	:	La Libertad

5.2.2. CARACTERISTICAS LOCALES

El Distrito de Huamachuco se ubica en la Región Sierra, donde el inicio de la trocha en estudio (en el caserío de Vaquería) está a una altura de 3490 m.s.n.m. El clima es correspondiente a la región sierra con bajas temperaturas y fuertes precipitaciones entre los meses de Octubre hasta Abril.

Las temperaturas extremas rodean los 5C°, correspondiente a la más baja y los 19C° la más alta.

La humedad que presenta la zona de estudio es del 50% a 70%, con velocidades en el viento de 5 km/h a 25km/h.

5.3. DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS

Se llevará a cabo investigaciones mediante la ejecución de pozo exploratorios de 1.00*1.00 (aprox.), de 1.40 a 1.50 m. de profundidad mínima, distanciadas a 1 km uno del otro, de tal manera que la información sea representativa.

5.3.1. DETERMINACION DEL NUMERO DE CALICATAS Y UBICACIÓN

- Numero de calicatas: 8
- Ubicación: Cada kilómetro

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número Mínimo de Calicatas
Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	1.40, 1.50 respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 Calicata x Km

Número de Calicatas para Exploraciones de Suelos

Fuente: Elab. propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera Manual de Ensayo de Materiales del MTC

5.3.2. DETERMINACION DEL NUMERO DE ENSAYOS DE CBR

Para determinación del número de Ensayos de CBR el Manual de Carreteras Suelos, Geología y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos del MTC determina lo siguiente:

Tipo de Carretera	Número Mínimo de Calicatas
Carretera de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada	Cada 3 Kms se realizará un C.B.R.

Número de Ensayos de CBR

Fuente: Elab. propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera Manual de Ensayo de Materiales del MTC

5.3.3. UBICACIÓN DE LAS CALICATAS

Los pozos exploratorios se distribuyeron a lo largo de la vía en las siguientes ubicaciones:

Ubicación de Calicatas

Fuente: Elab. propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera Manual de Ensayo de Materiales del MTC

Calicata	Kilometraje	Profundidad (m)
C-01	Km 7 + 000	1.50
C-02	Km 6 + 000	1.50
C-03	Km 5 + 000	1.50
C-04	Km 4 + 000	1.50
C-05	Km 3 + 000	1.50
C-06	Km 2 + 000	1.50
C-07	Km 1 + 000	1.50
C-08	Km 0 + 000	1.50

5.3.4. TIPOS DE ENSAYOS A EJECUTAR

Las muestras representativas fueron sometidas a los siguientes ensayos en el **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UCV** bajo las normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M).

* Análisis Granulométrico por Tamizado	MTC E 107	ASTM D-422
* Humedad Natural	MTC E 108	ASTM D-2216
* Límites de Atterberg:		
Límite Líquido	MTC E 110	ASTM D-4318
Límite Plástico	MTC E 111	ASTM D-4318
Índice de Plasticidad	MTC E 111	
* Clasificación de Suelos. Método SUCS	ASTM D-2487	
* Clasificación de Suelos. Método ASSHTO	M-145	
* Proctor Modificado	MTC E 115	ASTM D-1557
* California Bearing Ratio	MTC E 132	ASTM D-1883

5.3.5. DESCRIPCION DE LAS CALICATAS

* Calicata N° 01

E-01/0.00 – 0.25 m. Material de Relleno.

E-02/0.25 – 1.50 m. Arcilla ligera arenosa, suelo limoso – con un 0.63% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “CL” y en el sistema “ASSHTO” como un suelo “A-4 (3)” y con un contenido de humedad de 11.2%.

* Calicata N° 02

E-01/0.00 – 0.25 m. Material de Relleno.

E-02/0.25 – 1.50 m. Arcilla ligera arenosa, suelo limoso – con un 0.61% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “CL” y en el sistema “ASSHTO” como un suelo “A-4 (2)” y con un contenido de humedad de 18.66%.

* Calicata N° 03

E-01/0.00 – 0.25 m. Material de Relleno.

E-02/0.25 – 1.50 m. Grava arcillosa con arena, grava y arena arcillosa o limosa – con un 0.30% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “GC” y en el sistema “ASSHTO” como un suelo “A-2-6 (1)” y con un contenido de humedad de 6.87%.

*** Calicata N° 04**

E-01/0.00 – 0.25 m. Material de Relleno.

E-02/0.25 – 1.50 m. Arena limosa con grava, suelo limoso – con un 0.39% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SM” y en el sistema “ASSHTO” como un suelo “A-4 (0)” y con un contenido de humedad de 9.5%.

*** Calicata N° 05**

E-01/0.00 – 0.25 m. Material de Relleno.

E-02/0.25 – 1.50 m. Arcilla ligera con arena, suelo arcilloso – con un 0.72% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “CL” y en el sistema “ASSHTO” como un suelo “A-6 (6)” y con un contenido de humedad de 7.64%.

*** Calicata N° 06**

E-01/0.00 – 0.25 m. Material de Relleno.

E-02/0.25 – 1.50 m. Arcilla ligera arenosa, suelo arcilloso – con un 0.70% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “CL” y en el sistema “ASSHTO” como un suelo “A-6 (6)” y con un contenido de humedad de 8.86%.

*** Calicata N° 07**

E-01/0.00 – 0.25 m. Material de Relleno.

E-02/0.25 – 1.50 m. Arena arcillosa, suelo arcilloso – con un 0.44% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo “SC” y en el sistema “ASSHTO” como un suelo “A-6 (2)” y con un contenido de humedad de 11.52%.

*** Calicata N° 08**

E-01/0.00 – 0.25 m. Material de Relleno.

E-02/0.25 – 1.50 m. Arcilla ligera arenosa, suelo arcilloso – con un 0.53% que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “SUCS” como un suelo

“CL” y en el sistema “ASSHTO” como un suelo “A-6 (4)” y con un contenido de humedad de 13.22%.

5.3.6. Cuadro Resumen de Calicatas

Cuadro Resumen

N°	Descripcion del Ensayo	Unidad	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08
			E 01	E 01	E 01	E 01	E 01	E 01	E 01	E 01
1	Granulometria									
1.01	Nº 3/8"	%	97.47	99.38	97.85	90.79	100	99.56	99.25	99.45
1.02	Nº 1/4"	%	97.09	98.21	65.1	83.85	100	99.48	98.26	99.01
1.03	Nº 4	%	96.75	96.95	61.67	80.15	99.99	99.03	97.07	98.35
1.04	Nº 10	%	95.98	92.49	56.3	73.54	98.14	98.19	93.54	95.68
1.05	Nº 40	%	92.82	86.02	54.56	70.17	94.77	95.97	90.31	92.83
1.06	Nº 60	%	84.68	79.60	54.17	67.92	86.33	88.03	88.89	91.84
1.07	Nº 200	%	63.31	61.17	29.48	38.63	71.76	69.8	44.04	52.95
2	Contenido de Humedad	%	11.20	18.66	6.87	9.5	7.64	8.86	11.52	13.22
3	Limite Liquido	%	27.00	24	30	30	28	32	26	26
4	Limite Plastico	%	18.00	17	11	27	17	21	13	12
5	Indice de Plasticidad	%	9.00	7	19	3	11	11	13	14
6	Clasificacion SUCS		CL	CL	GC	SM	CL	CL	SC	CL
7	Clasificacion ASSHTO		A-4 (3)	A-4 (2)	A-2-6 (1)	A-4 (0)	A-6 (6)	A-6 (6)	A-6 (2)	A-6 (64)
8	CBR									
8.01	Maxima Densidad Seca	gr/cm3	1.775	-	-	1.965	-	-	1.771	-
8.02	Optimo C. Humedad	%	15.18	-	-	7.98	-	-	9.9	-
8.03	CBR al 100%	%	11.51	-	-	29.96	-	-	14.03	-
8.04	CBR al 95%	%	8.43	-	-	22.39	-	-	10.7	-
9	Nivel Freatico	mts.	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

5.4. ESTUDIO DE SUELOS DE CANTERA

Se le llama cantera al depósito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras.

5.4.1. DESCRIPCION DE LA CANTERA

NOMBRE DE LA CANTERA: Cantera “Pucara”

UBICACIÓN DE LA CANTERA: Está ubicada en la progresiva Km 04 + 760.00

FORMA DE EXPLOTACION: Con maquinaria pesada como cargadores frontales y retroexcavadoras para extraer el material, y volquetes de 15 m3 para transportarlo.

5.4.2. TIPOS DE ENSAYOS A EJECUTAR

Las muestras representativas fueron sometidas a los siguientes ensayos:

* Análisis Granulométrico por Tamizado MTC E 107 ASTM D-422

“

* Humedad Natural	MTC E 108	ASTM D-2216
* Límites de Atterberg:		
Límite Líquido	MTC E 110	ASTM D-4318
Límite Plástico	MTC E 111	ASTM D-4318
Índice de Plasticidad	MTC E 111	
* Clasificación de Suelos. Método SUCS	ASTM D-2487	
* Clasificación de Suelos. Método ASSHTO	M-145	
* Proctor Modificado	MTC E 115	ASTM D-1557
* California Bearing Ratio	MTC E 132	ASTM D-1883

5.4.3. ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO

Los ensayos fueron realizados en el **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS DE LA UCV** bajo las normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M).

Cuadro Resumen

Fuente: Elaboración Propia

N°	Descripcion del Ensayo	Unidad	Resultados
1	<i>Granulometria</i>		
1.01	<i>N° 4</i>	%	42.02
1.02	<i>N° 200</i>	%	6.53
2	<i>Contenido de Humedad</i>	%	6.43
3	<i>Limite Liquido</i>	%	-
4	<i>Limite Plastico</i>	%	-
5	<i>Indice de Plasticidad</i>	%	-
6	<i>Clasificacion SUCS</i>		GP-GM
7	<i>Clasificacion ASSHTO</i>		A-1-a (0)
8	<i>CBR</i>		
8.01	<i>Maxima Densidad Seca</i>	<i>gr/cm3</i>	1.901
8.02	<i>Optimo C. Humedad</i>	%	7.12
8.03	<i>CBR al 100%</i>	%	39.67
8.04	<i>CBR al 95%</i>	%	30.38
9	<i>Nivel Freatico</i>	<i>mts.</i>	-

5.5. COMENTARIOS

* La categoría de la subrasante determinada mediante el ensayo de CBR al 95% de la máxima densidad seca, obtenida es < 10%, es decir, el tipo de subrasante es regular.

* La calidad y permanencia de la obra depende de que se efectúe el control oportuno de los parámetros de calidad de los materiales antes y durante la ejecución.

CAPITULO VI: ESTUDIO HIDROLOGICO Y OBRAS DE ARTE

CAPITULO VI: ESTUDIO HIDROLOGICO Y OBRAS DE ARTE

6.1. GENERALIDADES

En el desarrollo de los proyectos de carreteras uno de los principales estudios es el de Hidrología, porque de este se obtendrán los parámetros necesarios para el dimensionamiento de las obras de arte, como lo son las cunetas, aliviaderos, alcantarillas, badén y pontones.

La importancia de este capítulo, es dar soluciones de drenaje para las épocas de lluvia que existen en la zona en estudio, como también ver la forma de economizar con las estructuras mencionadas.

6.2. HIDROLOGIA

6.2.1. INFORMACION CARTOGRAFICA

La cartografía utilizada en el presente proyecto es referida a las cartas nacionales obtenidas del Ministerio de Educación del Perú (MINEDU – Descarga de información espacial del MED) a escala 1/100 000, en formato shapefile y PDF, siendo las siguientes cartas empleadas correspondientes al área del proyecto en estudio:

Tabla 6.1. Cartas Nacionales

CODIGO DE CARTA	NOMBRE DE CARTA	ESCALA	ZONA Y CUADRICULA
16 - H	PATAZ	1/ 1000000	18M

6.2.2. INFORMACION PLUVIOMETRICA

La información pluviométrica corresponde a las precipitaciones máximas en 24 horas obtenidas de la estación más cercana y con características climatológicas similares a la zona en estudio.

La ubicación y características de la estación pluviométrica cercana a la zona de estudio, se presenta a continuación:

Tabla 6.2 Estación pluviométrica de la zona en estudio

NOMBRE DE LA ESTACION	TIPO	ENTIDAD OPERADORA	UBICACIÓN		ALTITUD m.s.n.m.	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	PERIODO DE REGISTRO
			LATITUD	LONGITUD				
HUAMAC HUCO	CONVENCIONAL	SENAMHI	07°49'S	78°03'W	3220	SANCHEZ CARRION	LA LIBERTAD	1984-2004

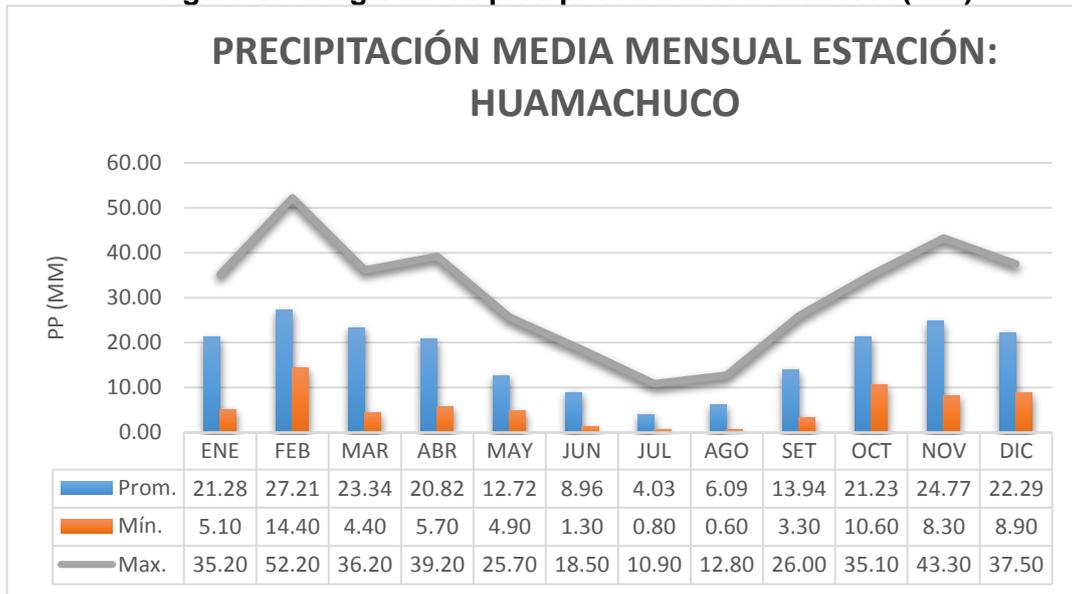
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.3: Series históricas de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación Huamachuco, proporcionadas por el SENAMHI.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX.
1984	16.1	35.2	29.4	21.1	25.7	13.3	4.5	5.8	9.8	32.9	36.5	19.5	36.50
1985	5.1	15.7	21.8	30.6	21.2	18.5	2.3	2.4	21.5	20	12.6	18.8	30.60
1986	23.3	22.2	25.75	32.45	13.85	14.25	7.2	12.4	17.5	10.6	15.9	27	32.45
1987	35.2	28.7	29.7	34.3	6.5	10	5.3	5.5	9.6	12.1	35.7	37.5	37.50
1988	21.5	15.4	18.2	24.2	17.2	7.1	8.3	1.8	10.6	17.1	15.1	22.8	24.20
1989	19.3	23.8	36.2	25.2	20	6.7	4.75	3.1	20.1	18.2	35.8	16	36.20
1990	33.5	24.6	4.4	16.2	7.5	14	1.2	7.95	20.1	28.6	20.4	9.2	33.50
1992	27.25	23.05	15.35	19.35	7.6	15.3	2.1	12.8	23.8	21.5	8.3	25.4	27.25
1993	21	21.5	26.3	22.5	11.3	9	8.9	1.2	20.8	18.1	30.5	22.2	30.50
1994	15.5	52.2	25.5	30	7.5	2.7	2.5	12	7.5	21.3	32.6	27.1	52.20
1995	15	37.6	13.7	39.2	11.9	7.9	2.5	0.9	3.3	24.1	26.6	18.1	39.20
1996	11.1	34.7	20.7	14.3	6.2	2.8	1.4	4.9	9.8	24.3	14.4	20.2	34.70
1997	24.7	23.8	30.8	9.3	16.3	6.1	0.8	12.8	26	35.1	23.1	33.5	35.10
1998	25.4	35.7	29.1	11.8	9.1	6.4	0.8	3.9	5.9	19	24.6	8.9	35.70
1999	28.2	49.4	24.2	10.8	12.9	17.3	1.1	3.9	19.3	10.9	34.1	22.4	49.40
2000	30.5	32.1	23	12.1	22.1	12.4	2.1	8.4	9.6	16.6	14.6	19.5	32.10
2001	22.3	19.3	29.6	5.7	11.1	2.5	3.7	0.6	5.5	31.9	20.8	34	34.00
2002	20.6	16.9	27	20.9	13.2	5.7	7.7	3.9	11.4	22.7	25.7	31.2	31.20
2003	16.4	18	24	21.1	4.9	5.9	2.6	7.2	14.2	18.6	24.8	19.2	24.80
2004	13.6	14.4	12.1	15.2	8.3	1.3	10.9	10.4	12.4	21	43.3	13.2	43.30
Prom.	21.28	27.21	23.34	20.82	12.72	8.96	4.03	6.09	13.94	21.23	24.77	22.29	35.02
Mín.	5.10	14.40	4.40	5.70	4.90	1.30	0.80	0.60	3.30	10.60	8.30	8.90	
Max.	35.20	52.20	36.20	39.20	25.70	18.50	10.90	12.80	26.00	35.10	43.30	37.50	

Fuente: SENAMHI

Figura 6.1 Diagrama de precipitación media mensual (mm)



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7.1. se puede observar que en los meses de octubre hasta abril la zona en estudio presenta su estación más lluviosa teniendo en febrero el pico más alto con 52.20 mm, por otro lado, los meses de junio hasta agosto se produce estiaje teniendo como valor mínimo 0 mm durante todo el año; teniendo como promedio anual de 34.66 mm.

6.3. PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS

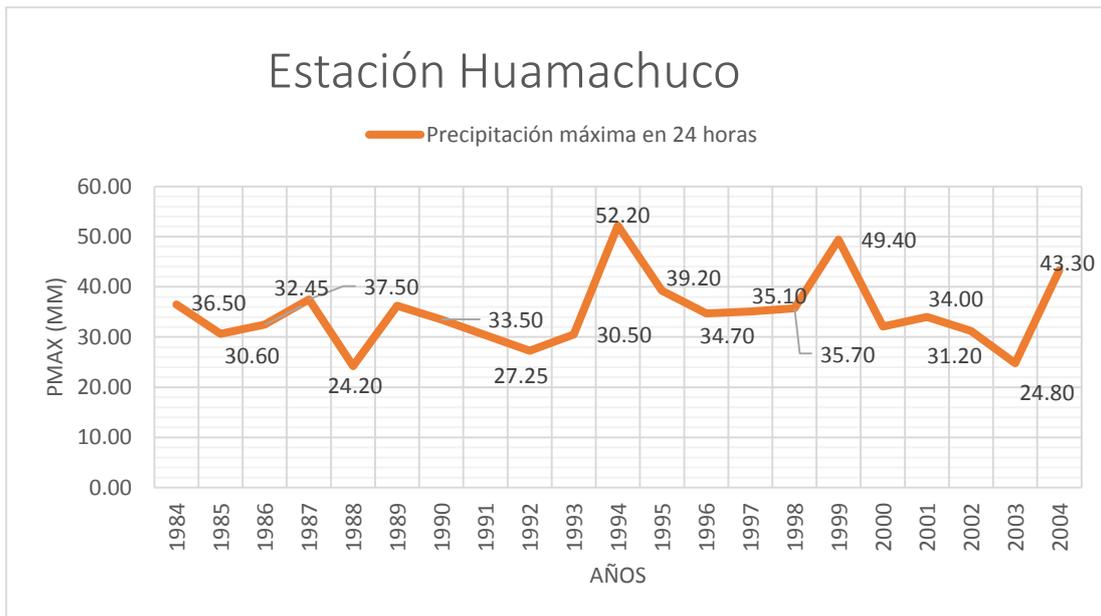
Figura 6.2 Precipitación máxima en 24 horas, estación Huamachuco

N°	Año	Precipitación máxima en 24 horas	
		Mes	Pmax (mm)
1	1984	Noviembre	36.50
2	1985	Abril	30.60
3	1986	Diciembre	32.45
4	1987	Diciembre	37.50
5	1988	Abril	24.20
6	1989	Marzo	36.20
7	1990	Enero	33.50
8	1992	Diciembre	27.25
9	1993	Noviembre	30.50
10	1994	Febrero	52.20
11	1995	Abril	39.20
12	1996	Febrero	34.70

13	1997	Octubre	35.10
14	1998	Febrero	35.70
15	1999	Febrero	49.40
16	2000	Febrero	32.10
17	2001	Diciembre	34.00
18	2002	Diciembre	31.20
19	2003	Noviembre	24.80
20	2004	Noviembre	43.30

Fuente: Elaboración propia

Figura 6.3 Histograma de precipitación máxima en 24 horas



Fuente: Elaboración Propia

6.3.1. ANALISIS ESTADISTICOS DE DATOS HIDROLOGICOS

6.3.1.1. MODELOS DE DISTRIBUCION

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje “El análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes periodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos”

Para la distribución de probabilidad se utilizó 8 métodos, dadas por el manual, siendo las siguientes:

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal 2 parámetros

- Distribución Log Normal 3 parámetros
- Distribución Gamma 2 parámetros
- Distribución Gamma 3 parámetros
- Distribución Log Pearson tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución Log Gumbel

6.3.1.1.1. DISTRIBUCION NORMAL

La función de densidad de probabilidad normal se define como:

$$f(x) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{s}\right)^2}$$

Donde:

$f(x)$ = función densidad normal de la variable x .

x = variable independiente.

μ = parámetro de localización, igual a la media aritmética de x .

S = parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x .

6.3.1.1.2. DISTRIBUCION LOG NORMAL 2 PARAMETROS

La función de la distribución de la probabilidad es:

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{s\sqrt{(2\pi)}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(\frac{-(x-\bar{x})^2}{2s^2}\right)} dx$$

Donde \bar{x} y S son los parámetros de la distribución.

Si la variable x de la ecuación (1) se reemplaza por una función $y = f(x)$, tal que $y = \log(x)$, la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log – normal, $N(Y, S_y)$. Los valores originales de la variable aleatoria x , deben ser transformados a $y = \log x$, de tal manera que:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \log x_i / n$$

Donde Y : Es la media de los datos de la muestra transformada

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}}$$

Donde S_y : Es la desviación estándar de los datos de la muestra transformada.

Asimismo, se tiene las siguientes relaciones:

$$Cs = a/S^3y$$

$$a = \frac{n}{(n-a)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^3$$

Donde Cs es el coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada. (Monsalve, 1999).

6.3.1.1.3. DISTRIBUCION LOG NORMAL 3 PARAMETROS

La función de densidad de x es:

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)\sqrt{(2\pi)S_y}} e^{-1/2\left(\frac{\ln(x-x_0)-u_y}{S_y}\right)^2}$$

Para $x > x_0$

Donde:

x_0 : parámetro de posición

u_y : parámetro de escala o media

S_y : parámetro de forma o varianza

6.3.1.1.4. DISTRIBUCION GAMMA 2 PARAMETROS

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta \gamma \Gamma(\gamma)}$$

Valido para:

$$0 \leq x < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

Dónde:

γ : Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

6.3.1.1.5. DISTRIBUCION GAMMA 3 PARAMETROS

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta \gamma r(\gamma)}$$

Válido para:

$$x_0 \leq x < \infty$$

$$-\infty < x_0 < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

Donde:

x_0 : Origen de la variable x , parámetro de posición

γ : Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

6.3.1.1.6. DISTRIBUCION LOG PEARSON TIPO III

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x \beta \gamma r(\gamma)}$$

Valido para:

$$x_0 \leq x < \infty$$

$$-\infty < x_0 < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

Donde:

x_0 : Parámetro de posición

γ : Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

6.3.1.1.7. DISTRIBUCION GUMBEL

La distribución de valores tipo I conocida como Distribución Gumbel o Doble Exponencial, tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión:

$$f(x) = e^{-e^{-a(x-\beta)}}$$

“

Utilizando el método de momentos, se obtienen las siguientes relaciones:

$$a = \frac{1.2825}{\sigma}$$
$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde:

α : Parámetro de concentración

β : Parámetro de localización

Según Ven Te Chow, la distribución puede expresarse de la siguiente forma:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x$$

Donde:

x: Valor con una probabilidad dada

\bar{x} : Media de la serie

k: Factor de frecuencia

DISTRIBUCION LOG GUMBEL

La variable aleatoria reducida Log Gumbel, se define como:

$$y = \frac{\ln x - \mu}{\alpha}$$

Con lo cual, la función acumulada reducida log Gumbel es:

$$G(y) = e^{-e^{-y}}$$

En la tabla 7.5 se presenta las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno. Los datos fueron procesados mediante el uso del software Hidroesta.

Tabla 6.5. Precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno estación Huamachuco

Fuente: Elaboración propia.

6.3.1.2. PRUEBAS DE BONDAD DEL AJUSTE

Para saber que distribución de probabilidad teórico se ajusta mejor a los datos obtenidos en el Hidroesta, se realiza la prueba de bondad del ajuste. Las pruebas de bondad del ajuste más conocidas son la X2 y la Kolmogorov-Smirnov, siendo la utiliza y recomendada la siguiente:

Prueba Kolmogorov – Smirnov Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de

Años (Tr)	Pmax 24 H (mm) D. Normal	Pmax 24 H (mm) D. LogNormal 2P	Pmax 24 H (mm) D. LogNormal 3P	Pmax 24 H (mm) D. Gamma 2P	Pmax 24 H (mm) D. Gamma 3P	Pmax 24 H (mm) D. LogPearson III	Pmax 24 H (mm) D. Gum bel	Pmax 24 H (mm) D. LogGum bel
500	55.41	60.26	62.74	57.34	63.24	64.89	66.15	80.98
200	53.27	56.81	58.54	54.63	59.22	60.17	61.08	70.44
100	51.50	54.12	55.34	52.44	56.06	56.59	57.24	63.37
50	49.57	51.32	52.08	50.10	52.78	53.00	53.38	56.99
25	47.42	48.37	48.74	47.57	49.35	49.36	49.50	51.21
20	46.67	47.38	47.64	46.71	48.21	48.17	48.24	49.46
10	44.10	44.14	44.09	43.83	44.50	44.39	44.26	44.34
5	40.98	40.51	40.25	40.50	40.25	40.36	40.12	39.56
2	35.02	34.38	34.10	34.59	33.94	34.03	33.86	33.30
ΔTeórico	0.1315	0.0938	0.0831	0.1034	0.09875	0.08977	0.0896	0.1004
ΔTabular	0.3041	0.3041	0.3041	0.3041	0.3041	0.3041	0.3041	0.3041

probabilidad observada $F_o(x_m)$ y la estimada $F(x_m)$:

$$D = \max |F_o(x_m) - F(x_m)|$$

Con un valor crítico d que depende del número de datos y el nivel de significancia seleccionado (Tabla 7.6). Si $D < d$ se acepta la hipótesis nula. Esta prueba tiene la ventaja sobre la prueba de X^2 de que compara los datos con el modelo estadístico sin necesidad de agruparlos. La función de distribución de probabilidad observada se calcula como:

$$F(x_m) = 1 - m/(n + 1)$$

Donde m es el número de orden de dato x_m en una lista de mayor a menor y n es el número total de datos. (Aparicio, 1996)

Tabla 7.6. Valores críticos d para la prueba de Kolmogorov – Smirnov

<i>n</i>	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002	0.001
1	0.90000	0.95000	0.97500	0.99000	0.99500	0.99750	0.99900	0.99950
2	0.68337	0.77639	0.84189	0.90000	0.92929	0.95000	0.96838	0.97764
3	0.56481	0.63604	0.70760	0.78456	0.82900	0.86428	0.90000	0.92065
4	0.49265	0.56522	0.62394	0.68887	0.73424	0.77639	0.82217	0.85047
5	0.44698	0.50945	0.56328	0.62718	0.66853	0.70543	0.75000	0.78137
6	0.41037	0.46799	0.51926	0.57741	0.61661	0.65287	0.69571	0.72479
7	0.38148	0.43607	0.48342	0.53844	0.57581	0.60975	0.65071	0.67930
8	0.35831	0.40962	0.45427	0.50654	0.54179	0.57429	0.61368	0.64098
9	0.33910	0.38746	0.43001	0.47960	0.51332	0.54443	0.58210	0.60846
10	0.32260	0.36866	0.40925	0.45562	0.48893	0.51872	0.55500	0.58042
11	0.30829	0.35242	0.39122	0.43670	0.46770	0.49539	0.53135	0.55588
12	0.29577	0.33815	0.37543	0.41918	0.44905	0.47672	0.51047	0.53422
13	0.28470	0.32549	0.36143	0.40362	0.43247	0.45921	0.49189	0.51490
14	0.27481	0.31417	0.34890	0.38970	0.41762	0.44352	0.47520	0.49753
15	0.26589	0.30397	0.33750	0.37713	0.40420	0.42934	0.45611	0.48182
16	0.25778	0.29472	0.32733	0.36571	0.39201	0.41644	0.44637	0.46750
17	0.25039	0.28627	0.31796	0.35528	0.38086	0.40464	0.43380	0.45540
18	0.24360	0.27851	0.30936	0.34569	0.37062	0.39380	0.42224	0.44234
19	0.23735	0.27136	0.30143	0.33685	0.36117	0.38379	0.41156	0.43119
20	0.23156	0.26473	0.29408	0.32866	0.35241	0.37451	0.40165	0.42085
21	0.22517	0.25858	0.28724	0.32104	0.34426	0.36588	0.39243	0.41122
22	0.22115	0.25283	0.28087	0.31394	0.33666	0.35782	0.38382	0.40223
23	0.21646	0.24746	0.27491	0.30728	0.32954	0.35027	0.37575	0.39380
24	0.21205	0.24242	0.26931	0.30104	0.32286	0.34318	0.36787	0.38588
25	0.20790	0.23768	0.26404	0.29518	0.31657	0.33651	0.36104	0.37743
26	0.20399	0.23320	0.25908	0.28962	0.30963	0.33022	0.35431	0.37139
27	0.20030	0.22898	0.25438	0.28438	0.30502	0.32425	0.34794	0.36473
28	0.19680	0.22497	0.24993	0.27942	0.29971	0.31862	0.34190	0.35842
29	0.19348	0.22117	0.24571	0.27471	0.29466	0.31327	0.33617	0.35242
30	0.19032	0.21756	0.24170	0.27023	0.28986	0.30818	0.33072	0.34672
31	0.18732	0.21412	0.23788	0.26596	0.28529	0.30333	0.32553	0.34129
32	0.18445	0.21085	0.23424	0.26189	0.28094	0.29870	0.32058	0.33611
33	0.18171	0.20771	0.23076	0.25801	0.27577	0.29428	0.31584	0.33115
34	0.17909	0.21472	0.22743	0.25429	0.27271	0.29005	0.31131	0.32641
35	0.17659	0.20185	0.22425	0.25073	0.26897	0.28600	0.30597	0.32187
36	0.17418	0.19910	0.22119	0.24732	0.26532	0.28211	0.30281	0.31751
37	0.17188	0.19646	0.21826	0.24404	0.26180	0.27838	0.29882	0.31333
38	0.16966	0.19392	0.21544	0.24089	0.25843	0.27483	0.29498	0.30931
39	0.16753	0.19148	0.21273	0.23785	0.25518	0.27135	0.29125	0.30544

El análisis de la prueba de bondad del ajuste según Kolmogorov-Smirnov para la estación pluviométrica Huamachuco; dieron los siguientes resultados:

Distribución Normal	Δ Teórico=0.1315
Distribución Log Norma 2p	Δ Teórico=0.0938
Distribución Log Normal 3p	Δ Teórico=0.0831
Distribución Gamma 2p	Δ Teórico=0.1034
Distribución Gamma 3p	Δ Teórico=0.09875
Distribución Log Pearson III	Δ Teórico=0.08977

Distribución Gumbel Δ Teórico=0.0896

Distribución Log Gumbel Δ Teórico=0.1004

De los valores críticos indicados en la tabla 6.6 (nivel de significancia 0.05, n=20) Δ Tabular = 0.29

Tabla 6.7 Resumen de resultados de análisis de bondad

Resumen de resultados de los análisis de bondad de mejor ajuste Kolmogorov-Smirnov		
Distribución	Huamachuco	
	Delta calc. máx. (1)	Delta de tabla
N	0.1315	0.29
LN2P	0.0938	0.29
LN3P	0.0831	0.29
Ga2P	0.1034	0.29
Ga3P	0.09875	0.29
LP3	0.08977	0.29
Gu	0.0896	0.29
Lgu	0.1004	0.29
Mejor ajuste	LogNormal 3 parámetros	

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que para la estación de Huamachuco el mejor ajuste es la Distribución LogNormal 3 parámetros por tener el menor Δ Teórico = 0.0831.

Tabla 6.8 Mejor ajuste – Distribución Log Pearson III

Tr (años)	Pmax 24hrs (mm)
500	62.74
200	58.54
100	55.34
50	52.08
25	48.74
20	47.64
10	44.09
5	40.25
2	34.1

Fuente: Elaboración propia

6.3.2. PERIODO DE RETORNO Y VIDA UTIL DE LAS ESTRUCTURAS DE DRENAJE

“

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje se le denomina Periodo de Retorno a “El tiempo, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada T años”

El riesgo de falla admisible en función del periodo de retorno y vida útil de la obra está dada por:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

En la tabla siguiente se presenta el valor T para riesgos permisibles R y para la vida útil n de la obra:

Tabla 6.9 Valores de periodo de retorno T (años)

Riesgo Admisible	Vida útil de las obras (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0.10	10	19	29	48	95	190	138	475	950	1899
0.20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144
0.99	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	11	22	44

Fuente: Monsalve, 1999

La selección del periodo de retorno, para el diseño de las obras de drenaje, fueron relacionados y ajustados con los valores mínimos establecidos en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2014), detallándose en la siguiente tabla:

Tabla 6.10 Periodo de retorno para las estructuras de drenaje

Descripción	Riesgo admisible (%)	Vida útil (recomendada por el Manual de Hidrologia)	Periodo de retorno (Tr)
Puentes	25	40 años	139

Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30	25 años	77
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35	15 años	40
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40	15 años	34
Subdrenes	40	15 años	34
Defensas ribereñas	25	40 años	139

Fuente: Elaboración propia, valores máximos recomendados para riesgo admisible y vida útil según manual de hidrología, hidráulica y drenaje (2014).

6.3.3. DETERMINACION DE LA INTENSIDAD DE LA LLUVIA

Para estimar la intensidad a partir de las precipitaciones máximas en 24 horas, existen dos principales métodos:

- Método basado en los perfiles de los perfiles de lluvia del USCS
- El modelo general de Frederich Belle (1969)

El método a utilizar será el modelo de Bell, en la cual permite calcular la lluvia máxima en función del periodo del retorno (años), la duración de la tormenta (min) y la precipitación máxima en una hora de duración y periodo de retronó de 10 años.

La expresión es la siguiente:

$$P_D^T = (0.21 \ln T + 0.52)(0.54D^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

Donde:

D: Duración, en min

T: Periodo de retorno, en años

$P_{t/D}$: Precipitación caída en D min con periodo de retorno de T años

$P_{10/60}$: precipitación caída en 60 min con periodo de retorno de 10 años.

Cálculo del valor de $P_{10/24hr}$

Siendo la Distribución Log Pearson III el mejor ajuste, se procede a calcular la precipitación máxima para 24 horas para un periodo de retorno de 10 años, con ayuda del software Hidroesta:

$$P_{24hr}^{10} = 44.09$$

Cálculo del valor de P10/60

El valor de P60 10, puede ser calculado a partir del modelo de Yance Tueros, que estima la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

$$I = (aP_{24hr}^b)$$

Donde:

I: intensidad máxima, en mm/h

a, b: parámetros del modelo, considerándose 0.4602 y 0.876 respectivamente.

Por lo tanto, el valor de P10/60 es:

$$P_{60}^{10} = 0.4602 * 44.09^{0.876}$$

$$P_{60}^{10} = 12.69 \text{ mm}$$

Tabla 6.11 Lluvias máximas para diferentes D y T

T (años)	Pmáx. 24 horas	P(T=10,t=60)	Duración (t, minutos)					
			5	10	15	20	30	60
500	62.74	12.69	7.12	10.66	13.03	14.87	17.69	23.22
200	58.54	12.69	6.37	9.53	11.66	13.30	15.82	20.77
100	55.34	12.69	5.80	8.68	10.62	12.11	14.41	18.92
50	52.08	12.69	5.23	7.83	9.58	10.93	13.00	17.07
25	48.74	12.69	4.67	6.98	8.54	9.74	11.59	15.22
20	47.64	12.69	4.48	6.71	8.20	9.36	11.14	14.62
10	44.09	12.69	3.92	5.86	7.16	8.17	9.73	12.69
5	40.25	12.69	3.35	5.01	6.13	6.99	8.31	10.92

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.12 Intensidades máximas (mm/hr) para diferentes D y T

T (años)	Pmáx. 24 horas	P(T=10,t=60)	Duración (t, minutos)					
			5	10	15	20	30	60
500	64.89	12.69	85.44	63.95	52.12	44.60	35.37	23.22

“

200	60.17	12.69	76.43	57.21	46.63	39.89	31.64	20.77
100	56.59	12.69	69.62	52.11	42.47	36.34	28.82	18.92
50	53	12.69	62.81	47.01	38.31	32.78	26.00	17.07
25	49.36	12.69	55.99	41.91	34.16	29.22	23.18	15.22
20	48.17	12.69	53.80	40.26	32.82	28.08	22.27	14.62
10	44.39	12.69	46.98	35.16	28.66	24.52	19.45	12.69
5	40.36	12.69	40.17	30.06	24.50	20.97	16.63	10.92

Fuente: Elaboración propia

Para la obtención de la curva de intensidad – duración – frecuencia, se utilizó la siguiente ecuación:

$$i = \frac{KT^m}{t^m}$$

Donde:

I: intensidad máxima (mm/hr)

K,m,n: factores característicos de la zona de estudio

T: periodo de retorno en años

t: duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Tabla 6.13 Resultados del análisis de regresión

Resultados de análisis de regresión		
constante	1.901894122	
Err. Estándar de est. Y	0.017596489	
R cuadrada	0.991164281	
Num. Observaciones	48	
Grado de libertad	47	
Coefficientes X	0.16202718	-0.52710658
Error estándar de coef.	0.00454136	0.008332838

m= 0.16202718
n= 0.52710658
Log k= 1.90189412
k= 79.7800166
T= 500
t= 60

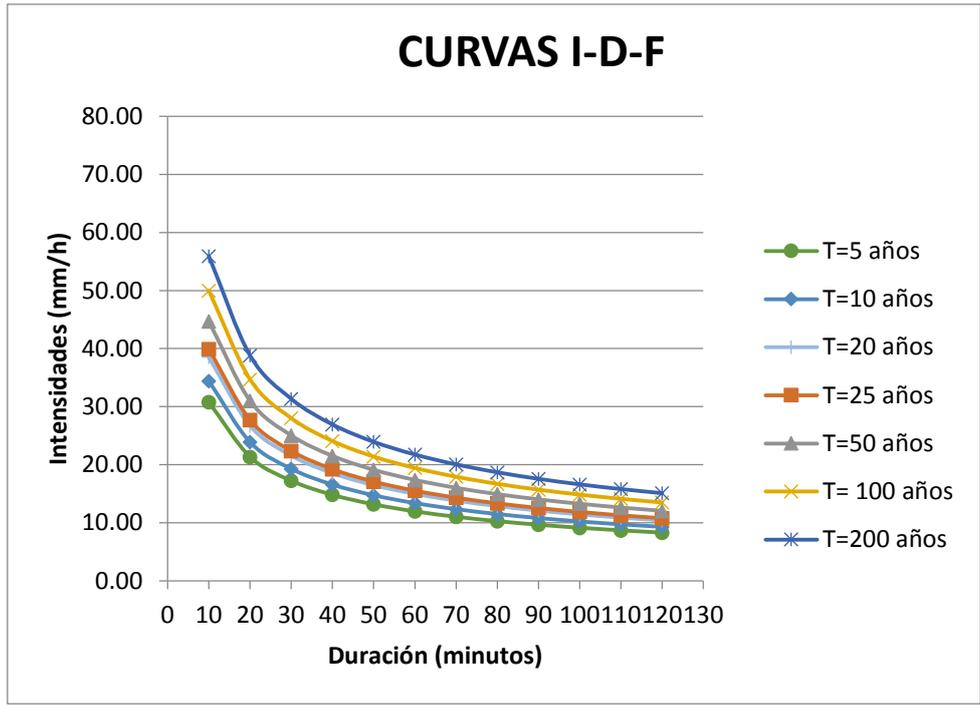
$$I_{max.} = \frac{79.7800166 \times 2.73719984}{8.65516248}$$

$$I_{max.} = 25.2304736 \text{ mm/h}$$

Tabla 6.14 Intensidades máximas de diseño (mm/hr) – Duración - Periodo

Duración (t) min	Periodo de retorno (T) año						
	5	10	20	25	50	100	200
10	30.76	34.42	38.51	39.93	44.68	49.99	55.93
20	21.35	23.89	26.72	27.71	31.00	34.69	38.81
30	17.24	19.29	21.58	22.38	25.04	28.01	31.34
40	14.81	16.58	18.55	19.23	21.51	24.07	26.93
50	13.17	14.74	16.49	17.09	19.13	21.40	23.94
60	11.96	13.39	14.98	15.53	17.37	19.44	21.75
70	11.03	12.34	13.81	14.32	16.02	17.92	20.05
80	10.28	11.50	12.87	13.34	14.93	16.70	18.69
90	9.66	10.81	12.09	12.54	14.03	15.70	17.56
100	9.14	10.23	11.44	11.86	13.27	14.85	16.62
110	8.69	9.73	10.88	11.28	12.62	14.12	15.80
120	8.30	9.29	10.39	10.78	12.06	13.49	15.09

Fuente: Elaboración propia.



6.3.4. TIEMPO DE CONCENTRACION

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje “Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca”

Para determinar el tiempo de concentración el Manual de Hidrología nos brinda varios métodos de diferentes autores, una de ellas es la fórmula de Kirpich, siendo la recomendada y utiliza para los cálculos necesarios en el presente proyecto.

$$t_c = 0.01947 * L^{0.77} * S^{-0.385}$$

Donde:

- Tc: tiempo de concentración en minutos
- L: longitud del canal desde agua arriba hasta la salida, m.
- S: pendiente promedio de la cuenca m/m.

6.3.5. CAUDALES DE DISEÑO

Para la determinación del caudal de diseño; el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje nos presenta algunas metodologías:

- Método ILLA
- Método racional
- Método racional modificada

Para el presente proyecto se utilizará el método racional, en la cual se describe a continuación:

6.3.5.1. METODO RACIONAL

El método racional es uno de los más utilizados para hallar caudales máximos de descarga de las micro cuencas que se encuentren a lo largo del tramo en estudio. Normalmente se utiliza en el diseño de obras de drenaje como lo son las alcantarillas, badenes, etc.

La descarga máxima de diseño, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

Q: Descargar máxima de diseño (m3/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca (Km2)

Coeficiente de escorrentía

Según lo citado en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje “El valor del coeficiente de escorrentía se establecerá de acuerdo a las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas cuyos cursos interceptan el alineamiento de la carretera en estudio.”

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierba, grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

El coeficiente de escorrentía escogido es: 0.45

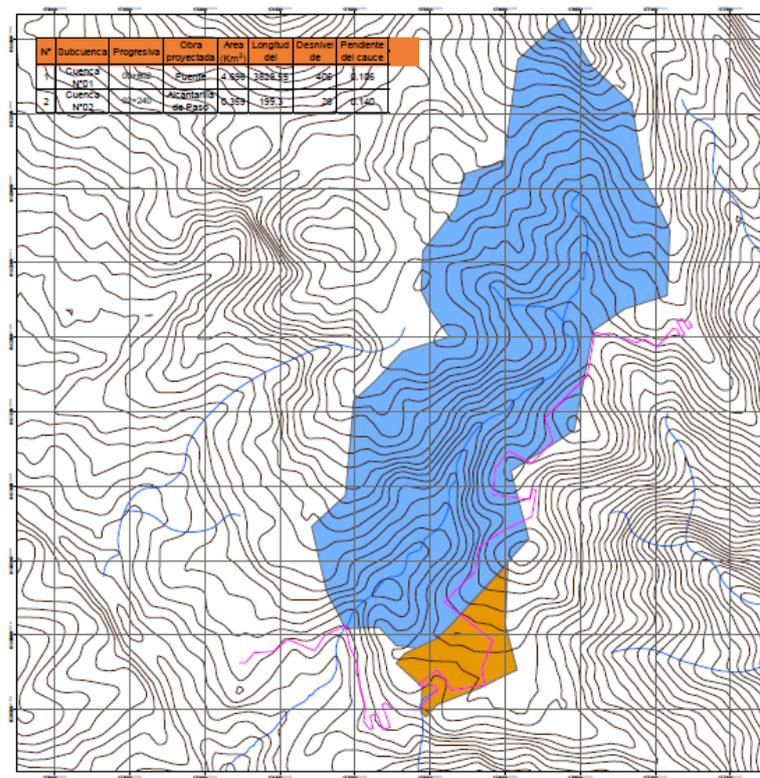
6.4. HIDRAULICA Y DRENAJE

6.4.1. DRENAJE SUPERFICIAL

6.4.1.1. ESTUDIO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

El estudio de cuenca se realizó utilizando el programa ArcGis 10.2, obteniéndose 02 microcuencas a lo largo de todo el tramo en estudio.

Figura 6.4 Delimitación de cuencas con el programa Arcgis



6.4.1.2. CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS

Para el cálculo de caudales máximo se utilizó el método racional.

6.4.1.3. DISEÑO DE CUNETAS

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje las cunetas “son zanjas longitudinales revestidas o sin revestir abiertas en el terreno, ubicadas a ambos lados o a un solo lado de la carretera, con el objetivo de captar, conducir y evacuar adecuadamente los flujos del agua superficial” Las cunetas deberán ser proyectadas en los tramos debajo de los taludes de corte, serán de tipo rectangular para la zona urbana y tipo triangular para la zona rural; y serán construidas de mampostería y concreto armado respectivamente.

El manual mencionado, nos brinda parámetros que relaciona la velocidad de diseño de la carretera con el volumen del tránsito, índice medio diario anual (IMD veh/día) para hallar la inclinación del talud interior de la cuneta (V:H) (1:Z1).

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)	
	< 750	> 750
<70	1:02	(*)
	1:03	
> 70	1:03	1:04

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje

En el presente proyecto una velocidad de diseño menor a 70 Km/h, y un IMDA menor a 750 veh/día, determinando así que el valor del talud interior de la cuneta es 1:2

6.4.1.3.1. CALCULO HIDRAULICO

CAUDAL Q DE APORTE

Para el cálculo del caudal de aporte, se utilizó el método racional, siendo la formula a utilizar la siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Q: Descargar máxima de diseño (m³/s)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A: Área de la cuenca (Km²)

Tabla 6.15 Calculo de caudales de diseño para cunetas

CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO PARA CUNETAS																	
N°	Descripción	PRECIPITACIÓN		TALUD DE CORTE				DRENAJE DE LA CARPETA DE RODADURA				Q 1	Q 2	Qtotal			
		Desde	Hasta	Loagitud (m)	Ancho Tributario (Km)	Area Tributaria (Km2)	C	Periodo de Retorno	Intensidad Maxima (mm/hora)	Ancho Tributario (Km)	Area Tributaria (Km2)	C	Periodo de Retorno	Intensidad Maxima (mm/hora)	Talud m3/seg	Calzada m3/seg	Q1+Q2 m3/seg
1	ALIVIADERO 01	00+000	00+030	0.03 km	0.10	0.003	0.45	10	13.386	0.0035	0.0003	0.2	10	13.386	0.0151	0.00023	0.0153
2	ALIVIADERO 02	00+030	00+340	0.25 km	0.10	0.025	0.45	10	13.386	0.0035	0.0003	0.2	10	13.386	0.0418	0.00065	0.0425
3	ALIVIADERO 03	00+340	00+580	0.24 km	0.10	0.024	0.45	10	13.386	0.0035	0.0008	0.2	10	13.386	0.0402	0.00062	0.0408
4	ALIVIADERO 04	00+580	00+802	0.22 km	0.10	0.022	0.45	10	13.386	0.0035	0.0008	0.2	10	13.386	0.0372	0.00058	0.0378
5	PUENTE	00+802	00+818	0.02 km	0.10	0.002	0.45	10	13.386	0.0035	0.0001	0.2	10	13.386	0.0027	0.00004	0.0027
6		00+818	01+260	0.44 km	0.10	0.044	0.45	10	13.386	0.0035	0.0015	0.2	10	13.386	0.0733	0.00115	0.0751
7	ALIVIADERO 06	01+260	01+360	0.10 km	0.10	0.010	0.45	10	13.386	0.0035	0.0004	0.2	10	13.386	0.0167	0.00026	0.0170
8	ALIVIADERO 07	01+360	01+540	0.18 km	0.10	0.018	0.45	10	13.386	0.0035	0.0006	0.2	10	13.386	0.0301	0.00047	0.0306
9	ALIVIADERO 08	01+540	01+660	0.12 km	0.10	0.012	0.45	10	13.386	0.0035	0.0004	0.2	10	13.386	0.0201	0.00031	0.0204
10	ALIVIADERO 09	01+660	01+730	0.13 km	0.10	0.013	0.45	10	13.386	0.0035	0.0005	0.2	10	13.386	0.0218	0.00034	0.0221
11	ALIVIADERO 10	01+730	01+970	0.18 km	0.10	0.018	0.45	10	13.386	0.0035	0.0006	0.2	10	13.386	0.0301	0.00047	0.0306
12	ALIVIADERO 11	01+970	02+240	0.27 km	0.10	0.027	0.45	10	13.386	0.0035	0.0003	0.2	10	13.386	0.0452	0.00070	0.0453
13	ALC. PASO 01	02+240	02+560	0.32 km	0.10	0.032	0.45	10	13.386	0.0035	0.0011	0.2	10	13.386	0.0535	0.00083	0.0544
14	ALIVIADERO 12	02+560	02+720	0.16 km	0.10	0.016	0.45	10	13.386	0.0035	0.0006	0.2	10	13.386	0.0268	0.00042	0.0272
15	ALIVIADERO 13	02+720	02+800	0.08 km	0.10	0.008	0.45	10	13.386	0.0035	0.0003	0.2	10	13.386	0.0134	0.00021	0.0136
16	ALIVIADERO 14	02+800	03+300	0.50 km	0.10	0.050	0.45	10	13.386	0.0035	0.0018	0.2	10	13.386	0.0837	0.00130	0.0850
17	ALIVIADERO 15	03+300	03+540	0.24 km	0.10	0.024	0.45	10	13.386	0.0035	0.0008	0.2	10	13.386	0.0402	0.00062	0.0408
18	ALIVIADERO 16	03+540	03+780	0.24 km	0.10	0.024	0.45	10	13.386	0.0035	0.0008	0.2	10	13.386	0.0402	0.00062	0.0408
19	ALIVIADERO 17	03+780	04+120	0.34 km	0.10	0.034	0.45	10	13.386	0.0035	0.0012	0.2	10	13.386	0.0563	0.00088	0.0578
20	ALIVIADERO 18	04+120	04+340	0.22 km	0.10	0.022	0.45	10	13.386	0.0035	0.0008	0.2	10	13.386	0.0368	0.00057	0.0374
21	ALIVIADERO 19	04+340	04+540	0.20 km	0.10	0.020	0.45	10	13.386	0.0035	0.0007	0.2	10	13.386	0.0335	0.00052	0.0340
22	ALIVIADERO 20	04+540	04+730	0.25 km	0.10	0.025	0.45	10	13.386	0.0035	0.0003	0.2	10	13.386	0.0418	0.00065	0.0425
23	ALIVIADERO 21	04+730	05+130	0.34 km	0.10	0.034	0.45	10	13.386	0.0035	0.0012	0.2	10	13.386	0.0563	0.00088	0.0578
24	ALIVIADERO 22	05+130	05+400	0.27 km	0.10	0.027	0.45	10	13.386	0.0035	0.0003	0.2	10	13.386	0.0452	0.00070	0.0453
25	ALIVIADERO 23	05+400	05+580	0.18 km	0.10	0.018	0.45	10	13.386	0.0035	0.0006	0.2	10	13.386	0.0301	0.00047	0.0306
26	ALIVIADERO 24	05+580	05+820	0.24 km	0.10	0.024	0.45	10	13.386	0.0035	0.0008	0.2	10	13.386	0.0402	0.00062	0.0408
27	ALIVIADERO 25	05+820	05+880	0.06 km	0.10	0.006	0.45	10	13.386	0.0035	0.0002	0.2	10	13.386	0.0100	0.00016	0.0102
28	ALIVIADERO 26	05+880	06+160	0.28 km	0.10	0.028	0.45	10	13.386	0.0035	0.0010	0.2	10	13.386	0.0463	0.00073	0.0476
29	ALIVIADERO 27	06+160	06+380	0.22 km	0.10	0.022	0.45	10	13.386	0.0035	0.0008	0.2	10	13.386	0.0368	0.00057	0.0374
30	ALIVIADERO 28	06+380	06+540	0.16 km	0.10	0.016	0.45	10	13.386	0.0035	0.0006	0.2	10	13.386	0.0268	0.00042	0.0272
31	ALIVIADERO 29	06+540	06+820	0.28 km	0.10	0.028	0.45	10	13.386	0.0035	0.0010	0.2	10	13.386	0.0463	0.00073	0.0476
32	ALIVIADERO 30	06+820	07+110	0.29 km	0.10	0.029	0.45	10	13.386	0.0035	0.0010	0.2	10	13.386	0.0485	0.00075	0.0493
33	ALIVIADERO 31	07+110	07+230	0.12 km	0.10	0.012	0.45	10	13.386	0.0035	0.0004	0.2	10	13.386	0.0201	0.00031	0.0204
34	ALIVIADERO 32	07+230	07+408	0.18 km	0.10	0.018	0.45	10	13.386	0.0035	0.0006	0.2	10	13.386	0.0298	0.00046	0.0303
															Max	0.0850	

Para el cálculo de la capacidad de las cunetas es necesario utilizar la ecuación de Manning por el principio de flujo en canales abiertos, con el fin de hallar el caudal existente en la cuneta; siendo la siguiente la formula a utilizar:

$$Q = \frac{(A * R_h^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}})}{n}$$

Donde:

Q= Caudal (m3/seg)

A= Área de la sección (m2)

P= Perímetro mojado (m)

Rh= A/P Radio Hidráulico (m) (área de la sección entre el perímetro mojado) S= Pendiente del fondo (m/m)

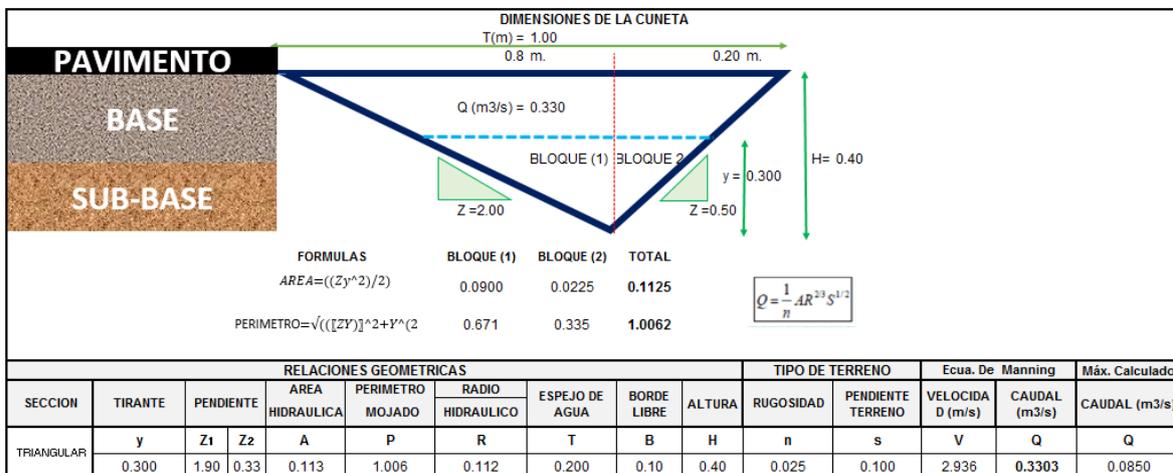
n= Coeficiente de rugosidad de Manning

Para el caso de las dimensiones de la cuneta el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, nos recomienda dimensiones dadas en función del tipo de región.

Tabla 6.16 Dimensiones mínimas para cuneta

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.20	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.30	0.75
Muy lluviosa (De 1600 a <3000 mm/año)	0.40	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.20

Para el coeficiente rugosidad de Manning se utilizó como valor a 0.025 para cales de tierra.



Fuente: Elaboración propia

De los cálculos obtenemos una capacidad de cuneta de 0.3303 m³/s, cumpliendo de que el caudal de diseño sea menor que el caudal de las cunetas, y una velocidad de 2.936 m/s que se encuentra dentro de los rangos permitidos para el diseño.

6.4.1.4. DISEÑO DE ALCANTARILLA

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje define a una alcantarilla como “a la estructura cuya luz sea menor a e m y su función es evacuar el flujo superficial proveniente de cursos naturales o artificiales que interceptan la carretera”

6.4.1.4.1. UBICACIÓN EN PLANTA

La ubicación ideal de las alcantarillas en planta, es la que se sigue a la dirección de la corriente de agua. En el proyecto se consideró 01 alcantarillas que facilitaran el drenaje de las quebradas.

6.4.1.4.2. PENDIENTE LONGITUDINAL

La pendiente longitudinal de la alcantarilla no debe alterar los procesos geomorfológicos, como la erosión y sedimentación; es por ello que la pendiente no debe ser exagerada ya que podría ocasionar el colapso de la estructura.

6.4.1.4.3. ELECCION DEL TIPO DE ALCANTARILLA

TIPO Y SECCION

Los tipos de alcantarillas más comunes son las de marco de concreto, tuberías metálicas corrugadas, tuberías de concreto y tuberías de polietileno de alta densidad; y en el caso de la sección de la alcantarilla las más usuales son las circulares, rectangulares y cuadradas.

Para el presente proyecto se consideran las alcantarillas tipo acero corrugado y de sección circular.

MATERIALES

La selección del tipo de material será de acuerdo a los criterios establecidos por el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. El material optado para este proyecto es utilizar material de concreto armado.

6.4.1.4.4. DISEÑO HIDRAULICO

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje define como “El cálculo hidráulico considerado para establecer las dimensiones mínimas de la sección para las alcantarillas a proyectarse, es lo establecido por la fórmula de Robert Manning” para canales abiertos y tuberías, por ser el procedimiento más utilizado y de fácil aplicación, la cual permite obtener la velocidad del flujo y caudal para una condición de régimen uniforme mediante la siguiente relación:

Con el uso del Software H canales, se realizó el cálculo hidráulico de las alcantarillas de alivio, obteniendo los siguientes resultados:

Figura 7.6 Cálculo del caudal de aliviadero

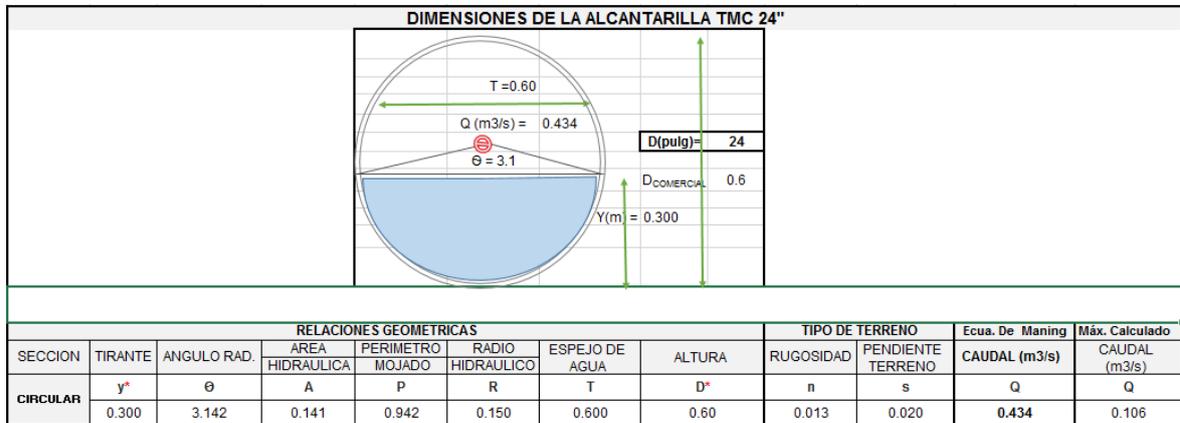
Datos de Entrada	
Lugar:	Sanchez Carrion
Tramo:	Vaqueria-Pampatac-Suruai
Proyecto:	2017-I
Revestimiento:	

Datos de Entrada	
Tronco (y):	0.3 m
Diámetro (d):	0.60 m
Rugosidad (n):	0.025
Pendiente (S):	0.02 m/m

Resultados	
Caudal (Q):	0.2258 m ³ /s
Area hidráulica (A):	0.1414 m ²
Radio hidráulico (R):	0.1500 m
Número de Froude (F):	1.0504
Tipo de flujo:	Supercrítico
Velocidad (v):	1.5970 m/s
Perímetro mojado (p):	0.9425 m
Espejo de agua (T):	0.6000 m
Energía específica (E):	0.4300 m-Kg/Kg

Fuente: Software de diseño H canales

Figura 7.7 Resumen de resultados de dimensiones de alcantarilla de alivio



Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO VII

DISEÑO GEOMÉTRICO

CAPITULO VII: DISEÑO GEOMETRICO

7.1. CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA

El diseño de la carretera se rige a las normas peruanas de diseño geométrico DG-2014, la cual brinda los parámetros básicos para el diseño de vías de bajo tránsito. Tiene en cuenta el tránsito que soportará la carretera para el diseño de la capa de rodadura que tendrá la carretera.

7.1.1. CLASIFICACIÓN POR SU FUNCION

Carreteras de la red vial vecinal o rural.

7.1.2. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A SU DEMANDA

Carretera de tercera clase. IMD hasta 400 veh/día.

7.1.3. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A SU OROGRAFIA.

Carretera en terreno accidentado.

7.2. PARÁMETROS BÁSICOS PARA EL DISEÑO

7.2.1. ESTUDIO DE TRAFICO

7.2.1.1. CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

IDENTIFICACION DE VEHICULOS

Los vehículos que tienen mayor incidencia de paso por el tramo en estudio son los que se mencionan a continuación:

Vehículos ligeros

- Automóvil
- Camioneta Pick Up
- Camioneta rural

Vehículos pesados

- Camión 2 ejes
- Camión 3 ejes
- Semi tráiler

ESTACIONES DE CONTEO VEHICULAR

En el presente estudio se ha considera 2 estaciones de conteo vehicular, ubicadas una en el caserío Pampatac y otra al final de la carretera.

ESTACION	UBICACIÓN	TRAMO	DIAS DE CONTEO	FECHA DE ESTUDIO
E1	PAMPATAC	Km 03+220.00	7	25/09/2016
E2	FIN DE CARRETERA	Km 07+700.00	7	25/09/2016

7.2.1.2. METODOLOGÍA

Las estaciones de conteo se ubicaron en puntos estratégicos a lo largo de la carretera, con la finalidad de identificar los tramos de influencia de tráfico. Se realizó el conteo del tráfico en ambos sentidos a lo largo de 7 días de lunes a domingo.

7.2.1.3. RECOPIACION DE INFORMACIÓN

La información para el desarrollo de estudio de tráfico se obtuvo de dos fuentes diferentes, la primera fue mediante documentos referenciales de acuerdo al tema de IMD y sus factores de corrección del Ministerio de Transportes y comunicaciones y la segunda fue por medios propios mediante el conteo vehicular.

7.2.1.4. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los resultados obtenidos mediante el conteo vehicular serán comparados con estudios de IMD relacionados al área de influencia del proyecto. En estos datos se registrarán los vehículos por hora, por día y por sentido (salida y entrada) teniendo en cuenta el tipo de vehículo.

7.2.1.5. DETERMINACION DEL INDICE MEDIO ANUAL (IMDA)

Según el Manual de diseño geométrico DG-2014 el IMDA, “Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días de año, previsible o existente en una sección dada de la vía”.

El diseño se realizará según el volumen de tráfico de vehículos que circula por el tramo correspondiente para un volumen de tráfico específico, incrementado por la tasa que nos indica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para nuestras localidades en específico.

Para la obtención de IMDA se podrá hacer uso de la siguiente fórmula para su aplicación.

$$IMD_a = IMD_S * FC$$

Donde:

IMDA: Índice Medio Diario Anual
 IMDS: Índice Medio Diario de cada día de conteo
 FC: Factor de corrección.

Para hallar el índice medio diario, se calcula el conteo de vehículos por 7 días.

$$IMD_S = \left(\frac{V_{lun} + V_{mar} + V_{mier} + V_{jue} + V_{vie} + V_{sab} + V_{dom}}{7} \right)$$

Donde:

V (lun, mar, mie, jue, vie, sab, dom) = Volumen clasificado por día.

7.2.1.6. FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL

El factor de corrección varía de acuerdo al mes del año (enero, febrero, etc.), estaciones (invierno, primavera, verano y otoño), festividades y vacaciones, etc. Siendo necesario para hallar el IMDA, utilizar dicho factor.

El peaje que se tomó como referencia a la carretera en estudio es el de Virú, debido a que es el más cercano encontrado a nuestro tramo de estudio. Para esto se realiza el promedio del factor de corrección que se tiene desde el año 2000 – 2010.

FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL PROMEDIO	AÑO	VEHICULOS PESADOS	VEHICULOS LIGEROS
	2010	1.0062095	1.0534623

7.2.1.7. ESTUDIO VOLUMETRICO

Para el estudio volumétrico se necesita determinar las características de hoy en día y proyectadas al futuro en el tráfico; es decir, las que van a variar en toda su longitud, por ello se necesita definir los tramos homogéneos.

7.2.1.8. TRAMOS HOMOGENEOS

Los tramos homogéneos que se han identificado en el presente proyecto, son dos los cuales son: Vaquería – Pampatac, Pampatac – Fin de carretera (Emp. LI 838). Pues en estos puntos el tráfico Varía. Por una minuciosa observación realizadas en el lugar de estudio, preguntas a los pobladores del lugar y autoridades zonales, se ha logrado determinar que una gran cantidad de vehículos ligeros y pesados circulan por la zona y necesitan trasladar sus productos para venta y/o comprar elementos de primera necesidad.

7.2.2. RESULTADOS DEL CONTEO VEHICULAR

Se realizó el conteo y se llevó a gabinete a procesar y analizar la información recopilada, siendo ordenada en tablas y gráficos con indicadores de vehículos y el sentido al que se dirigen. La información se ha dividido en las dos estaciones.

ESTACION E1: VAQUERIA – PAMPATAC

En la estación E1 que parte desde el caserío Pampatac hacia el caserío Vaquería, se realizó el conteo de vehículos por siete días desde el lunes hasta el domingo, de forma minuciosa desde las 7am hasta las 10pm.

ESTACION E2: PAMPATAC – FIN DE CARRETERA

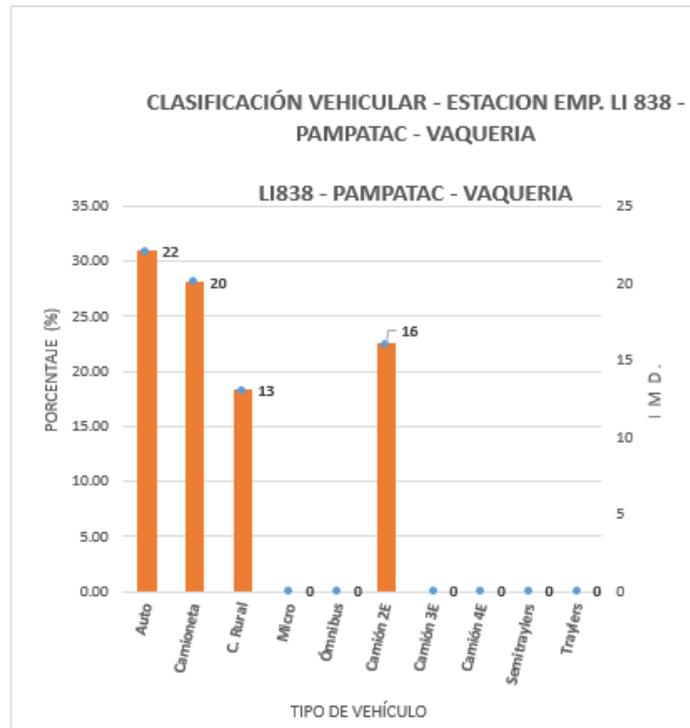
En la estación E2 que parte desde el fin de carretera hacia el caserío Pampatac. Se realizó el conteo de vehículos por siete días desde el lunes hasta el domingo, de forma minuciosa desde las 7am hasta las 10pm.

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR																				
TRAMO CARRETERA		FIN DE CARRETERA				UBICACIÓN		KM 07-620.00												
CÓDIGO		E - 2				SENTIDO		EMP. LI 838 - PAMPATAC												
ESTACIÓN		EMP. LI 838																		
HORA	AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL	5000L		2E	3E	4E	2S/2S2	2S3	3S/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
DIAGRA.	VEN																			
07-08	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10.0		
08-09	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.7		
09-10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.7		
10-11	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10.0		
11-12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0		
12-13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3.3		
13-14	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.7		
14-15	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.7		
15-16	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.7		
16-17	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	13.3		
17-18	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10.0		
18-19	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	10.0		
19-20	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3.3		
20-21	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6.7		
21-22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0		
TOTAL	10	9	4	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	100.0		
%	33.33	30.00	13.33	0.00	0.00	0.00	23.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100	30		

7.2.3. INDICE MEDIO DIARIO ANUAL DEL TRAMO EN ESTUDIO

La carretera en estudio está conformada por 2 tramos; tiene un volumen de transito propias de la zona, presenta transporte liviano para transportar a la población hacia la ciudad de Huamachuco y transporte pesado encargado de transportar los productos agrícolas de las zonas hacia los principales mercados de la ciudad de Huamachuco.

Auto	Camioneta	C. Rural	Micro	Ómnibus	Camión 2E	Camión 3E	Camión 4E	Semitraylers	Traylers
22	20	13	0	0	16	0	0	0	0
30.99	28.17	18.31	0.00	0.00	22.54	0.00	0.00	0.00	0.00



**VARIACIÓN HORARIA - ESTACIÓN LI 838 - PAMPATAC -
VAQUERIA**



7.2.4. CALCULO DE EJES EQUIVALENTES

Índice Medio: La vía actual está diseñada bajo parámetros de bajo tránsito, por lo tanto, no cumple con las características geométricas de una carretera de tercera clase.

Por consiguiente, es necesario establecer el valor del volumen de tránsito con una proyección al final del periodo de diseño. Esta proyección es el resultado del producto entre el volumen de tránsito actual por una tasa de crecimiento. La tasa de crecimiento lo determina el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

CALCULO DE TASAS DE CRECIMIENTO Y PROYECCION

Se calculará el tránsito utilizando la formula siguiente:

$$Pf = P_o(1 + T_c)^{n-1}$$

Donde:

Pf: Tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

Po: Tránsito actual (año base 0) en veh/día.

- n= Años del periodo de diseño.
- Tc: Tasa anual de crecimiento socio-económico (*)
normalmente entre 2% y 6% a criterio del equipo del estudio.

Según las DG-2014 “La proyección puede también dividirse en dos partes. Una proyección para vehículos de pasajeros que crecerá aproximadamente al ritmo de la tasa de crecimiento de la población; y una proyección de vehículos de carga que crecerá aproximadamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos índices de crecimiento correspondientes a la región, que normalmente cuenta con datos estadísticos de estas tendencias.”

- Tasa de crecimiento poblacional de la localidad: 1.30%
- Tasa de crecimiento económico PBI del departamento: 2.20%

Después de procesar la información en la fórmula para el cálculo del tráfico, se halla la cantidad de repeticiones de carga, en nuestro proyecto de investigación se realizó el estudio para cada tramo. Para hallar sus ejes equivalentes se necesita aplicar la siguiente fórmula:

$$ESAL = 365 * IMD * \left(\frac{(1 - Rt)^N - 1}{N} \right) * EE$$

Donde:

- IMD: Índice Medio Diario corregido
- Rt: Tasa de crecimiento anual expresada en porcentaje
- N: Periodo de análisis – años
- EE: Factores destructivos o ejes equivalentes según tipo de vehículo, para ello se empleó el capítulo VI, del manual de carreteras, suelos, geología y pavimentos, elaborados por el MTC.

TABLA 5.9. TRAFICO TOTAL EN LA E1

Carretera de tercera clase 2 carriles por calzada	
Periodo de diseño	10 años
Tasa de crecimiento poblacional	1.3%
Tasa de crecimiento economía	2.2%
Factor carril	0.5
Factor direccional	1.0

ANALISIS DEL TRAFICO

Factor de crecimiento FC	10.61
	11.05

TABLA 5.10. TRAFICO TOTAL EN LA E2

Carretera de tercera clase 2 carriles por calzada	
Periodo de diseño	10 años
Tasa de crecimiento poblacional	1.3%
Tasa de crecimiento economía	2.2%
Factor carril	0.5
Factor direccional	1.0

ANALISIS DEL TRAFICO

Factor de crecimiento FC	10.61
	11.05

ESTACION 02					
TIPO DE VEHICULO	VEHIC/DIA	F.C.	F. ESAL	TRAFICO	EE
AUTOMOVILES	9	10.61	0.0001	34840	4
PICK UP	8	10.61	0.002	30969	46
CAMIONETA RURAL	9	10.61	0.003	34840	118
CAMION 2 EJES	3	11.05	4.50	12100	54495
					54663

7.2.5. CLASIFICACION DE VEHICULOS

De acuerdo a un estudio socioeconómico realiza y gracias a las características

ESTACION 01					
TIPO DE VEHICULO	VEHIC/DIA	F.C.	F. ESAL	TRAFICO	EE
AUTOMOVILES	12	10.61	0.0001	46453	6
PICK UP	12	10.61	0.002	46453	70
CAMIONETA RURAL	11	10.61	0.003	42582	145
CAMION 2 EJES	4	11.05	4.50	16133	72658
					72879

geométricas que tendrá la vía, se determina el vehículo de diseño el mismo que será un C2 (camión de 2 ejes: peso bruto máximo de 18 a 20 Tn y long. Max. de 12.30m)

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C2		12,30	7	11	---	---	---	18

Fuente: Reglamento Nación de Vehículos

VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño es uno de los criterios más importantes al momento de realizar el diseño de una carretera. En resumen, el diseño geométrico de una carretera se basa en la velocidad directriz, tiene tanta influencia para el diseño de radios mínimos, peraltes, pendientes, etc. Es por ello que se debe elegir muy bien la velocidad de diseño. Para seleccionar la velocidad de diseño se tiene en cuenta la categoría de la carretera a diseñar, como también el tipo de orografía del terreno.

En terreno accidentados no es recomendable velocidades altas debido al gran costo que significaría la construcción de obras adicionales y al gran movimiento de tierra que se debería ejecutar.

En este proyecto se han incluido 2 tramos homogéneos que serán diseñados para su respectiva velocidad de diseño de un tramo homogéneo.

TABLA 5.12 RANGOS DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO EN FUNCION A LA CLASIFICACION DE LA CARRETERA POR DEMANDA Y OROGRAFIA.

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Fuente: Manual de Carreteras

La velocidad de diseño adoptada para el proyecto al ser una carretera de tercera clase con una orografía accidentada es de:

VD: 30 Km/h

7.3. ELEMENTOS DE DISEÑO GEOMETRICO

Los elementos que definen la geometría de la carretera son:

- Velocidad de diseño.
- Distancia de visibilidad de paradas y de paso.
- Estabilidad de la plataforma de la carretera, peraltes, superficies de rodadura, obras de arte y taludes.
- Preservación del medio ambiente.

En este proyecto se incluye la forma en que debe resolverse los aspectos de diseño de carretera, tales como estabilización de taludes, preservación del

“

ambiente, seguridad vial y diseño geométrico, incluyendo estudios básicos necesario, tales como topografía, geología, suelos, canteras e hidrología.

7.4. DISEÑO GEOMETRICO DE LA VIA

7.4.1. VELOCIDAD DE DISEÑO DE TRAMO HOMOGENEO

Según DG-2014 “La velocidad de diseño está definida en función a la clasificación por demanda u orografía a diseñarse. A cada tramo homogéneo se le puede asignar la velocidad de diseño en el rango que se indica.”

Los radios mínimos de curvas, sobreeanchos, peraltes, curvas horizontales y verticales, distancias de visibilidad, longitud de transiciones y todos los parámetros que gobiernan el diseño de la vía, se calculan en función de la velocidad de diseño.

VARIACIONES DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO

Según DG-2014 “Si debido a un marcado cambio en el tipo de terreno en un corto sector de la ruta, la diferencia de su velocidad de diseño no deberá ser mayor a 10 Km/hr.”

Para el proyecto se han adoptado dos velocidades de diseño diferentes:

- 20 Km/hr
- 30 Km/hr

7.4.2. DISTANCIA DE VISIBILIDAD

Según DG-2014 “Es la longitud continua hacia delante de la carretera que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar.” En el diseño se consideran tres distancias de visibilidad:

- Visibilidad de parada.
- Visibilidad de adelantamiento.
- Visibilidad para cruzar una carretera.

7.4.2.1. VISIBILIDAD DE PARADA

Según DG-2014 “Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria”.

Se calcula mediante la fórmula:

$$Dp = \frac{V * tp}{3.6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

Donde:

- Dp: Distancia de parada en metros
- V: Velocidad de diseño
- Tp: Tiempo de percepción más reacción en segundos
- F: Coeficiente de fricción pavimento húmedo
- I: Pendiente longitudinal

En todos los puntos de la carretera la distancia de visibilidad debe ser mayor a la distancia de visibilidad de parada.

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	287	310	338	375	267	252	238

VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO

Según Dg-2014 “Distancia de visibilidad de adelantamiento (paso) es la mínima distancia que debe ser visible a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro vehículo que viaja a velocidad 15 Km/h menor, con

comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad de diseño”.

VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO ADELANTADO (km/h)	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V (km/h)	MÍNIMA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO D_A (m)	
			CALCULADA	REDONDEADA
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: Manual de Carreteras

Estas serán las distancias de adelantamiento para el presente proyecto:

VD: 20 Km/hr: 130 metros

VD: 30 Km/hr: 200 metros

7.4.3. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

7.4.3.1. GENERALIDADES

El alineamiento horizontal está en función principalmente del relieve del terreno, los radios de curva deben proveer la mayor seguridad posible evitándose el uso de radios mínimos, deben evitarse los cambios bruscos de velocidad en el diseño de los elementos de la vía. En lo posible estos cambios se efectuarán en incrementos o decrementos de 10 Km/h.

En algunos casos no se requiere curva horizontal para pequeños ángulos de deflexión.

Velocidad de diseño Km/h	Deflexión máxima aceptable sin curva circular
30	2° 30´
40	2° 15´
50	1° 50´
60	1° 30´
70	1° 20´
80	1° 10´

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

7.4.3.2. TRAMOS EN TANGENTE

La siguiente tabla muestra las longitudes en tangente mínimas para las diversas configuraciones de curvas. Siendo “S” la configuración de curvas opuestas y “O” curvas en el mismo sentido.

V (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

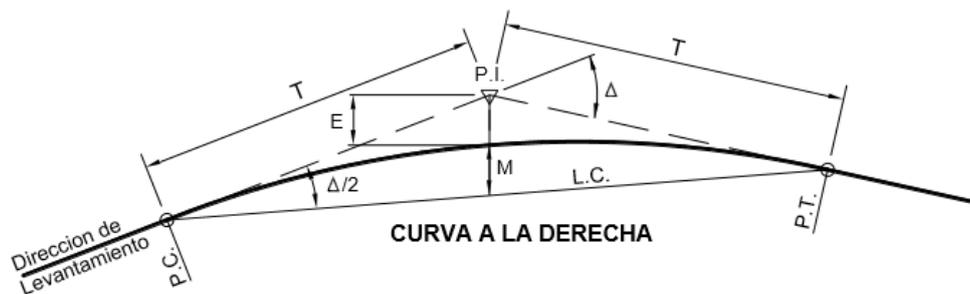
Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

7.4.3.3. CURVAS HORIZONTALES

CURVAS CIRCULARES

Son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes

ELEMENTOS DE CURVA



Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

P.C.: Punto de inicio de curva.

P.I.: Punto de intersección de dos alineamientos consecutivos.

P.T.: Punto de término de curva.

E: Distancia a externa.

M: Distancia a la ordenada media.

R: Radio de la curva.

T: Longitud de subtangente.

L: Longitud de curva.

Lc: Longitud de cuerda.

Δ: Angulo de deflexión.

P: Peralte.

Sa: Sobreechancho.

7.4.3.4. RADIOS MINIMOS DE DISEÑO

Según DG-2014 “Son los menores radios que puedan recorrerse con la velocidad de diseño y con la tasa máxima de peralte, en condiciones de seguridad”.

Puede ser calculado con la siguiente formula.

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{max} + f_{max})}$$

Donde:

Rmin: Radio mínimo.

e max. Valor máximo de peralte

f max: Factor máximo de fricción.

V: Velocidad específica de diseño.

Velocidad de diseño Km/h	$f_{m\acute{a}x}$
20	0,18
30	0,17
40	0,17
50	0,16
60	0,15

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{m\acute{a}x}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4,0	0,18	14,3	15
30	4,0	0,17	33,7	35
40	4,0	0,17	60,0	60

Fuente: Manual de Carreteras DG-2014

7.4.3.5. PERALTE

Se denomina peralte a la sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo. Con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, las curvas horizontales deben ser peraltadas.

7.4.3.6. CURVAS DE VUELTA

Según DG-2014 las curvas de vuelta son "Aquellas curvas que se proyectan sobre una ladera, en terrenos accidentados, con el propósito de

obtener o alcanzar una cota mayor, sin sobrepasar las pendientes máximas, y que no es posible lograr mediante trazados alternativos”.

En el caso del presente proyecto ha sido necesario el empleo de estas curvas, debido a la topografía accidentada del lugar era casi imposible proyectar trazos alternativos. El diseño de estas curvas ha sido realizado tomando en consideración el vehículo de diseño y la maniobra de cruce de curva establecida por el manual DG-2014.

Las curvas de vuelta proyectadas se realizaron siguiendo el mismo camino establecido por la trocha actual, de esta manera solo se amplió los radios y las longitudes de curva.

MANIOBRA EMPLEADA EN UNA CURVA DE VUELTA:

C2: Un camión de dos ejes puede describir una curva simultánea con un vehículo ligero.

Radio interior R_i (m)	Radio Exterior Mínimo R_e (m). según maniobra prevista		
	T2S2	C2	C2+C2
6,0	14,00	15,75	17,50
7,0	14,50	16,50	18,25
8,0	15,25	17,25	19,00
10,0	16,75*	18,75	20,50
12,0	18,25*	20,50	22,25
15,0	21,00*	23,25	24,75
20,0	26,00*	28,00	29,25

7.4.3.7. TRANSICION EN EL PERALTE

Según DG-2014: “La transición de peralte viene a ser la taza del borde de la calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente de dicho borde, entre la que corresponde a la zona en tangente, y la que corresponde a la zona peraltada de la curva”.

Para carreteras de tercera clase el manual recomienda las siguientes longitudes de transición para bombeo y peralte según la velocidad de diseño, porcentaje de peralte.

TABLA 5.20 TRANSICION DEL PERALTE

Velocidad de diseño (Km/h)	Valor del peralte						Longitud mínima de transición de bombeo (m)**
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud mínima de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10

*Longitud de transición basada en la rotación de un carril.

**Longitud basada en 2% de bombeo.

7.4.3.8. SOBREALCHO Y TRANSICION DEL SOBREALCHO

Según DG-2014: “La necesidad de proporcionar un sobrealcho en una calzada, se deba a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos”.

En el presente proyecto se utilizaron curvas circulares simples y compuestas, de esta manera la transición del sobrealcho se desarrolla en la parte interna de la curva variando linealmente a través de esta.

7.4.4. DISEÑO DEL PERFIL LONGITUDINAL

7.4.4.1. GENERALIDADES

El manual de diseño DG-2014 nos brinda algunas recomendaciones, convenciones y pautas para realizar un adecuado diseño en perfil longitudinal.

En el presente proyecto, el sentido de las pendientes se define según el sentido del alineamiento, siendo positivas aquellas que implican un aumento de altura y negativas las que producen una disminución de altura. El sistema de cotas del proyecto se referirá en lo posible al nivel medio del mar, para lo cual se enlazarán los puntos de referencia del estudio con los BM's de nivelación del Instituto Geográfico Nacional.

Para la elaboración del perfil se adoptaron los siguientes criterios.

El eje del perfil longitudinal coincide con el eje central de la calzada.

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante se adecua a las inflexiones del terreno, de acuerdo con los criterios de seguridad, visibilidad y estética.

Es recomendable lograr una rasante compuesta por varias pendientes moderadas que presente variaciones graduales entre los alineamientos, de modo compatible con la categoría de la carretera y la topografía del terreno. Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica, podrán emplearse en el trazado cuando resulte indispensable. El modo y oportunidad de la aplicación de las pendientes determinarán la calidad y apariencia de la carretera.

Rasantes de lomo quebrado (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta), deberán ser evitadas siempre que sea posible. En casos de curvas convexas, se generan largos sectores con visibilidad restringida y cuando son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se generan confusiones en la apreciación de las distancias y curvaturas.

7.4.4.2. RASANTE

El diseño de la rasante se hizo en lo posible lo más ajustada al terreno natural, debido a la condición accidentada del relieve para evitar sectores con corte y relleno innecesarios.

7.4.4.3. PENDIENTES

PENDIENTE MINIMA:

Es recomendable tener una pendiente mínima para asegurar el drenaje en la vía, el manual de diseño DG-2014 recomienda una pendiente mínima de 0.5%

PENDIENTE MAXIMA:

El manual de diseño DG-2014 establece un cuadro de pendientes máximas según la categoría de la carretera.

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400					
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase					
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30 km/h																					10,00	10,0
40 km/h																	9,00	8,00	9,00	10,00		
50 km/h											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00			
60 km/h					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00				
70 km/h			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00		7,00	7,00				
80 km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00				
90km/h	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00				
100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00									
110 km/h	4,00	4,00			4,00																	
120 km/h	4,00	4,00			4,00																	
130 km/h	3,50																					

7.4.4.4. CURVAS VERTICALES

El manual de diseño DG-2014 dice que: “Los tramos consecutivos de rasante serán enlazados con curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor a 2% para carreteras no pavimentadas”.

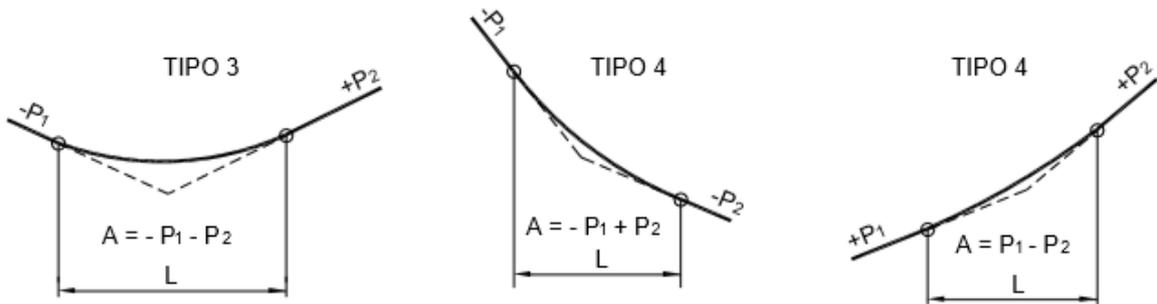
Las curvas verticales se definen por sus parámetros de curvatura K el cual es la longitud en proyección horizontal entre la diferencia algebraica de sus pendientes.

$$K = L/A$$

7.4.4.4.1. TIPOS DE CURVAS VERTICALES

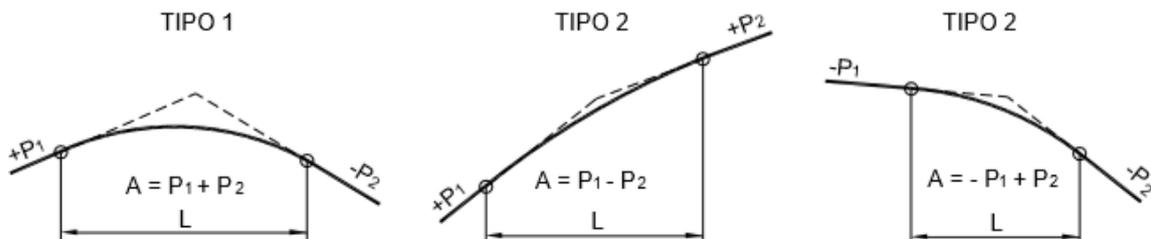
Se pueden clasificar tanto por su forma, como por su proporción de las ramas que las forman.

CURVAS CONCAVAS



CURVAS VERTICALES CONCAVAS

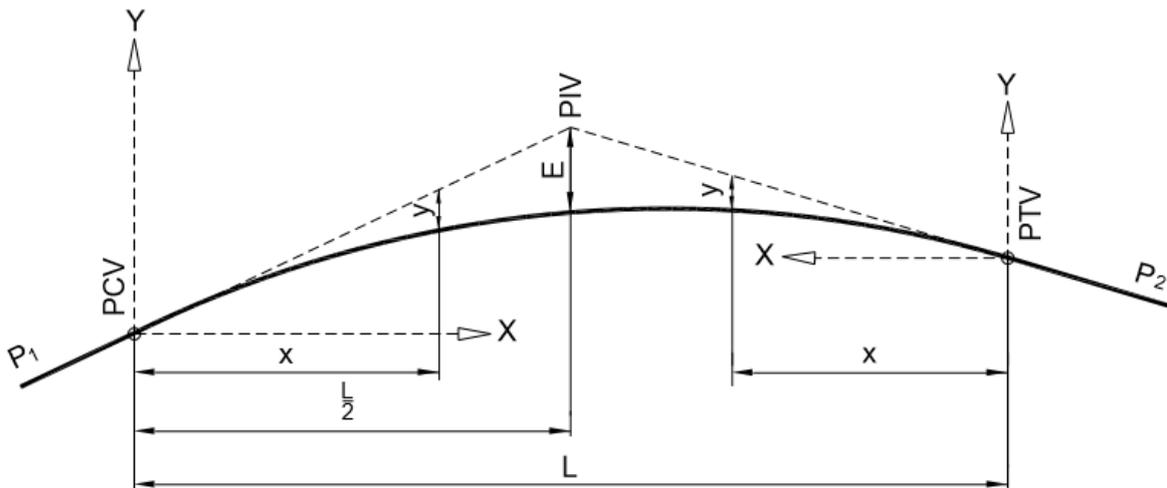
CURVAS CONVEXAS



CURVAS VERTICALES CONVEXAS

7.4.4.4.2. CLASIFICACION POR LA LONGITUD DE SUS RAMAS

CURVA VERTICAL SIMETRICA



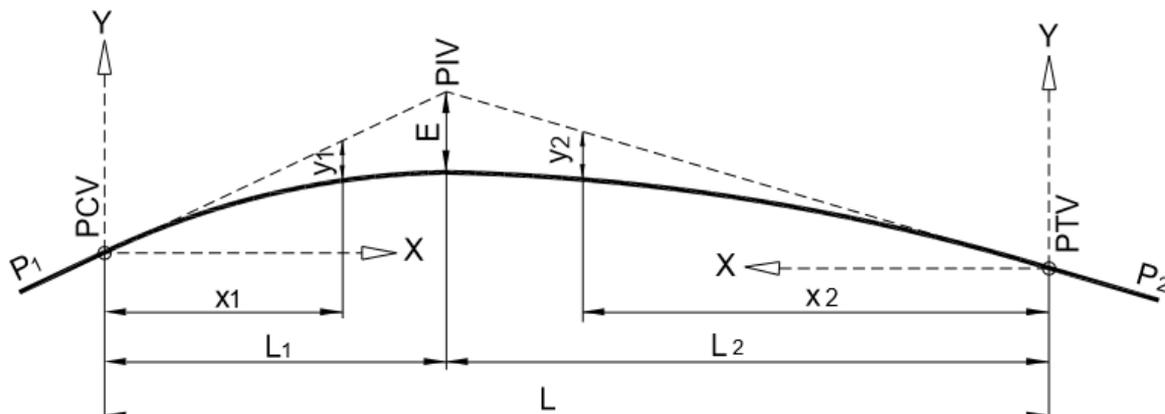
PCV: Principio de la curva vertical

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales

“

- PTV: Termino de la curva vertical
- L: Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros.
- S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)
- S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)
- A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%) $A=|S1-S2|$
- E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente formula: $E=AL/800$
- X: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.
- Y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la siguiente formula. $Y=x^2(A/200L)$

CURVAS VERTICALES ASIMETRICAS



- PCV: Principio de la curva vertical
- PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales
- PTV: Termino de la curva vertical
- L: Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros, se cumple $L=L1+L2$ y $L1 \neq L2$.
- S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)

- S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)
- A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%) $A=|S1-S2|$
- E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente formula:
 $E=AL1L2/200(L1+L2)$
- X1: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV.
- X2: Distancia horizontal a cualquier punto de la segunda rama de la curva medida desde el PTV.
- Y1: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la siguiente formula. $Y1=E(X1/L1)^2$
- Y2: Ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PTV, se calcula mediante la siguiente formula.
 $Y2=E(X2/L2)^2$

7.4.4.4.3. LONGITUD DE CURVAS VERTICALES

LOGITUD DE CURVAS CONVEXAS

Se tienen dos criterios para establecer las longitudes mínimas de curvas convexas.

Según el criterio de visibilidad de parada y el criterio de visibilidad de adelantamiento.

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0,6		
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

LONGITUD DE CURVAS CONCAVAS

Solo se tiene un criterio para establecer las longitudes mínimas de curvas cóncavas.

Según el criterio de visibilidad de parada.

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

7.4.5. DISEÑO EN SECCION TRANSVERSAL

7.4.5.1. CALZADA O SUPERFICIE DE RODADURA

Según DG-2014: “Es la parte de la carretera de destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles en los cuales transitan vehículos en un solo sentido”.

7.4.5.1.1. ANCHO DE CALZADA EN TANGENTE

En el presente proyecto se determina el ancho de la calzada en función a la clasificación de la carretera con los parámetros de velocidad de diseño y tipo de orografía. En el siguiente cuadro brindado por el manual de diseño DG-2014 se muestran las diversas opciones.

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			6,00	6,00
40 km/h															6,60	6,60	6,60	6,60		
50 km/h										7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60	6,60		
60 km/h					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60		
70 km/h			7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60		6,60	6,60		
80 km/h	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			6,60	6,60		
90 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,20				6,60	6,60		
100 km/h	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20				7,20							
110 km/h	7,20	7,20			7,20															
120 km/h	7,20	7,20			7,20															
130 km/h	7,20																			

7.4.5.1.2. ANCHO DE LA CALZADA EN CURVA

En el presente proyecto el ancho de calzada en curva se determina según el criterio establecido por el sobrancho necesario para las maniobras de vehículos.

7.4.5.2. BERMAS

Según DG-2014: “Es la franja, paralela adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias”.

7.4.5.2.1. ANCHO DE BERMAS

En el presente proyecto se definió el ancho de bermas según la clasificación de la carretera, en función de la velocidad de diseño y el tipo de orografía, de acuerdo a la siguiente tabla establecida por el manual de diseño DG-2014.

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0,50	0,50
40 km/h															1,20	1,20	1,20	0,90	0,50	
50 km/h										2,60	2,60			1,20	1,20	1,20	1,20	0,90	0,90	
60 km/h					3,00	3,00	2,60	2,60	3,00	3,00	2,60	2,60	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20		
70 km/h			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,20		1,20	1,20		
80 km/h	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		2,00	2,00			1,20	1,20		
90 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00	3,00			2,00				1,20	1,20		
100 km/h	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00				2,00							
110 km/h	3,00	3,00			3,00															
120 km/h	3,00	3,00			3,00															
130 km/h	3,00																			

La berma situada en la parte superior de peralte, tendrá en lo posible, una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4% de modo que escurra hacia la cuneta. La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%.

7.4.5.3. BOMBEO

El bombeo es la inclinación transversal necesaria para asegurar un buen drenaje de agua superficiales en la carretera. En la siguiente tabla proporcionada por el manual de diseño DG-2014 se muestran los parámetros a adoptar para el correcto dimensionamiento de la sección.

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5-3,0
Afirmado	3,0-3,5	3,0-4,0

7.4.5.4. PERALTE

En las siguientes tablas proporcionadas por el manual de diseño DG-2014 se proporcionan los límites a establecer en el presente proyecto con referencia a peraltes mínimos y máximos.

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6,0%	4,0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8,0%	6,0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12,0	8,0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8,0	6,0%	302.05

$p < 4,5\%$	$4,5\% < p < 7\%$	$p > 7\%$
0,5 p	0,7 p	0,8 p

Una recomendación dada por el manual de diseño DG-2014 es que en curvas de corta longitud o escaso desarrollo, se debe verificar que el peralte total requerido se mantenga en una longitud al menos igual a $V/3.6$ expresado en metros.

7.4.5.5. DERECHO DE VIA O FAJA DE DOMINIO

De acuerdo al manual de diseño es necesario establecer el derecho de via de acuerdo a la clasificación de la carretera.

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopistas Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

7.4.5.6. TALUDES

El manual de diseño DG-2014 define al talud como la inclinación lateral del terreno tanto en zonas de corte como en terraplenes.

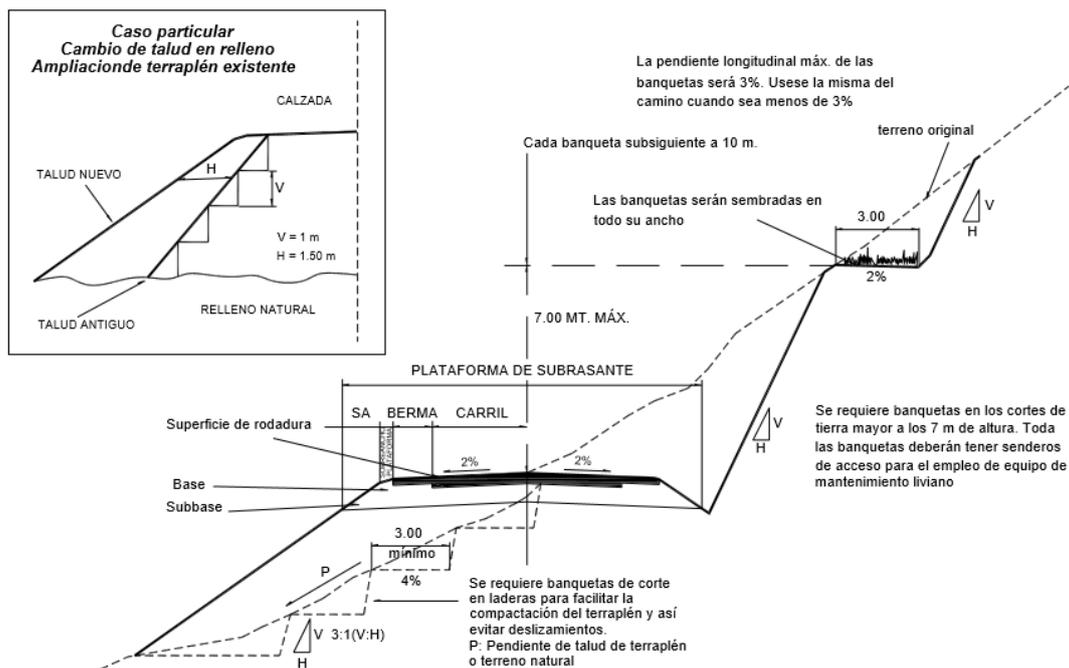
En el diseño de secciones transversales es muy importante hacer un correcto dimensionamiento del talud de corte y relleno, debido a la importancia que tienen en seguridad como en el costo de movimiento de tierras.

El manual de diseño DG-2014 muestra unas tablas con valores referenciales para la inclinación del talud tanto en corte como en terraplén, pero también se puede hacer uso de los valores recomendados en la sección de suelos y pavimentos del manual de carreteras del MTC.

CLASE DE TERRENO	TALUD (V: H)		
	V ≤ 5m	5m < V ≤ 10m	V >10m
Roca Fija	10 : 1	10 : 1 (*)	(**)
Roca Suelta	6 : 1 - 4 : 1	4:1 – 2 : 1 (*)	(**)
Conglomerados Cementados	4 : 1	(*)	(**)
Suelos Consolidados Compactos	4 : 1	(*)	(**)
Conglomerados Comunes	3 : 1	(*)	(**)
Tierra Compacta	2 : 1 - 1 : 1	(*)	(**)
Tierra Suelta	1 : 1	(*)	(**)
Arenas Sueltas	1 : 2	(*)	(**)
Zonas blandas con abundante arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 2	(*)	(**)

7.4.5.7. SECCION TRANSVERSAL TIPICA

La figura ilustra una sección transversal típica de la carretera, a media ladera, que permite observar hacia el lado derecho de la carretera la estabilización del talud de corte; y hacia el lado izquierdo, el talud estable de relleno.



7.4.5.8. CUNETAS

Según DG-2014: “Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger del pavimento”.

7.5. RESUMEN DE PARAMETROS DE DISEÑO

PARAMETROS BASICOS DE DISEÑO	
CLASIFICACION DE LA CARRETERA	CARRETERAS DE LA RED VIAL VECINAL O RURAL
CLASIFICACION DE ACUERDO A SU DEMANDA	CARRETERAS DE TERCERA CLASE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO
CLASIFICACION SEGÚN CONDICIONES OROGRAFICAS	TERRENO ACCIDENTADO
VELOCIDAD DE DISEÑO	30 Km/Hr
DISEÑO GEOMETRICO	
VISIBILIDAD DE PARADA VELOCIDAD DIRECTRIZ 30 Km/H	PENDIENTE EN BAJADA DE 0% A 7% = 35 METROS
	PENDIENTE EN SUBIDA:

		3% = 31 METROS
		6% = 30 METROS
		9% = 29 METROS
VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO		200 METROS
CONSIDERACIONES PARA EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL, CON VELOCIDAD DIRECTRIZ DE 30 Km/Hr.		DEFLEXION MAXIMA ACEPTABLE SIN CURVA CIRCULAR: 2°30'
DISEÑO HORIZONTAL		
LONGITUD EN TANGENTE	20 Km/H	LS = 28 METROS Lo = 56 METROS
	30 Km/H	LS = 42 METROS LO = 84 METROS
CURVAS DE TRANSICION		NECESIDAD DE CURVAS DE TRANSICION A RADIOS INFERIORES DE: RADIO = 55 METROS
VELOCIDAD = 30 Km/Hr		
RADIO MINIMO	20 Km/Hr	15
FRICCION MAXIMA		0.18
PERALTE MAXIMO		6
RADIO MINIMO	30 Km/Hr	25
FRICCION MAXIMA		0.17
PERALTE MAXIMO		12
CURVA DE VUELTA		MANIOBRA ADOPTADA PARA UN C-2
DISEÑO EN PERFIL		
VELOCIDAD DE DISEÑO	LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE FRENADO (K)	LONGITUD CONTROLADA POR VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO (K)
30 Km/Hr	1.9	46
20 Km/Hr	0.6	-
INDICE K PARA EL CALCULO DE LA LONGITUD DE CURVA VERTICAL CONCAVA		
VELOCIDAD DE DISEÑO	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO	INDICE DE CURVATURA (K)
30 Km/Hr	35	6

20 Km/Hr	20	3
PENDIENTES MAXIMAS	VELOCIDAD DE DISEÑO = 30 Km/hr	HASTA UN 10%
DISEÑO EN SECCION TRANSVERSAL		
ANCHO EN TANGENTE		3M POR CARRIL
BOMBEO		2.50%
BERMAS		0.5 METROS
ANCHO DE CUNETAS		0.93 METROS (RURAL) 0.40 METROS (URBANA)

CAPITULO XIII

DISEÑO DE AFIRMADO –

MICROPAVIMENTO

CAPITULO XIII: DISEÑO DE AFIRMADO – TRATAMIENTO MICROPAVIMENTO

8.1. INTRODUCCION

Los proyectos de carreteras de bajo volumen de tránsito, se estructuran como carreteras de bajo costo. El presente proyecto consiste en un mejoramiento del trazo, correspondiente a una carretera de tercera clase y conservando en lo posible el trazo anterior; por lo tanto, para evitar excesivos costos de construcción se requieren menores movimientos de tierra y también proyectar capas de rodadura económicas, como capas de revestimiento granular, afirmados y en general, con características que disturben lo menos posibles en la naturaleza de terreno.

8.2. DISEÑO DE AFIRMADO

8.2.1. SUELOS Y CAPAS DE REVESTIMIENTO GRANULAR

Según establece la sección de suelos y pavimentos del Manual de Carreteras, se pueden obtener superficies de rodaduras no pavimentadas y otras con superficies de rodadura pavimentada; de acuerdo al tráfico de diseño encontrado.

En el presente proyecto se ha considerado diseñar una superficie de rodadura no pavimentada, específicamente un afirmado.

“Caminos afirmados, constituidos por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificadas naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tamaños o tipo de material: piedra, arena y finos arcilla, siendo el tamaño máximo de 25 mm. Afirmados con gravas naturales y afirmadas”

8.2.2. TRÁFICO

En el diseño estructural de las capas de la estructura de afirmado influye el tipo de suelo de la sub rasante, el número total de ejes pesados por día o durante el periodo de diseño y la presión de los neumáticos.

La demanda o volumen de tráfico (IMDA), requiere ser expresado en términos equivalentes acumulados para el periodo de diseño.

TASAS DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN

Según la sección de suelos y pavimentos del manual de carreteras, se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de pasajeros y de carga.

$$T_n = T_0(1 + r)^{n - 1}$$

Dónde:

T_n = tránsito proyectado al año “n” en veh/día.

T_0 = tránsito actual (año base) o veh/día, se ha considerado el índice medio diario de 25 vehículos por día

n = año del periodo de diseño

r = tasa anual de crecimiento del tránsito. Definida en correlación con la dinámica de crecimiento socioeconómico.

En el presente proyecto se han determinado las siguientes tasas de crecimiento correspondientes a cada tipo de tránsito.

Tasa de crecimiento poblacional usada para el tránsito de vehículos de pasajeros: 1.30%

Tasa de crecimiento de la economía PBI usada para el tránsito de vehículos de carga: 2.20%

CALCULO DE LAS REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

Tabla 8.1 Análisis del trafico Pampatac - Vaquería

ESTACION 01					
TIPO DE VEHICULO	VEHIC/DIA	F.C.	F. ESAL	TRAFICO	EE
AUTOMOVILES	12	10.61	0.0001	46453	6
PICK UP	12	10.61	0.002	46453	70
CAMIONETA RURAL	11	10.61	0.003	42582	145
CAMION 2 EJES	4	11.05	4.50	16133	72658
					72879

El trafico proyectado corresponde a:

$$T_{NP2} \leq 75000 \text{ EE}$$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8.2 Análisis del trafico fin de carretera - Pampatac

ESTACION 02					
TIPO DE VEHICULO	VEHIC/DIA	F.C.	F. ESAL	TRAFICO	EE
AUTOMOVILES	9	10.61	0.0001	34840	4
PICK UP	8	10.61	0.002	30969	46
CAMIONETA RURAL	9	10.61	0.003	34840	118
CAMION 2 EJES	3	11.05	4.50	12100	54495
					54663

El trafico proyectado corresponde a:

$$T_{NP2} \leq 75000 \text{ EE}$$

Fuente: Elaboración Propia

8.2.3. SUBRASANTE

La sub rasante es la capa superficial del terreno natural que cumple con las especificaciones adecuadas de resistencia. La capacidad de resistencia en condiciones de servicio, el tránsito y la calidad de los materiales de construcción de la capa de la rodadura, constituyen las variables del afirmado. Se considerarán como suelos aptos para el establecimiento de las sub rasante aquellos con CBR igual o mayor de 6%. Según la sección de suelos y pavimentos del Manual de Carreteras se identifican 6 categorías de sub rasante:

S0: sub rasante Inadecuada CBR < 3%

S1: sub rasante Insuficiente CBR ≥ 3% a CBR < 6%

S2: sub rasante Regular CBR ≥ 6% CBR < 10%

S3: sub rasante Buena CBR ≥ 10% CBR < 20%

S4: sub rasante muy Buena CBR ≥ 20% CBR < 30%

S4: sub rasante Excelente CBR > 30%

8.2.4. DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPA AFIRMADO (REVESTIMIENTO GRANULAR) PERIODO DE 10 AÑOS

Para la determinación de los espesores de las capas de afirmado se empleará el mismo método usado en la sección de suelos y pavimentos del manual de carreteras, pla ecuación de NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTROADS).

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2] * \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:

e: espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR: valor del CBR de la sub rasante.

N rep: número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

8.3. MICROPAVIMENTO

De acuerdo al Manual de Carreteras "Suelos, Geología. Geotecnia y Pavimentos" (2014), Capítulo XII: Pavimentos Flexibles; explica el diseño de pavimentos es mayormente influenciado por dos parámetros básicos: las

“

cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento y las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento.

8.3.1. TIPO DE TRÁFICO VEHICULAR

Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento, están expresadas en ESAL.

El manual nos brinda un cuadro calculando la categoría de tráfico, siendo la siguiente:

Tabla 8.3 Número de repeticiones acumuladas de Ejes equivalentes de 8.2 T_n , en el carril de diseño.

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
T_{P0}	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
T_{P1}	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
T_{P2}	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
T_{P3}	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
T_{P4}	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

En relación a lo calculado en el estudio de tráfico, se tiene $EE=54,663$ en la cual corresponde al tipo de tráfico **TP0**.

8.3.2. CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE

Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis categorías, en base a su capacidad de soporte CBR.

Tabla 8.4 Categorías de subrasante

Categorías de Subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

Considerando que nuestra subrasante es el afirmado propuesto, teniendo como un CBR al 95% de 8.43, categorizándose como una subrasante regular (**S2**) por tener un CBR entre el 6% y 10%.

8.3.3. NUMERO ESTRUCTURAL (SN)

El Manual de Carreteras "Suelos, Geología. Geotecnia y Pavimentos" (2014), nos brinda un catálogo de estructuras, pudiendo determinar el espesor de la sub base granular, base granular y el Tratamiento superficial Bicapa.

En relación a los datos obtenidos en el proyecto, teniendo CBR de 29.96% y un tráfico TP0 se obtiene:

Tabla 8.5 Catalogo de estructuras de Micropavimento

CATALOGO DE ESTRUCTURAS MICROPAVIMENTO
PERIODO DE DISEÑO 10 AÑOS

EE		TP0	TP1	TP2	TP3	TP4
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000
CBR%	M_r $2555 \times CBR^{0.64}$					
CBR	$< 8,040 \text{psi}$ (55.4MPa)					
$< 6\%$						
$> 6\%$	$> 8,040 \text{psi}$ (55.4MPa)					
CBR	$< 11,150 \text{psi}$ (76.9MPa)					
$< 10\%$						
$> 10\%$	$> 11,150 \text{psi}$ (76.9MPa)					
CBR	$< 17,380 \text{psi}$ (119.8MPa)					
$< 20\%$						
$> 20\%$	$> 17,380 \text{psi}$ (119.8MPa)					
CBR	$< 22,530 \text{psi}$ (155.3MPa)					
$< 30\%$						
$> 30\%$	$> 22,530 \text{psi}$ (155.3MPa)					
CBR	$> 22,530 \text{psi}$ (155.3MPa)					
$> 30\%$						



Micropavimento

Base Granular

Sub-base Granular

La tabla 8.5 nos indica un espesor de 25 cm como base granular y una sub-base granular de 15 cm; además se incluye una micropavimento de 2.5 cm, el cual ha sido reducido a 1cm según recomendación profesional.

CAPITULO IX

SEÑALIZACION

CAPITULO IX: SEÑALIZACIÓN

9.1. Generalidades

La realización de estudios de seguridad vial y señalización toman en cuenta factores como la mejora de infraestructura vial, revisión mecánica de los vehículos, educación para los conductores, educación vial, publicidad, legislación y acción política y emergencia. Las condiciones básicas de una señal para control de tráfico están normadas y detalladas en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016), del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Cabe recalcar que para que un dispositivo de control de tránsito sea efectivo es necesario que cumpla con los siguientes requisitos: Donde haya una necesidad para su utilización. Que llame positivamente la atención y ser visible. Que encierre un mensaje claro y conciso. Que su localización permita al usuario un tiempo adecuado de reacción y respuesta. Infundir respeto y ser obedecido. Uniformidad. Dentro de los grupos de señalización, existen dos, siendo la señalización vertical y marcas en el pavimento, en el presente proyecto se utilizará la señalización vertical.

9.2. Señalización del tráfico

En todo proyecto de infraestructura vial es necesario el uso de distintos dispositivos de control que regulen el tránsito, llevando un adecuado sentido, claro y conciso, que todo usuario entienda y sepa interpretar. Para ello es necesario tener en cuenta la colocación de dichas señales, diseño y apariencia exterior, aplicando los estándares de señalización adecuados, así como la su función, conservación y mantenimiento.

9.3. Señales verticales

Las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, con el fin de reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos establecidos en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016). Siendo clasificadas en señales reguladoras, preventivas y de información.

Ubicación

La ubicación longitudinal deberá brindar al usuario un tiempo de percepción y reacción para efectuar las acciones adecuadas, estando en función de la distancia de visibilidad, legibilidad, lectura, toma de decisión y maniobra

La ubicación lateral debe ser al lado derecho de la vía, fuera de las bermas, según Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016) las señales deberán ser colocadas a una distancia lateral de acuerdo a los siguiente:

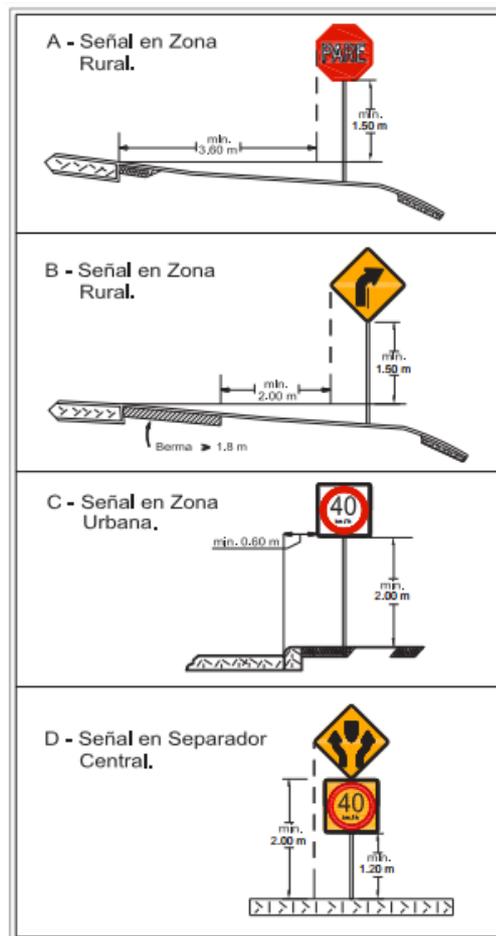


Figura 9.1

Zonas rurales:

La distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal, con excepción de los delineadores, deberá ser como mínimo 3.60 m para vías con ancho de bermas inferior a 1.80 m y de 5.00 m para vías con ancho de bermas iguales o mayores a 1.80 m. En casos excepcionales y previa justificación

técnica, las señales podrán colocarse a distancias diferentes a las antes indicadas, cuando las condiciones del terreno u otras causas no lo permitan.

Zonas urbanas:

La distancia del borde de la calzada (sardinell) al borde próximo de la señal, deberá ser como mínimo 0,60 m. En casos excepcionales y previa justificación técnica, las señales podrán colocarse a distancias diferentes a la indicada, en función a las características de las veredas u otros elementos de la vía urbana materia de señalización.

Altura

La altura debe asegurar la visibilidad del usuario, considerando la altura de los vehículos, geometría horizontal y vertical de la vía, o la presencia de obstáculos.

El Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016) nos dice que la altura que deberán colocárseles a las señales será de acuerdo a lo siguiente:

Zonas rurales: la altura mínima permisible será de 1.50 m, entre el borde inferior de la señal y la proyección imaginaria del nivel de la superficie de rodadura (calzada). En caso de colocarse más de una señal en el mismo poste, la indicada altura mínima permisible de la última señal será de 1.20 m.

Zonas urbanas: la altura mínima permisible será de 2,00 m. entre el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda.

Orientación

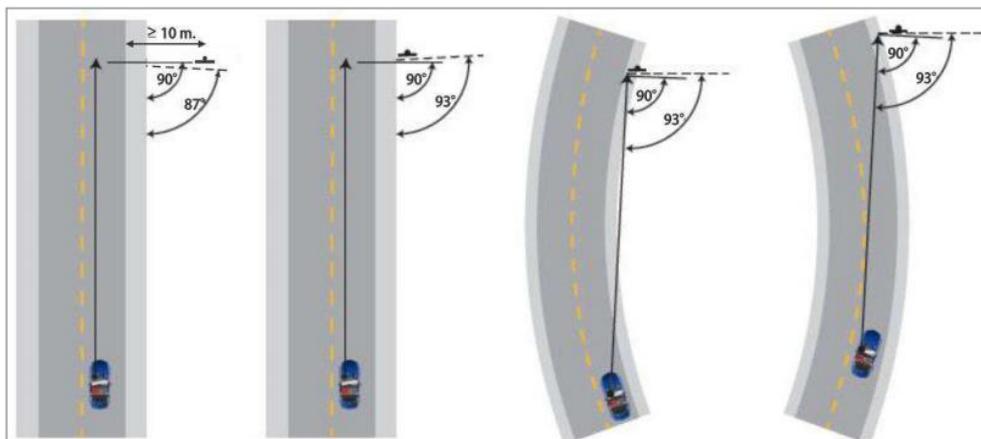


Figura 9.2

Se debe orientar la señal levemente hacia fuera, de modo tal que la cara de ésta y una línea paralela al eje de la calzada, formen un ángulo menor o mayor a 90°, mostrándose en la siguiente figura:

9.3.1. Señales reguladoras

Tienen por objetivo la de notificar a los usuarios, las limitaciones, restricciones, prohibiciones y/o autorizaciones existentes que gobiernan el uso de la vía, mediante el uso de símbolos y mensajes.

Clasificación

Según el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016), estas señales se clasifican en:

- a) Señales de prioridad, que regulan el derecho de preferencia de paso.
- b) Señales de prohibición, usadas para prohibir o limitar el tránsito de ciertos tipos de vehículos o determinadas maniobras
 - De maniobras y giros
 - De paso por clase de vehículo
 - Otras.
- c) Señales de restricción, para restringir o limitar el tránsito vehicular debido a características particulares de la vía.
- d) Señales de obligación, para indicar las obligaciones que deben de cumplir los usuarios.
- e) Señales de autorización.



Figura 9.3

“

9.3.2. Señales preventivas

Tienen como propósito advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y /o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes. Usualmente tendrán la forma romboidal, un cuadrado con la diagonal correspondiente en posición vertical; y de color amarillo en el fondo y negro en las orlas.

					
P-1A	P-1B	P-2A	P-2B	P-3A	P-3B
					
P-4A	P-4B	P-5-1	P-5-1A	P-5-2A	P-5-2B
					
P-61					

Figura 9.4

Clasificación

Según el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016), estas señales se clasifican teniendo en cuenta:

- a) Características geométricas de la vía.
 - Curvatura horizontal, señala la proximidad de una o más curvas horizontales.
 - Pendiente longitudinal, señala la proximidad de pendientes longitudinales.
- b) Características de la superficie de rodadura, previenen a los conductores de la proximidad de irregularidades sucesivas en la superficie de la capa de rodadura de la vía.
- c) Restricciones físicas de la vía, previenen la proximidad de restricciones de la vía.
- d) Intersecciones con otras vías.

- e) Características operativas de la vía.
- f) Emergencias y situaciones especiales.

9.3.3. Señales de información

Según el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016), estas señales se clasifican teniendo en cuenta:

Clasificación

Según el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016), estas señales se clasifican en:

- a) Señales de pre señalización, indican la proximidad de un cruce o intersección con otras vías.
- b) Señales de dirección, informan sobre destinos.
- c) Balizas de acercamiento, indican al inicio del carril deceleración o de salida.
- d) Señales de salida inmediata
- e) Señales de confirmación, confirman a los conductores el destino elegido.
- f) Señales de identificación vial, sirven para individualizar la vía, indicando nombre, símbolo, código y numeración.
- g) Señales de localización, indica límites jurisdiccionales de zonas.
- h) Señales de servicios generales
- i) Señales de interés turístico

9.4. Señalización en el proyecto

La señalización será hecha acorde a las especificaciones, diseño y características que determina el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras (2016).

9.4.1. Señales verticales

9.4.1.1. Señales reguladoras

En la vía en estudio, se ha visto conveniente la colocación de señales que regulan el tránsito a lo largo de toda la vía e intersecciones como son prohibido adelantar (R-16) y velocidad máxima (R-30).

Las dimensiones utilizadas son de 0.90 x 0.60 de forma rectangular.

9.4.1.2. Señales preventivas

En la vía en estudio, se ha visto conveniente la colocación de señales que advierten la presencia de curvas horizontales (P-1A, P-1B, P-2A, P-2B, P-3A, P-3B, P-4A, P-4B, P-5-1, P-5-1A, P-5-2A, P-5-2B), fuerte pendiente (P-35, P-35C), zona escolar (P-49) y zona urbana (P-56)

Las dimensiones de las señales preventivas serán de 0.60m x 0.60 m determinados en función de la velocidad de diseño (30 Km/h).

Se ha ubicado 4 accesos de la cuales 2 son de ingresos a colegios y 2 de intersecciones con otros caminos.

9.4.1.3. Señales informativas

Las señales de información utilizadas en el proyecto en estudio son las de localización y postes kilométricos (I-2A)

Guardavías.

Se ha considerado necesaria su ubicación en los accesos al puente. Se ha visto la necesidad de colocar guardavías con material reflectorizante y captafaros.

CAPITULO X

IMPACTO AMBIENTAL

CAPITULO X: IMPACTO AMBIENTAL

10.1. Diagnóstico del área de influencia del proyecto

10.1.1. Medio físico

Clima

El clima de la zona que se está estudiando se singulariza por ser de tipo templado, moderado y lluvioso, con temperatura promedio que oscila entre los 11° a 12° C. siendo variable durante el día y la noche.

Las lluvias son por estaciones, con aceleraciones en forma irregular, las mismas duran desde el mes de Noviembre hasta el mes de Marzo.

Hidrología

La red hidrográfica que discurre en la zona que involucra el proyecto, forman parte de la cuenca Hidrográfica Crisnejas y de la Intercuenca Alto Marañón V. Por la zona en estudio intercede pequeños regueros, siendo el más conocido el rio Condebamba.

Relieve y Suelos

El relieve de la zona estudiada es cambiante, con pendientes pronunciadas.

En la zona estudiada se indentificó diversos tipos de suelo, siendo los más comunes las de clasificación SUCS: CL.

10.1.2. Medio Biológico

Flora y Fauna

En el transcurso de la carretera se advierte sectores de áreas agrícolas y pecuarias, predominando el cultivo de arroz, maíz amarillo, trigo, papa, quinua, chocho, Chiclayo y olluco; y la presencia de abundante ganado vacuno, ovino, porcino y en menor escala las aves.

Áreas naturales reservadas

En la zona estudiada no existen áreas naturales protegidas por el Gobierno.

Especies de flora y fauna en peligro de extinción

En la zona estudiada y sus aledaños no se ha informado presencia de especies de flora y fauna consideradas en peligro de extinción según la legislación peruana en cuanto a conservación.

10.1.3. Identificación y evaluación de impactos ambientales potenciales

10.1.4. Metodología

El método empleado para el estudio de Impacto Ambiental del proyecto: “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO, EMP. LI842 (VAQUERIA) – PAMPATAC – EMP. LI838, DISTRITO DE HUAMACHUCO, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”, será desglosado por etapas de planificación, construcción y operación.

10.1.5. Impactos ambientales potenciales

En el orden metodológico esquemático y secuencial para pronosticar y evaluar los posibles impactos ambientales que puedan presentarse durante la realización de los trabajos asociados al “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO, EMP. LI842 (VAQUERIA) – PAMPATAC – EMP. LI838, DISTRITO DE HUAMACHUCO, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”, se han relacionado acciones propias del proyecto, desglosando las etapas de planificación, construcción y operación.

10.1.6. Etapa de planificación

En la etapa de planificación, no es básico realizar una metodología específica para la identificación y evaluación de impactos ambientales, ya que no se conoce más de cuatro impactos significativos; mencionados a continuación:

Expectativa de generación de empleo

La población conformada por los caseríos de Vaquería, Pampatac y Surual, del distrito de Huamachuco; estarán interesados por solicitar áreas de trabajo en mano de obra calificada y no calificada generando empleo a los pobladores de la zona y disminuyendo la escasez de empleo.

Riesgo de Enfermedades

Se considera que la situación de la carretera afectará algunas propiedades de los vecinos, causando por ello conflictos sociales entre los pobladores y los responsables del proyecto.

Riesgo de afectación del suelo

Existe la posibilidad de la pérdida de suelos en el área donde se asigna la ubicación del campamento como también el área de maquinaria, también otra actividad que podría causar alteración sobre el suelo, es el desbroce y limpieza del terreno.

10.1.7. Etapa de construcción

De acuerdo a las características físicas, biológicas y socioeconómicas del área de influencia; y la consideración de las actividades a desarrollar en el proyecto; se ha desarrollado la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales que puedan presentarse durante los trabajos de ejecución del: “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO, EMP. LI842 (VAQUERIA) – PAMPATAC – EMP. LI838, DISTRITO DE HUAMACHUCO, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”.

Riesgo de accidentes

Durante la etapa de la construcción de la carretera, la presencia de vehículos, maquinaria pesada, trabajadora y transeúnte, aumenta las posibilidades de riesgos accidentales, causando daños físicos en los trabajadores y transeúntes.

En el momento de realizar los trabajos de roce y desbroce del área de ensanche, nivelado y conformación de la rasante, carga, descarga y transporte de materiales, explotación de canteras, depósitos de material excedente, etc., generará el incremento de emisión de material particulado y de gases contaminantes afectando así a los trabajadores y también a la población emergente en el área de influencia del proyecto.

Generación de empleos

La empresa contratista generará la contratación de mano de obra de los pobladores para la construcción de la carretera, contribuyendo de esta manera la elevada tasa de desempleo por la que se caracterizan estas zonas del país.

Incremento de los niveles sonoros

Se generarán ruidos muy fuertes durante la construcción de la carretera, consecuentes del desplazamiento y funcionamiento de las maquinarias

pesadas, procesos de transporte de materiales, carga y descarga de los mismos, ampliación de la rasante, etc. Cabe resaltar que cuando los volúmenes sonoros sobrepasan el umbral de los 80 decibeles (dB) genera lesiones acústicas, siendo perjudicado exponencialmente el personal de obra, debido a la exposición que tienen dentro del proyecto.

Alteración medioambiental por mal disposición de materiales excedentes

Es común que en trabajos de construcción de carreteras se ubique el material excedente a un costado de la vía; ocasionando con esto la obstrucción de las cunetas. Los materiales sobrantes deben ser ubicados en depósitos adecuados, debido a que pueden ser una de los principales causantes de desequilibrio en la zona de estudio.

10.7.2.3. Etapa de operación

Después de la etapa de construcción se ha realizado el reconocimiento y evaluación de los impactos ambientales que se generaran en esta etapa.

Riesgo de Seguridad Vial

Los conductores incrementarán la velocidad a lo largo de toda la pista, trayendo consigo los accidentes de tránsito, dañando la integridad física y psicológica de los pobladores.

Posible expansión urbana no planificada

Después de finalizar el proceso de construcción del proyecto, se debe considerar la posibilidad del incremento de la población, debido a las buenas condiciones viables y habitables, generando de este modo la invasión de la faja de derecho de vía, considerándose un gran problema en la actualidad.

Mejora de Transporte

La notable mejora de la carretera, permitirá ofrecer a los conductores un mejor servicio de transporte terrestre; trayendo consigo precios más accesibles a la población, disminución de tiempo de viaje y facilitando el comercio entre la población aledaña.

Mejora en los niveles de vida

Esto se deberá al rápido acceso que se obtendrán los caseríos emergentes para la venta de sus productos, trueque comercial y, también acotando para la mejora del turismo en la zona.

10.1.8. Plan de Manejo Ambiental

Programa de medidas preventivas, de mitigación y/o correctivas

Etapas de planificación

Impacto: Expectativa de generación de puestos laborales.

Medida: La empresa encargada del proyecto debe comunicar a la población interesada sobre las políticas de contratación de mano de obra, número de trabajadores y requisitos mínimos laborales para ser empleados.

Impacto: Riesgos de enfermedades y accidentes.

Medida: La empresa contratista, durante el proceso de contratación de mano de obra, deberá exigir certificados médicos y de vacuna con vigencia plena, siendo estos unos de los requisitos mínimos; en el caso de contar con este, deberán acercarse personalmente a los Centros de Salud a pasar la evaluación médica respectiva para así evitar el riesgo de propagación de enfermedades.

Impacto: Riesgo de conflictos sociales

Medida: La empresa contratista antes de dar inicio a la obra deberá informar y compensar a los propietarios de los terrenos que se verán afectados por los trabajos que se realizarán para el mejoramiento de la carretera; por lo que debe pagárseles un precio, el cual debe ser de mutuo consenso o reubicándolos.

Impacto: Riesgo de afectación del suelo

Medida: Previamente a la instalación del campamento y el área de maquinarias pesadas, se deberá retirar la parte superficial del suelo orgánico, y ser acomodado en un área libre para su uso posterior de restauración del rea cuando ya no sean necesaria la presencia de estas instalaciones.

10.8.1.2. Etapa de construcción

Impacto: Riesgo de accidentes

Medida: Todo el personal que se encuentre laborando en la obra debe utilizar los accesorios mínimos de seguridad como: chalecos reflectantes, como también el uso de casco de seguridad; en el caso de las máquinas y vehículos dentro de la obra serán guiados por un ayudante para así evitar accidentes que perjudiquen la integridad física de los transeúntes, pobladores y trabajadores de la obra.

Impacto: Aumento de emisión de material particulado

Medida: La empresa contratista encargada de la obra deberá tener a disposición un camión cisterna con un pulverizador de agua, con la finalidad de ser empleado en los lugares de emisión de material particulado como lo es en las actividades de coretes de talud manejo de botaderos, entre otros.

Impacto: Mejora en la dinámica comercial de la zona

Medida: La construcción de la carretera brindará un incremento en el comercio de las localidades emergentes en el proyecto, es por ello que a los trabajadores se les orientará en utilizar establecimientos que se encuentren en buenas condiciones higiénicas para el bien de su propia salud.

Impacto: Incremento de los niveles sonoros

Medida: En las zonas donde se produjeran los ruidos excesivos como es en las áreas de voladuras, el manejo de plantas chancadoras, utilización de maquinaria pesada, tráfico de volquete, etc. Se tratará de reducir en el más mínimo posible los niveles sonoros.

Impacto: Alteración medioambiental por inadecuada disposición de materiales excedentes.

Medida: Las áreas con vegetación que serán utilizadas en la obra, la capa superficial con materia orgánica deberán ser removidas y guardadas para ser luego utilizadas en la revegetalización de la superficie del lugar de disposición de materiales excedentes.

Impacto: Riesgo de contaminación de los suelos

Medida: Los derrames de concreto deberán ser removidos y transportados a los lugares de depósitos de materiales excedentes. En el caso de derrames de combustible, aceites o grasa en el suelo, se retirará cuidadosamente la sustancia para evitar el derramamiento de ésta, utilizando paños absorbentes para trasladarla a un micro relleno sanitario para su disposición final.

10.8.1.3. Etapa de operación

Impacto: Riego de seguridad vial

Medidas: Reforzar las señalizaciones a lo largo de toda la vía, para evitar todo tipo de riesgo que pueda dañar la integridad física de los transeúntes y de los pobladores que están emergentes en el área de proyecto.

Impacto: Posible expansión urbana no planificada

Medidas: Las autoridades de los caseríos intervinientes en el proyecto deberán establecer programas de desarrollo urbano con el fin de evitar la invasión del derecho de vía.

10.9. Programa de contingencias

10.9.1. Análisis de riesgos

El área de influencia se encuentra sujeta a las probables ocurrencias de eventos de fenómenos naturales como lo son los deslizamientos, derrumbes, inundaciones, procesos erosivos, huaycos y también eventos de geodinámica interna (sismos), tomando acciones que deberán ser cumplidas en forma conjunta por el personal involucrado en la ejecución del proyecto; de la misma manera se establecerán medidas contra los eventos de incendios, ya sean provocados o accidentales.

Los objetivos del Programa de Contingencia:

Minimizar y/o evitar los daños causados por los desastres y siniestros, haciendo cumplir estrictamente los procedimientos técnicos y controles de seguridad.

Ejecutar las acciones de control y rescate durante y después de la ocurrencia de desastres.

10.9.1.1. Medidas de contingencia por ocurrencia de sismos

En caso ocurriera un evento sismo de mediana o gran magnitud, el personal administrativo, operativo y la población aledaña deberán conocer detalladamente las normas a seguir y los procedimientos sobre las medidas de seguridad a adoptar antes durante y después del evento sísmico.

Antes de la ocurrencia del sismo:

La empresa deberá verificar las construcciones provisionales, que son los campamentos y área de máquinas, si cumplen con las normas de diseño y construcción sismo resistentes propias de la zona en estudio.

La disposición de las puertas y ventanas de toda construcción, deberán estar dispuestas para que sean abiertas hacia fuera de los ambientes.

La empresa contratista deberá instalar y verificar permanentemente dispositivos de alarmas en las obras y zonas de trabajo.

Se deberá verificar que las rutas de evacuación deben estar libres de objetos y/o máquinas que puedan retardar y/o dificultar la evacuación respectiva.

Se deberá realizar la respectiva identificación y señalización de áreas seguras dentro y fuera de las obras, campamentos y áreas de máquinas, como también las rutas de evacuación directa y segura.

Se deberá realizar simulacros por lo menos dos veces durante la etapa de construcción de la vía, como medida de prevención y distribución constante de cartillas de información y orientación.

Durante la ocurrencia del sismo:

La empresa constructora deberá instruir al personal de obra; para que durante la ocurrencia del sismo se mantenga la calma y la evacuación se disponga con total orden evitando el pánico del personal de obra.

En el caso que ocurriese el sismo durante la noche, se deberá utilizar linternas, nunca velas o encendedores.

Disponer la evacuación de todo el personal hacia las zonas de seguridad como también fuera de las zonas de trabajo.

Paralizar el uso de las maquinarias y/o equipos, a fin de evitar accidentes.

De ubicarse en lugares de corte de talud, inmediatamente deberá alejarse del lugar, a fin de evitar accidentes por el deslizamiento de roca u otros materiales que puedan caer como resultado del sismo.

De la misma manera, todo personal de obra deberá alejarse de los taludes de corte y/o relleno y quebradas existentes en la zona del proyecto.

Después de la ocurrencia del sismo:

Atención médica inmediata a las personas accidentadas.

Retiro de la zona de trabajo, de toda maquinaria y/o equipo que haya quedado averiada y/o afectada.

Se utilizará radios y/o medios de comunicación a fin de mantenerse informado.

Ordenar y disponer que el personal de obra, mantenga la calma, por las posibles réplicas del movimiento telúrico.

Prohibición a todo el personal de obra de caminar descalzo a fin de evitar cortaduras por vidrios u objetos punzo cortantes.

10.9.1.2. Medidas de contingencias por ocurrencia de incendios

Para apagar un incendio de material común, se deberá regar con agua o usando extintores para sofocar de inmediato el fuego.

Para apagar un incendio de líquidos y gases inflamables, se deberá cortar el suministro del producto y sofocar el fuego, utilizando extintores especiales como lo son de polvo químico seco, espuma o dióxido de carbono, o también emplear arena seca o tierra.

Para apagar un incendio eléctrico, de inmediato se deberá cortar el suministro eléctrico y sofocar el fuego utilizando extintores de polvo químico seco, dióxido de carbono o BCF (bromocloro difluorometano) vaporizable o arena seca o tierra. Los extintores deberán estar ubicados en lugares estratégicos, apropiados y de fácil manipuleo.

Medidas de contingencias por accidentes de operarios

En el caso de ocurrencia de accidentes laborales durante la ejecución de la carretera, dañando la integridad física de los trabajadores, comúnmente originados por deficiencias humanas o fallas mecánicas de los equipos utilizados. Las medidas a tomar son las siguientes:

Se deberá comunicar previamente a los Centros Médicos y Postas Medicas más cercanas al proyecto, indicando el inicio de las obras de mejoramiento, para que así estén preparados cuando ocurra algún tipo de accidente durante las labores de trabajo.

El responsable de llevar a cabo el Programa de Contingencias deberá instalar un sistema de alertas y mensajes y auxiliar a los operarios que puedan ser afectados con medicinas, alimentos y otros.

10.10. Programa de abandono

El objetivo principal es restaurar las áreas ocupadas por las distintas instalaciones utilizadas en el proyecto, evitando daños y conflictos con la población beneficiada y/o terceros.

Para llevar a cabo este programa se realizará las siguientes actividades:

Toda la basura proveniente de las operaciones de desmontaje será transportada a zonas de relleno sanitario preestablecidos y de acuerdo a normas, coordinando su traslado con autoridades de las municipalidades y de salud para su disposición final.

Se realizará la respectiva limpieza y arreglo de la superficie del terreno.

Se realizará una reforestación en las zonas requeridas.

Se informará a la comunidad sobre los beneficios de la conservación ambiental.

Los desechos contaminantes no peligrosos deberán ser tratados adecuadamente de acuerdo al Manual de Procedimientos de Manipuleo, Almacenaje y Disposición de Desechos Contaminantes.

Se procederá al reacondicionamiento de las zonas perturbadas a una condición consistente con el uso futuro de la tierra o a su estado natural.

10.11. Conclusiones y recomendaciones

10.11.1. Conclusiones

Durante la ejecución de la carretera habrá desestabilización del suelo por los cortes de terreno.

La fauna silvestre es muy escasa en el área de influencia, por tal razón el efecto barrera y el riesgo de atropellos es mínimo.

Durante la ejecución de la carretera se presentarán impactos negativos que pondrán en riesgo el entorno natural o socioeconómico.

La ejecución del mejoramiento de la carretera permitirá una mejor transitabilidad, favoreciendo al transporte público, las actividades productivas, comerciales, turísticas y también la integración de los caseríos aledaños para un mejor desarrollo socioeconómico.

Las condiciones geológicas y geodinámica externa de la zona en estudio no son críticas.

En general, el presente Estudio de Impacto Ambiental se determinó que las posibles ocurrencias de impactos ambientales negativos no son limitantes y no constituyen restricciones en las actividades de ejecución de la carretera; concluyendo que el proyecto “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TRAMO, EMP. LI842 (VAQUERIA) – PAMPATAC – EMP. LI838, DISTRITO DE HUAMACHUCO, PROVINCIA DE SANCHEZ CARRION, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD”, es ambientalmente viable, siempre y cuando se cumplan con las especificaciones técnicas de diseño y las medidas ambientales contenidas en el Plan de Manejo Ambiental que forma parte del presente estudio.

10.11.2. Recomendaciones

Las recomendaciones necesarias para que la construcción de la carretera se realice en armonía con la conservación del ambiente, están indicadas en el Plan de Manejo Ambiental, en la cual forma parte del presente estudio.

La empresa contratista encargada de la construcción de la carretera, deberá disponer de un establecimiento de salud, con el propósito de evitar la propagación de enfermedades.

10.12. Resumen de los impactos ambientales positivos y negativos

10.12.1. Impactos ambientales negativos

El alejamiento temporal de la fauna por los ruidos generados por las maquinarias pesadas que se utilizaran en la ejecución de la carretera.

Desestabilización del suelo por los cortes de terreno que se realizaran durante la ejecución de la carretera.

Contaminación del aire mediante el polvo generado por las maquinarias pesadas y/o equipos y por los materiales de construcción.

Contaminación del suelo generado por los derrames de aceites y otros lubricantes durante la construcción de la carretera.

Contaminación sonora del ruido del transporte.

10.12.2. Impactos ambientales positivos

Generación de empleo durante la ejecución de la carretera.

Incremento de intercambio comercial.

Genera un impacto social, cultural y económico, logrando que el poblador mejore su nivel de vida.

Permite la integración de los caseríos Vaqueria, Pampatac y Surual,

Permitirá concederles comodidad y confort tanto a los transportistas como a los usuarios.

CAPITULO XI

METRADOS

CAPITULO XII
ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS

CAPÍTULO X

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES

- Se realizó el Estudio Topográfico en el tramo estudiado que corresponde desde el 00+000 Km – 07+408.37 Km, encontrándose un terreno accidentado tipo 3 clasificado según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2014; la pendiente máxima es de 16%
- Se aplicó el Estudio de Mecánica de Suelos a las muestras recogidas en el campo en las calicatas C-01, C-02, C-05, C-06 y C-08, determinándose el tipo de suelo según SUCS y AASHTO, la calicata 03 tiene una clasificación de suelo tipo GC que significa grava arcillosa, la calicata 04 tiene una clasificación de suelo tipo SM que significa materiales limos sin plasticidad y por último se tiene que la calicata 07 tiene una clasificación SC los cuales es arena arcillosa. En tal sentido el CBR de la sub-rasante dio como resultado 8.43%, ubicándose dentro de la categoría de mala sub-rasante, motivo por el cual se optó por diseñar una carpeta de afirmado con una base de 25 cm y una sub-base de 15 cm.
- Se obtuvo las precipitaciones pluviales a través del Senhami y su estación meteorológica ubicada en la ciudad de Huamachuco, a través del cual se calculó los caudales de diseño tanto para aliviaderos como alcantarillas de paso y cunetas. Se han considerado 32 aliviaderos de 24”, más una alcantarilla de paso de 60”; las dimensiones de las cunetas son de 0.40 m x 1.00m
- En el Diseño Geométrico de la vía se cumplió con los parámetros establecidas en la DG-2014 con una velocidad de diseño de 30 km/h, con un ancho de calzada de 6.00m y una berma de 0.50m para la zona rural, pendiente máxima 10% y mínima 0.5%, con radios mínimos de 25m y 15m y los demás parámetros de diseño.
- El estudio de impacto ambiental determino que el impacto negativo se dará al momento de definir el trazo de la carretera, durante los cortes,

desbroces de vegetación y movimientos de tierras, los cuales serán mitigados según corresponda el caso. Asimismo, como impacto positivo se tendrá el diseño de una carretera que permita la mejor transitabilidad de los vehículos, lo cual traerá consigo el desarrollo socio-económico de los caseríos, entre otros; además se generará en la construcción puestos de empleo para trabajadores de la zona los cuales serán beneficiados.

- Se realizó el análisis de partidas y sub-partidas llegando a un presupuesto de: S/7,449,256.62 (Siete millones cuatrocientos cuarenta y nueve mil doscientos cincuenta y seis con 62/100 soles)

10.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda ejecutar los planes para el manejo de la protección ambiental señalados.
- El afirmado existente se podrá utilizar como Sub base con la condición de que reciba una compensación óptima.
- El proyecto de investigación se deberá ejecutar de forma inmediata para así solucionar los problemas que tienen en la actualidad los Pobladores del Caserío de Vaqueria y Pampatac.
- La ejecución del proyecto planteado deberá realizarse de acuerdo a los planos y las especificaciones técnicas presentables correspondientes a cada partida, bajo la dirección de un Ingeniero Residente.

CAPÍTULO XI
REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

11.1 BIBLIOGRAFÍA

- Mejía Palacios, José L. & Moreno Echevarría, Luis A. (2015). “Diseño de la Carretera a nivel de afirmado entre las localidades de Macabi Bajo – La Pampa – La Garita y el Pancal, Distrito de Razuri - Provincia de Ascope – La Libertad”.
- Abad Vela, Cesar A. & Rodríguez Tovalino, Oscar D. (2015) “Diseño para el Mejoramiento de la carretera a nivel afirmado entre las localidades de las Manzanas Y Quillupampa, Distrito De Angasmarca, Provincia De Santiago De Chuco – La Libertad”.
- Chiquilín Delgado, María F. (2014) “Estudio del Mejoramiento de la carretera Marcabal – Quebrada Honda, Distrito de Marcabal – Sánchez Carrión – La Libertad”.
- Paredes García, Ander Y. & Seijas Mantilla, Elvis C. (2016) “Mejoramiento de la Transitabilidad vehicular Tramo, Caserio Casique – Conache – Pampas de San Juan, Laredo – Trujillo – La Libertad”.
- Alvarado Granda, Roxanita A. & Caceda Epifanía, Jesús J. (2014) “Diseño para el Mejoramiento de la carretera la Alameda - Garbanzal – Sector Manco Capac Balneario El Milagro a nivel de Asfaltado, Distrito de Paijan, Provincia de Ascope – La Libertad”.
- Acosta Rodríguez, Diego F. & Becerra Mego, José L. (2014) “Diseño a nivel de afirmado de la carretera Vecinal Ruta Li-848 Tramo: Empalme Vía Nacional Pe-10b, Paccha – Uchubamba – Yaman, Distrito de Chugay – Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad”.

- Jacinto Santamaría Peña & Teófilo Sanz Méndez (2005). “Manual de práctica de Topografía y Cartografía”
- .
- Gonzalo Jiménez Cleves (2007). “Topografía para Ingenieros Civiles”
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008). “Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje”.

ANEXOS

ANEXO N° 01								
PERÚ: POBLACIÓN Y CONDICIÓN DE POBREZA, SEGÚN DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO, 2009								
UBIGEO	DEPARTAMENTO, PROVINCIA Y DISTRITO	POBLACIÓN 1/	POBRE (%)			NO POBRE	COEF. VAR. DE LA POBREZA TOTAL	UBICACIÓN DE POBREZA TOTAL 2/
			TOTAL DE POBRES	EXTREMO	NO EXTREMO			
130808	PARCOY	18 162	63,0	31,0	32,0	37,0	2,0	672
130809	PATAZ	7 984	57,9	24,9	33,1	42,1	2,8	810
130810	PIAS	1 531	75,0	32,3	42,7	25,0	3,6	375
130811	SANTIAGO DE CHALLAS	2 837	79,0	39,9	39,1	21,0	2,6	252
130812	TAURIFA	3 112	74,0	33,8	40,2	26,0	3,9	390
130813	URPAY	3 079	77,6	33,9	43,7	22,4	2,4	304
130900	SÁNCHEZ CARRIÓN	144 894	72,6	43,0	29,6	27,4	1,5	
130901	HUAMACHUCO	56 422	60,1	28,7	31,5	39,9	2,6	750
130902	CHUGAY	18 176	81,5	52,1	29,4	18,5	1,7	185
130903	COCHORCO	9 190	83,9	50,2	33,7	16,1	1,5	141
130904	CURGOS	8 548	81,2	50,1	31,1	18,8	2,1	193
130905	MARCABAL	15 739	79,3	55,5	23,8	20,7	2,2	242
130906	SANAGORÁN	13 844	80,5	55,3	25,2	19,5	2,2	212
130907	SARÍN	9 651	79,8	52,5	27,3	20,2	1,7	229
130908	SARTIMBAMBA	13 324	77,2	45,8	31,4	22,8	1,7	314
131000	SANTIAGO DE CHUCO	61 083	70,3	35,9	34,4	29,7	1,3	

Figura 01: Cuadro de niveles de pobreza en la provincia de Sánchez Carrión
Se observa que en el distrito de Huamachuco hay un alto índice de pobreza (60.1%).
Fuente: INEI

130000 LA LIBERTAD							
131008	SITABAMBA	3 808	84,5	52,6	31,9	15,5	1
130806	HUAYO	4 347	83,9	51,7	32,2	16,1	2
130903	COCHORCO	9 190	83,9	50,2	33,7	16,1	3
130807	ONGÓN	1 770	83,0	56,7	26,3	17,0	4
130803	CHILLIA	12 778	82,3	50,1	32,2	17,7	5
130613	SINSICAP	8 643	82,1	46,0	36,0	17,9	6
130902	CHUGAY	18 176	81,5	52,1	29,4	18,5	7
130804	HUANCASPATA	6 591	81,4	48,1	33,3	18,6	8
130503	CARABAMBA	7 220	81,4	38,0	43,4	18,6	9
130303	CONDORMARCA	2 265	81,3	50,5	30,8	18,7	10
130904	CURGOS	8 548	81,2	50,1	31,1	18,8	11
130602	AGALLPAMPA	10 162	80,8	37,2	43,6	19,2	12
130906	SANAGORÁN	13 844	80,5	55,3	25,2	19,5	13
130502	CALAMARCA	6 488	80,3	42,8	37,5	19,7	14
130907	SARÍN	9 651	79,8	52,5	27,3	20,2	15
130905	MARCABAL	15 739	79,3	55,5	23,8	20,7	16
130302	BAMBAMARCA	3 736	79,1	55,6	23,6	20,9	17
130811	SANTIAGO DE CHALLAS	2 837	79,0	39,9	39,1	21,0	18
130805	HUAYLILLAS	2 652	78,4	45,2	33,2	21,6	19
130802	BULDIBUYO	3 960	78,1	37,8	40,3	21,9	20
130813	URPAY	3 079	77,6	33,9	43,7	22,4	21
130908	SARTIMBAMBA	13 324	77,2	45,8	31,4	22,8	22

Figura 02: Cuadro de distritos de la provincia de Sánchez Carrión en orden al nivel de pobreza.

El distrito de Marcabal se encuentra en el puesto N°16 entre todos los distritos más pobres de la provincia de Sánchez Carrión, esto indica que hay un bajo nivel de desarrollo económico.

Fuente: INEI

UBIGEO	DEPARTAMENTO Y DISTRITO	POBLACIÓN 1/	POBRE (%)			NO POBRE	UBICACIÓN DE POBREZA TOTAL 2/
			TOTAL DE POBRES	EXTREMO	NO EXTREMO		
130610	PARANDAY	724	77,0	29,5	47,6	23,0	23
131005	MOLLEPATA	2 827	76,6	33,2	43,3	23,4	24
131104	SAYAPULLO	8 263	76,0	34,9	41,1	24,0	25
131004	MOLLEBAMBA	2 101	76,0	37,1	38,9	24,0	26
130301	BOLÍVAR	4 940	75,7	44,2	31,4	24,3	27
130606	LA CUESTA	728	75,6	34,8	40,9	24,4	28
130810	PIAS	1 531	75,0	32,3	42,7	25,0	29
130611	SALPO	6 598	75,0	27,6	47,4	25,0	30
130501	JULCÁN	13 159	74,7	35,0	39,8	25,3	31
130608	MACHE	3 290	74,5	29,4	45,0	25,5	32
130812	TAURJA	3 112	74,0	33,8	40,2	26,0	33
130504	HUASO	6 839	73,6	41,0	32,6	26,4	34
131007	SANTA CRUZ DE CHUCA	3 334	73,4	37,4	35,9	26,6	35
130614	USQUIL	27 448	72,4	30,7	41,7	27,6	36
130604	CHARAT	3 147	72,4	26,0	46,5	27,6	37
131103	COMPIN	2 453	72,4	24,6	47,8	27,6	38
131003	CACHICADÁN	7 180	72,4	42,5	29,8	27,6	39
130305	UCHUMARCA	2 961	71,9	39,7	32,2	28,1	40
130306	UCUNCHA	948	71,0	25,5	45,6	29,0	41
130801	TAYABAMBA	14 464	70,6	33,1	37,5	29,4	42
131001	SANTIAGO DE CHUCO	20 685	69,5	33,3	36,2	30,5	43
130304	LONGOTEA	2 372	69,2	31,4	37,8	30,8	44
131002	ANGASMARCA	6 529	65,9	33,5	32,4	34,1	45
131006	QUIRUVILCA	14 619	65,3	32,8	32,5	34,7	46
130605	HUARANCHAL	5 267	65,1	23,1	42,0	34,9	47
130808	PARCOY	18 162	63,0	31,0	32,0	37,0	48
130601	OTUZCO	26 595	62,9	21,8	41,1	37,1	49
130901	HUAMACHUCO	56 422	60,1	28,7	31,5	39,9	50
130809	PATAZ	7 984	57,9	24,9	33,1	42,1	51
131102	LUCMA	6 225	57,4	21,1	36,3	42,6	52

Figura 03: Cuadro de distritos de la provincia de Sánchez Carrión en orden al nivel de pobreza.

El distrito de Huamachuco se encuentra con un alto índice de pobreza, el cual sobrepasa el 60%.

Fuente: INEI



Figura 04: Caserío de Vaquería.
Inicio de tramo en el caserío Vaquería con el Emp. Li842
Fuente: Imagen Propia



Figura 05: Empalme de tramo.
Empalme de tramo del caserío Vaquería con el Emp. Li842
Fuente: Imagen Propia



Figura 06: Coordenada inicial en GPS
Toma de coordenadas de inicio de ruta.
Fuente: Imagen Propia



Figura 07: Mal estado de carretera.
Fuente: Imagen Propia



Figura 08: Estado actual de la carretera.
Fuente: Imagen Propia



Figura 09: Estado actual de la carretera.
Fuente: Imagen Propia

Figura 10: Tramo de estudio.
El tramo comprende desde el Empalme Li842 hasta el empalme Li838.
Fuente: Google Maps

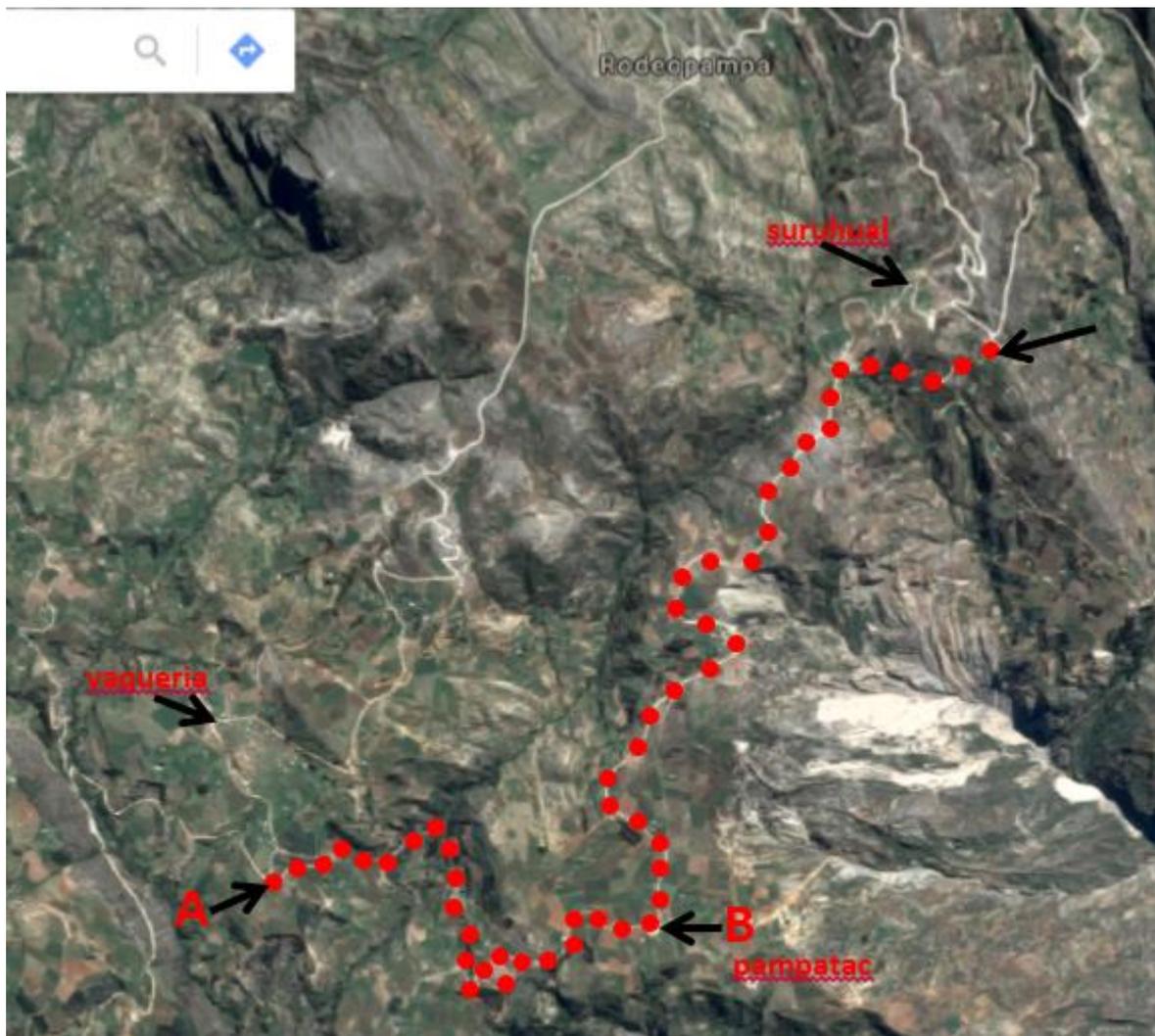


Figura 11: Estado actual de la carretera.
En esta fotografía se puede apreciar el pésimo estado de la carretera actual.
Fuente: Imagen propia.



Figura 12: Estado actual de la carretera.
En esta fotografía se puede apreciar como el flujo de agua ha creado una especie de canal en medio de la carretera.
Fuente: Imagen propia.



Figura 13: Colegio en el caserío de Pampatac.
El actual colegio educa a los niños de los caseríos cercanos, cuenta con nivel de inicial y primaria.

Fuente: Imagen propia



Figura 14: Transito de vehículos livianos en tramo con pendientes inadecuadas.
Los vehículos livianos regularmente tienen problemas con sus neumáticos debido al mal estado en el que se encuentra la carretera.

Fuente: Imagen propia

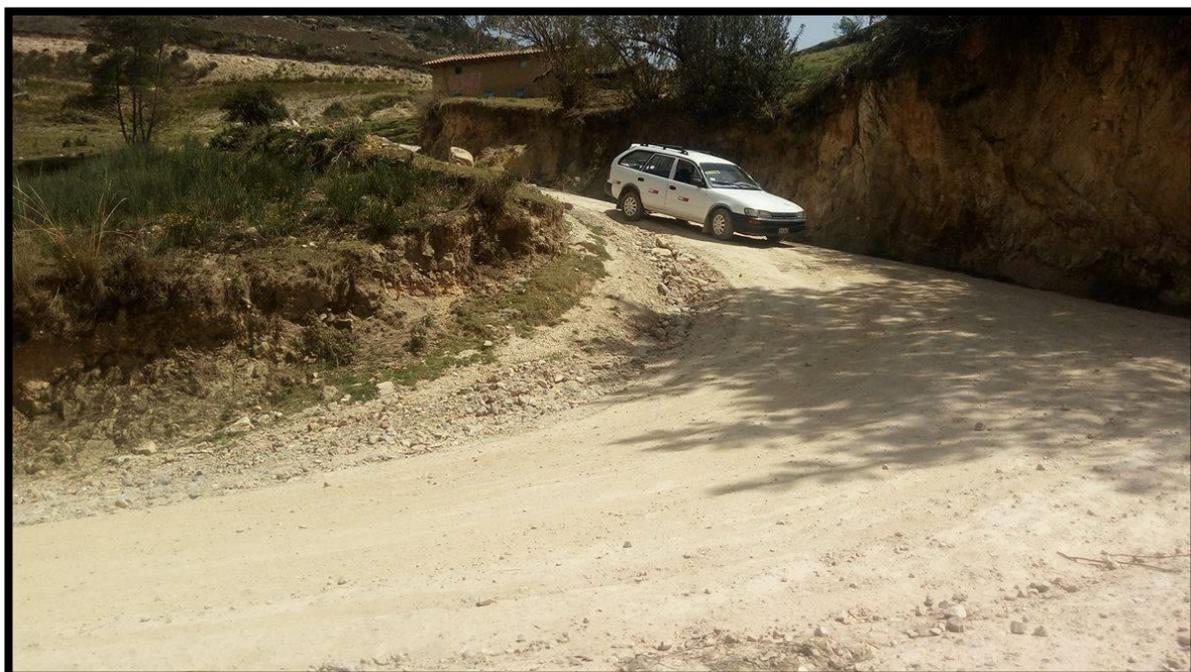


FIGURA 15: Calicata N° 01.

Fotografía de la calicata N° 01 y la extracción de las muestras de suelo para su estudio en el laboratorio.



FIGURA 16: Calicata N° 02.

Fotografía de la calicata N° 02 y la extracción de las muestras de suelo para su estudio en el laboratorio.

Fuente. Imagen propia

FIGURA 16: Calicata N° 03.

Fotografía de la calicata N° 03 y la extracción de las muestras de suelo para su estudio en el laboratorio, las medidas aproximadamente son de 1 m² por 1.5 m de profundidad.

Fuente: Imagen propia



FIGURA 17: Calicata N° 05.

Fotografía de la calicata N° 05 y la extracción de las muestras de suelo para su estudio en el laboratorio, las medidas aproximadamente son de 1 m² por 1.5 m de profundidad.

Fuente: Imagen propia



FIGURA 18: Calicata N° 06
Fotografía de la calicata N° 06 y la extracción de las muestras de suelo para su estudio en el laboratorio.

Fuente: Imagen propia.



FIGURA 19: Calicata N° 08

Fotografía de la calicata N° 08 y la extracción de las muestras de suelo para su estudio en el laboratorio.



CARTA DE SOLICITUD DE PUNTO DE TESIS DIRIGIDA AL ALCALDE CON MENCIÓN EN EL

INSTITUTO VIAL PROVINCIAL