



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Diseño para el Mejoramiento de la carretera vecinal tramo: Las Pajillas – Kaunape,  
distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco-La Libertad.”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**DE LA CRUZ DOMÍNGUEZ, JOHNNI JUAN**

**ASESOR:**

**ING. HORNA ARAUJO, LUIS ALBERTO**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

**PERU- 2018**

## **Dedicatoria**

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Martin y Margarita quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Joyce, Noemi, Denilson y Keiko por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia por su apoyo, palabras de aliento y consejos hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Cesar Vallejo, a la escuela de Ingeniería Civil, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. Luis Alberto Horna Araujo, quien, con su orientación, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo

## **Presentación**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos, de la Universidad César Vallejo de Trujillo, presento ante ustedes la tesis titulada: “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO: LAS PAJILLAS – KAUNAPE, DISTRITO DE QUIRUVILCA, SANTIAGO DE CHUCO-LA LIBERTAD”, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradezco por los aportes y sugerencias brindadas a lo largo del desarrollo del presente estudio y de esta manera realizar una investigación más eficiente. El trabajo mencionado determina la importancia y la influencia que tiene un proyecto vial de ingeniería dentro de los caseríos del distrito de Quiruvilca, por lo que constatamos que el contar con una vía adecuada es indispensable para el desarrollo socio-económico de los caseríos de los caseríos o zonas rurales.

---

Johnni Juan De La Cruz Domínguez

## Índice

<b>PÁGINA DEL JURADO</b> .....	ii
<b>Dedicatoria</b> .....	iii
<b>Agradecimiento</b> .....	iv
<b>Declaratoria de autenticidad</b> .....	v
<b>Presentación</b> .....	vi
<b>Índice de cuadros</b> .....	xiii
<b>Resumen</b> .....	xv
<b>Abstract</b> .....	xvi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	17
<b>1.1 Realidad Problemática</b> .....	17
<b>1.1.1 Aspectos generales:</b> .....	18
<b>1.2 Trabajos Previos</b> .....	23
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema</b> .....	29
<b>1.4 Formulación del Problema</b> .....	31
<b>1.5 Justificación del estudio</b> .....	31
<b>1.6 Hipótesis</b> .....	32
<b>1.7 Objetivos</b> .....	33
<b>1.7.1 Objetivo general</b> .....	33
<b>1.7.2 Objetivos específicos</b> .....	33
<b>II. MÉTODO</b> .....	34
<b>2.1 Diseño de Investigación</b> .....	34
<b>2.2 Variables, Operacionalización</b> .....	34
<b>2.2.1 Variable de estudio</b> .....	34
<b>2.2.2 Dimensiones de la variable</b> .....	34
<b>2.2.3 Operacionalización de variables</b> .....	35
<b>2.3 Población y Muestra</b> .....	37
<b>2.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</b> .....	37
<b>2.5 Métodos de análisis de datos</b> .....	37
<b>2.6 Aspectos éticos</b> .....	38
<b>III. RESULTADOS</b> .....	39
<b>3.1 Estudio topográfico</b> .....	39
<b>3.1.1 Generalidades</b> .....	39
<b>3.1.2 Ubicación</b> .....	39
<b>3.1.3 Reconocimiento de la zona</b> .....	39

<b>3.1.4</b>	<b>Metodología del trabajo</b> .....	40
<b>3.1.4.1</b>	<b>Personal</b> .....	40
<b>3.1.4.2</b>	<b>Equipos</b> .....	40
<b>3.1.4.3</b>	<b>Materiales</b> .....	40
<b>3.1.5</b>	<b>Procedimiento</b> .....	40
<b>3.1.5.1</b>	<b>Levantamiento topográfico de la zona</b> .....	40
<b>3.1.5.2</b>	<b>Puntos de georreferenciación</b> .....	41
<b>3.1.5.3</b>	<b>Puntos de estación</b> .....	41
<b>3.1.5.4</b>	<b>Toma de detalles y rellenos topográficos</b> .....	42
<b>3.1.5.5</b>	<b>Códigos utilizados en el levantamiento topográfico</b> .....	42
<b>3.1.6</b>	<b>Trabajo de gabinete</b> .....	43
<b>3.1.6.1</b>	<b>Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos</b> .....	43
<b>3.2</b>	<b>Estudio de mecánica de suelos y cantera</b> .....	43
<b>3.2.1</b>	<b>Estudio de suelos</b> .....	43
<b>3.2.1.1</b>	<b>Alcance</b> .....	43
<b>3.2.1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	43
<b>3.2.1.3</b>	<b>Descripción del proyecto</b> .....	43
<b>3.2.1.4</b>	<b>Descripción de los trabajos</b> .....	44
<b>3.2.2</b>	<b>Estudio de cantera</b> .....	49
<b>3.2.2.1</b>	<b>Identificación de la cantera</b> .....	49
<b>3.2.2.2</b>	<b>Evaluación de las características de la cantera</b> .....	49
<b>3.2.3</b>	<b>Estudio de fuente de agua</b> .....	51
<b>3.2.3.1</b>	<b>Ubicación</b> .....	51
<b>3.3</b>	<b>Estudio hidrológico y de obras de arte</b> .....	51
<b>3.3.1</b>	<b>Hidrología</b> .....	51
<b>3.3.1.1</b>	<b>Generalidades</b> .....	51
<b>3.3.1.2</b>	<b>Objetivos del estudio</b> .....	51
<b>3.3.1.3</b>	<b>Estudios hidrológicos</b> .....	52
<b>3.3.2</b>	<b>Información hidrometeorológica y cartográfica</b> .....	52
<b>3.3.2.1</b>	<b>Información pluviométrica</b> .....	52
<b>3.3.2.2</b>	<b>Precipitaciones máximas en 24 horas</b> .....	54
<b>3.3.2.3</b>	<b>Análisis estadísticos de datos hidrológicos</b> .....	55
<b>3.3.2.4</b>	<b>Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia</b> .....	57
<b>3.3.2.5</b>	<b>Cálculos de caudales</b> .....	60
<b>3.3.2.6</b>	<b>Tiempo de concentración</b> .....	62

3.3.3	Hidráulica y drenaje.....	62
3.3.3.1	Drenaje superficial .....	62
3.3.3.2	Diseño de cunetas.....	63
3.3.3.3	Diseño de alcantarillas.....	69
3.3.3.4	Consideraciones de aliviaderos.....	74
3.3.4	Resumen de obras de arte .....	76
3.4	Diseño geométrico de la carretera .....	76
3.4.1	Generalidades .....	76
3.4.2	Normatividad.....	76
3.4.3	Clasificación de las carreteras .....	77
3.4.3.1	Clasificación por su demanda .....	77
3.4.3.2	Clasificación por su orografía.....	77
3.4.4	Estudio de trafico.....	77
3.4.4.1	Generalidades .....	77
3.4.4.2	Conteo y clasificación vehicular.....	77
3.4.4.3	Metodología.....	78
3.4.4.4	Procesamiento de la información.....	78
3.4.4.5	Determinación del índice medio diario anual (IMDA).....	78
3.4.4.6	Factor de corrección estacional .....	79
3.4.4.7	Resultados del conteo vehicular.....	79
3.4.4.8	IMDA por estación .....	80
3.4.4.9	Proyección de tráfico .....	81
3.4.4.10	Tráfico generado.....	81
3.4.4.11	Tráfico total.....	82
3.4.4.12	Cálculo de ejes equivalentes .....	82
3.4.4.13	Vehículo de diseño .....	83
3.4.5	Parámetros básicos para el diseño en zona rural .....	83
3.4.5.1	Velocidad de diseño .....	83
3.4.5.2	Distancia de visibilidad.....	85
3.4.6	Diseño Geométrico en planta .....	89
3.4.6.1	Generalidades .....	89
3.4.6.2	Consideraciones de diseño.....	90
3.4.6.3	Tramos en tangente .....	90
3.4.6.4	Curvas circulares .....	91
3.4.6.5	Radios mínimos.....	92

3.4.6.6	Curvas de transición.....	94
3.4.6.7	Curvas compuestas.....	95
3.4.6.8	Curvas de vuelta.....	96
3.4.6.9	Transición de peralte.....	97
3.4.6.10	Sobreechancho.....	98
3.4.7	Diseño geométrico en perfil.....	100
3.4.7.1	Generalidades.....	100
3.4.7.2	Consideraciones de diseño.....	100
3.4.7.3	Pendiente.....	100
3.4.8	Diseño geométrico de la sección transversal.....	107
3.4.8.1	Generalidades.....	107
3.4.8.2	Elementos de la sección transversal.....	107
3.4.8.3	Calzada.....	108
3.4.8.4	Bermas.....	109
3.4.8.5	Bombeo.....	110
3.4.8.6	Peralte.....	111
3.4.8.7	Derecho de Vía o faja de dominio.....	111
3.4.8.8	Taludes.....	112
3.4.8.9	Cunetas.....	113
3.4.9	Resumen y consideraciones de diseño en zona rural.....	113
3.4.10	Diseño de pavimento.....	114
3.4.10.1	Generalidades.....	114
3.4.10.2	Datos del CBR mediante el estudio de suelos.....	114
3.4.10.3	Datos del estudio de tráfico.....	115
3.4.10.4	Espesor del pavimento, base y sub base granular.....	116
3.4.11	Señalización.....	118
3.4.11.1	Generalidades.....	118
3.4.11.2	Requerimientos.....	118
3.4.11.3	Consideraciones.....	118
3.4.11.4	Señales verticales.....	119
3.4.11.5	Colocación de las señales.....	125
3.4.11.6	Hitos kilométricos.....	127
3.4.11.7	Señalización horizontal.....	127
3.4.11.8	Señales en el proyecto de investigación.....	133
3.5	Estudio de impacto ambiental.....	138

<b>3.5.1</b>	<b>Generalidades .....</b>	<b>138</b>
<b>3.5.2</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>139</b>
<b>3.5.3</b>	<b>Legislación y normas que enmarca el estudio de impacto ambiental (EIA) ....</b>	<b>139</b>
<b>3.5.3.1</b>	<b>Constitución política del Perú.....</b>	<b>139</b>
<b>3.5.3.2</b>	<b>Código del medio ambiente y de los recursos naturales (D.L. N° 613).....</b>	<b>140</b>
<b>3.5.3.3</b>	<b>Ley para el crecimiento de la inversión privada (D.L. N° 757).....</b>	<b>140</b>
<b>3.5.4</b>	<b>Características del proyecto.....</b>	<b>140</b>
<b>3.5.5</b>	<b>Infraestructuras de servicio .....</b>	<b>141</b>
<b>3.5.6</b>	<b>Diagnóstico ambiental .....</b>	<b>142</b>
<b>3.5.6.1</b>	<b>Medio físico .....</b>	<b>142</b>
<b>3.5.6.2</b>	<b>Medio biótico.....</b>	<b>142</b>
<b>3.5.6.3</b>	<b>Medio socioeconómico y cultural.....</b>	<b>142</b>
<b>3.5.7</b>	<b>Área de influencia del proyecto .....</b>	<b>143</b>
<b>3.5.7.1</b>	<b>Área de influencia directa .....</b>	<b>143</b>
<b>3.5.7.2</b>	<b>Área de influencia indirecta .....</b>	<b>143</b>
<b>3.5.8</b>	<b>Evaluación de impacto ambiental en el proyecto .....</b>	<b>144</b>
<b>3.5.8.1</b>	<b>Matriz de impactos ambientales .....</b>	<b>144</b>
<b>3.5.8.2</b>	<b>Magnitud de los impactos.....</b>	<b>144</b>
<b>3.5.8.3</b>	<b>Matriz causa – efecto de impacto ambiental.....</b>	<b>144</b>
<b>3.5.9</b>	<b>Descripción de los impactos ambientales .....</b>	<b>147</b>
<b>3.5.9.1</b>	<b>Impactos ambientales negativos .....</b>	<b>147</b>
<b>3.5.9.2</b>	<b>Impactos ambientales positivos.....</b>	<b>148</b>
<b>3.5.10</b>	<b>Mejora de la calidad de vida.....</b>	<b>148</b>
<b>3.5.10.1</b>	<b>Mejora de la transitabilidad vehicular.....</b>	<b>148</b>
<b>3.5.10.2</b>	<b>Reducción de costos de transporte.....</b>	<b>148</b>
<b>3.5.10.3</b>	<b>Aumento del precio del terreno .....</b>	<b>149</b>
<b>3.5.11</b>	<b>Impactos naturales adversos.....</b>	<b>149</b>
<b>3.5.11.1</b>	<b>Sismos .....</b>	<b>149</b>
<b>3.5.11.2</b>	<b>Deslizamientos.....</b>	<b>149</b>
<b>3.5.12</b>	<b>Plan de manejo ambiental.....</b>	<b>149</b>
<b>3.5.13</b>	<b>Medidas de mitigación.....</b>	<b>150</b>
<b>3.5.13.1</b>	<b>Aumento de niveles de emisión de partículas.....</b>	<b>150</b>
<b>3.5.13.2</b>	<b>Incremento de niveles sonoros .....</b>	<b>150</b>
<b>3.5.13.3</b>	<b>Alteración de la calidad del suelo por motivos de tierras, usos de espacios e incrementos de la población.....</b>	<b>151</b>

3.5.13.4	Alteración directa de la vegetación.....	151
3.5.13.5	Alteración de la fauna.....	152
3.5.13.6	Riesgos de afectación a la salud publica.....	152
3.5.13.7	Mano de obra.....	152
3.5.14	Plan de manejo de residuos solidos.....	153
3.5.15	Plan de contingencias.....	154
3.5.16	Plan de abandono.....	155
3.5.17	Conclusiones y recomendaciones.....	156
3.5.17.1	Conclusiones.....	156
3.5.17.2	Recomendaciones.....	157
3.6	Especificaciones técnicas (ver anexos).....	157
3.7	Análisis de costos y presupuesto.....	157
3.7.1	Resumen de metrados.....	157
3.7.2	Presupuesto general.....	159
3.7.4	Desagregado de gastos generales.....	162
3.7.5	Análisis de costos unitarios (Ver Anexos).....	162
3.7.6	Relación de insumos.....	162
3.7.7	Fórmula polinómica.....	165
IV.	DISCUSIÓN.....	166
V.	CONCLUSIONES.....	168
VI.	RECOMENDACIONES.....	170
VII.	REFERENCIAS.....	171
VIII.	ANEXOS.....	175

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1:</b> Detalles de la vía de acceso hacia la zona de estudio. ....	21
<b>Cuadro 2:</b> Ubicación de los puntos de estación.....	41
<b>Cuadro 3:</b> Número de calicatas para exploración de suelos .....	44
<b>Cuadro 4:</b> Número de ensayos de CBR.....	45
<b>Cuadro 5:</b> Resumen de los resultados de los ensayos de suelos .....	46
<b>Cuadro 6:</b> Resumen de los resultados de los ensayos de cantera.....	49
<b>Cuadro 7:</b> Precipitaciones máximas estación Cachicadan.....	52
<b>Cuadro 8:</b> Precipitaciones máximas 24 horas según mes y año.....	54
<b>Cuadro 9:</b> Precipitaciones máximas por métodos de distribución de probabilidades. ....	56
<b>Cuadro 10:</b> precipitación máxima por método distribución Log Pearson Tipo III .....	57
<b>Cuadro 11:</b> Lluvias máximas para diferentes duraciones y tiempo de retorno(mm) .....	58
<b>Cuadro 12:</b> Intensidades máximas (mm/hr) a diferente duración y tiempo de retorno. ....	58
<b>Cuadro 13:</b> Resultados de análisis de regresión .....	59
<b>Cuadro 14:</b> Intensidades máximas según tiempo de retorno y duración.....	59
<b>Cuadro 15:</b> Coeficientes de escorrentía método racional .....	61
<b>Cuadro 16:</b> Características de las microcuencas .....	63
<b>Cuadro 17:</b> Tiempo de concentración de microcuencas .....	63
<b>Cuadro 18:</b> Inclinación máximas del talud (V:H) interior de la cuneta. ....	64
<b>Cuadro 19:</b> Dimensiones mínimas de alcantarillas triangulares. ....	66
<b>Cuadro 20:</b> Cálculo de caudales en cunetas .....	67
<b>Cuadro 21:</b> Relaciones geométricas para una sección triangular con taludes diferentes. ....	68
<b>Cuadro 22:</b> Resultados relaciones geométricas de cuneta. ....	68
<b>Cuadro 23:</b> Caudales en quebradas. ....	69
<b>Cuadro 24:</b> Dimensiones de alcantarillas de paso. ....	70
<b>Cuadro 25:</b> Relaciones geométricas de alcantarilla MULTIPLATE 26C.....	72
<b>Cuadro 26:</b> Relaciones geométricas de alcantarilla MULTIPLATE 20C.....	73
<b>Cuadro 27:</b> Cálculo de caudales de alcantarillas de paso y alivio .....	74
<b>Cuadro 28:</b> Relaciones geométricas de alcantarilla TMC 36”.....	75
<b>Cuadro 29:</b> Ubicación de estación .....	77
<b>Cuadro 30:</b> Factor de corrección estacional .....	79
<b>Cuadro 31:</b> Resumen conteo vehicular E-1 .....	79
<b>Cuadro 32:</b> IMDA de E-1 .....	80
<b>Cuadro 33:</b> Trafico proyectado 10 años. ....	81
<b>Cuadro 34:</b> Tráfico total E-1 .....	82
<b>Cuadro 35:</b> Calculo de ejes equivalentes ESAL.....	83
<b>Cuadro 36:</b> Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.....	84
<b>Cuadro 37:</b> Distancia de visibilidad de parada con pendientes (metros) .....	86
<b>Cuadro 38:</b> Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos. ....	89
<b>Cuadro 39:</b> Longitudes de tramos en tangente. ....	90
<b>Cuadro 40:</b> Valores de radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción .....	93
<b>Cuadro 41:</b> Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de tercera clase .....	94
<b>Cuadro 42:</b> Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado.....	97

<b>Cuadro 43:</b> Longitud mínima de transición de peralte y bombeo.....	98
<b>Cuadro 44:</b> Pendientes máximas (%) .....	101
<b>Cuadro 45:</b> Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexo en carreteras de tercera clase.....	106
<b>Cuadro 46:</b> Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase.....	106
<b>Cuadro 47:</b> Anchos mínimos de calzada en tangente.....	108
<b>Cuadro 48:</b> Ancho de bermas.....	109
<b>Cuadro 49:</b> Valores del bombeo de la calzada .....	110
<b>Cuadro 50:</b> Valores de peralte máximo.....	111
<b>Cuadro 51:</b> Anchos mínimos de Derecho de Vía .....	111
<b>Cuadro 52:</b> Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V) .....	112
<b>Cuadro 53:</b> Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes).....	112
<b>Cuadro 54:</b> Resumen de diseño geométrico de carretera.....	113
<b>Cuadro 55:</b> CBR de los suelos de fundación .....	114
<b>Cuadro 56:</b> Categorías de sub rasante .....	114
<b>Cuadro 57:</b> Calculo de ejes equivalentes ESAL.....	115
<b>Cuadro 58:</b> Numero de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 t, en el carril de diseño.....	116
<b>Cuadro 59:</b> Espaciamiento de postes delineadores.....	131
<b>Cuadro 60:</b> Señales verticales (Preventivas, Reglamentarias, informativas, postes kilométricos), usados en el diseño del proyecto.....	133
<b>Cuadro 61:</b> Señales horizontales .....	138
<b>Cuadro 62:</b> Niveles de impacto ambiental .....	144
<b>Cuadro 63:</b> Matriz de efecto de impacto ambiental.....	145

## Resumen

La construcción de carreteras en zonas rurales tiene el potencial de mejorar la calidad de vida de la población de ese sector, estimulando el desarrollo de un mayor número de actividades económicas, e incrementando las oportunidades de empleo y el acceso a servicios como salud y educación. Para lo cual resulta pertinente el desarrollo de proyectos que contribuyan a este desarrollo. En ese sentido, el objetivo de la presente investigación es realizar el diseño para el mejoramiento de la carretera vecinal que une los caseríos de Las pajillas y Kaunape, cuya longitud es de 5.3 km. Para la elaboración del presente estudio, se realizaron varios estudios como: topográfico, mecánica de suelos, hidrológico y obras de arte, diseño geométrico según manual de carreteras: Diseño Geométrico 2018, impacto ambiental y finalmente el análisis de costos y presupuestos. Realizados los estudios, se hizo el diseño para el mejoramiento de la carretera vecinal, conociéndose que el terreno es accidentado tipo 3, carretera de tercera clase, suelos clasificados como “SC” y “CL” y con CBR al 95% de densidad seca de 23.02% y 6.30% respectivamente, velocidad directriz de 30 km/h. considerando un ancho de calzada de 6m, bermas de 0.50m para ambos lados, bombeo de 2.5%, peralte máximo 12%, radios mínimos de 25m para curvas horizontales y 15m de radio interior para curvas de volteo. Obras de arte: cunetas de concreto de 0.3 x 0.75m; 17 alcantarillas de alivio TMC de 36”, 1 Alcantarilla Multiplate de 1.50m de diámetro y 3 alcantarillas Multiplate de 1.97m de diámetro. La estructura del pavimento estará compuesta de 0.26m de base y 0.025m de micropavimento para los kilómetros 0+000 a 1+000 y 4+000 a 5+300. y 0.15m de subbase, 0.25m de base y 0.025m de micropavimento para los kilómetros 1+000 a 4+000. Finalmente, el costo del proyecto asciende a S/. 5, 644,500.98.

Palabras clave: Carretera, Mejoramiento, topografía, suelos, hidrología, impacto ambiental

## Abstract

The construction of roads in rural areas has the potential to improve the quality of life of the population of that sector, stimulating the development of a greater number of economic activities, and increasing employment opportunities and access to services such as health and education. For which it is pertinent to develop projects that contribute to this development. In this sense, the objective of the present investigation is to carry out the design for the improvement of the neighborhood road that links the villages of Las Pajillas and Kaunape, whose length is 5.3 km. For the elaboration of the present study, several studies were carried out such as: topographic, soil mechanics, hydrological and works of art, geometric design according to road manual: Geometric Design 2018, environmental impact and finally the analysis of costs and budgets. Once the studies were done, the design was made for the improvement of the local road, knowing that the terrain is rugged type 3, third class road, soils classified as "SC" and "CL" and with CBR at 95% dry density. 23.02% and 6.30% respectively, guide speed of 30 km / h. considering a road width of 6m, berms of 0.50m for both sides, pumping of 2.5%, maximum can't 12%, minimum radii of 25m for horizontal curves and 15m of inner radius for turning curves. Works of art: 0.3 x 0.75m concrete gutters; 17 36 "TMC relief culverts, 1 Multiplate Culvert of 1.50m diameter and 3 Multiplate culverts of 1.97m diameter. The pavement structure will be composed of 0.26m of base and 0.025m of micropavimento for kilometers 0 + 000 to 1 + 000 and 4 + 000 to 5 + 300. and 0.15m of subbase, 0.25m of base and 0.025m of micropavimento for kilometers 1 + 000 to 4 + 000. Finally, the cost of the project amounts to S /. 5, 644,500.98.

Keywords: Road, Improvement, topography, soils, hydrology, environmental impact

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad Problemática**

Contar con una red de carreteras en buen estado permite satisfacer las necesidades básicas de un país como son; educación, trabajo, alimentación y salud. Para lo cual estas deben ser mejoradas y estar en constante mantenimiento. El ministerio de economía y finanzas (MEF, 2012) señala que el Perú está compuesta por una extensión de 71,643 km de red vial vecinal rural, que son en su mayoría está compuesta por carreteras locales, dichas carreteras solo el 2% son pavimentadas y el resto están a nivel de trochas o sin afirmar. Así como también, esta red vial en un 43% presentado un estado de conservación bueno o regular, mientras que el 41% presenta se estado de condición como malo o muy malo, y finalmente de las 17% de vías no se cuenta con información sobre su condición o estado, así mismo señala que una extensión de 24,184 km. de estas vías no poseen registro alguno. Las malas condiciones de las carteras vecinales del país dificultan la mejora económica en la población.

En el departamento de La Libertad, La Red Vial Vecinal tiene una extensión de 5,666.8 Km, de los cuales solo el 2.74% se encuentra en condición de pavimentado. Para el caso de la Provincia de Santiago de Chuco, La Red Vial Vecinal tiene una extensión 404.9 Km, en su totalidad se encuentra en condición de no pavimentada, de los cuales el 5.48% se encuentran en condición de afirmada y el 94.52% en condición de trochas. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2016).

En la actualidad, la carretera vecinal que une los caseríos de las Pajillas y Kaunape se encuentra en pésimas condiciones por diversos factores tales como, las constantes precipitaciones que se dan en las localidades y que la carretera no cuenta con cunetas para evitar que el agua de las lluvias ingrese a la vía y la destruya, y también que el diseño geométrico de la carretera no presenta los parámetros mínimos establecidos por el manual de carreteras: Diseño Geométrico (DG, 2018) del MTC tales como: ancho de vía de hasta 3m, pendientes longitudinales que varían desde 11% y 15%, curvas vuelta con radios de 8m, alcantarillas a base de madera en condiciones pésimas incluso algunas colapsadas, baches y ahuellamientos por el ingreso del agua a la carretera. Estos problemas hacen que

los pobladores de la zona tengan que usar otros medios de transporte como las acémilas, haciendo que los viajes a las principales ciudades del distrito y provincia sea más largos, generando gran dificultad para el traslado total de sus productos agrícolas (papa, maíz, trigo, cebada, ocas, quinua, entre otras) que producen allí, actividad económica principal en la zona.

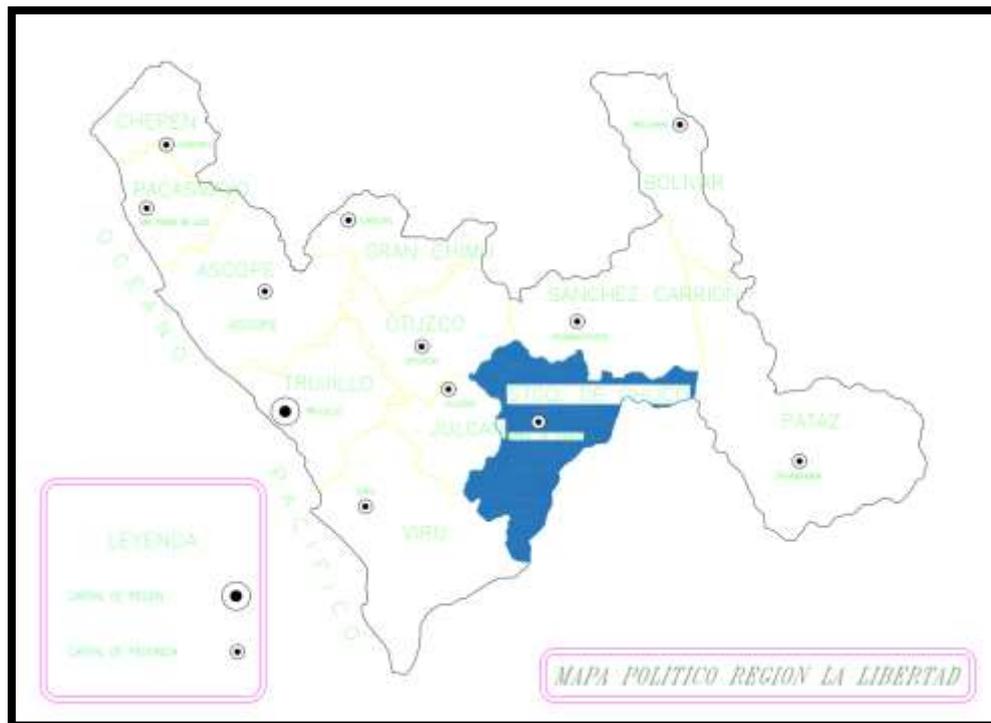
### 1.1.1 Aspectos generales:

#### Ubicación política

Departamento: La Libertad  
Provincia: Santiago de Chuco  
Distrito: Quiruvilca  
Caseríos: Las Pajillas – Kaunape



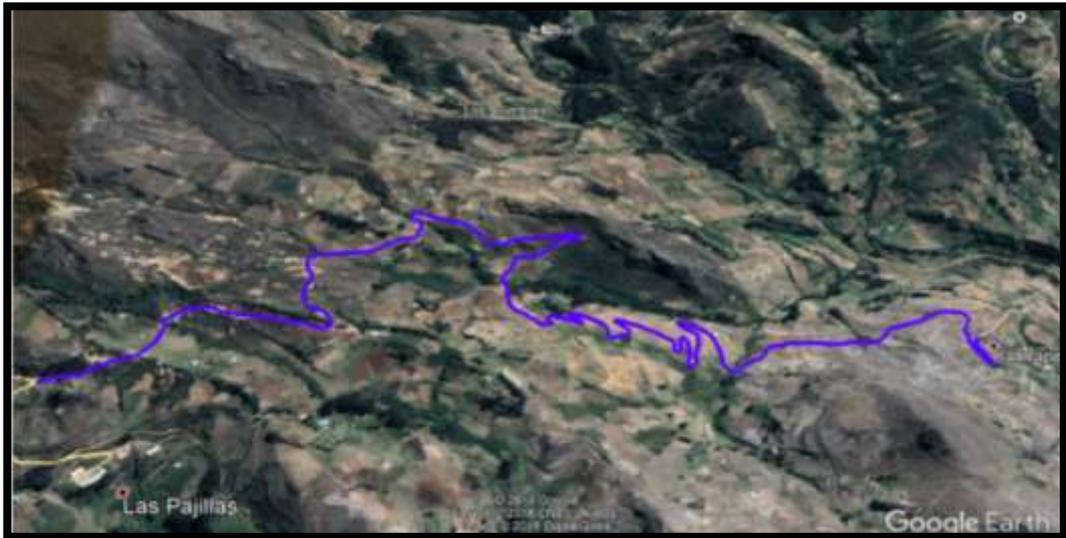
Figura 1: Ubicación nacional



**Figura 2:** Ubicación Departamental



**Figura 3:** Ubicación Provincial



**Figura 4:** Ubicación Distrital

### **Ubicación geográfica**

Altitud media: 3170 m.s.n.m

Coordenadas: (E: 809568.417, N: 9107192.96)

### **Límites**

El distrito de Quiruvilca tiene una extensión de 549.14 km<sup>2</sup> y se limita de la siguiente manera:

NORTE	:	Provincia de Otuzco
SUR	:	Distrito de Santiago de Chuco
ESTE	:	Provincia de Sánchez Carrión
OESTE	:	Provincia de Julcán

### **Clima**

El área donde se ubica el proyecto posee una temperatura promedio anual entre 5°C a 19°C, las cuales varían en el día y la noche. Las lluvias se producen por estaciones, siendo torrenciales entre los meses de diciembre y abril, de forma irregular durante los meses de mayo a agosto.

## Aspectos demográficos, sociales y económicos

### Vías de acceso

Las vías de acceso a la zona de estudio, se realiza mediante el transporte terrestre (bus, combis y/o camioneta). Se partirá de la ciudad de Trujillo hacia la ciudad de Santiago de Chuco en ruta asfaltada de una longitud de 166 km, la cual tendrá un tiempo aproximado de 4 horas de recorrido, una vez llegado a Santiago de Chuco se seguirá con el recorrido hacia puente denominado San Antonio en una ruta afirmada de 15.8 km en tiempo aproximado de 35 minutos, llegado al lugar el recorrido para llegar a la zona de estudio será en acémilas o a pie en una trocha carrozable de 9 km en un tiempo aproximado de 1.5 horas.

**Cuadro 1:** Detalles de la vía de acceso hacia la zona de estudio.

Desde	Hacia	Vía	Tiempo (Horas)	Frecuencia Transporte
Trujillo	Santiago de Chuco	Asfaltada	4	Diario
Santiago de Chuco	Puente San Antonio	Afirmada	0.35	Diario
Puente San Antonio	Kaunape	Trocha	1.5	No hay

### Población

Según Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el censo nacional del 2007 la población en el distrito de Quiruvilca es de 14060 habitantes, donde el caserío de Las Pajillas tiene 336 habitantes y el caserío de Kaunape 226 habitantes.

### Infraestructura de servicios

#### Salud

El caserío de las pajillas cuenta con un puesto de salud, la cual posee personal que brinda solo atención técnica en enfermería, para casos más complejo se tendrían que trasladar hacia la provincia de Santiago de Chuco.

## **Educación**

Ambos caseríos (Las pajillas y Kaunape) cuentan con instituciones educativas para la enseñanza de nivel primario y secundario, para el nivel universitario la población de estos distritos acude a la capital provincial o departamental.

## **Vivienda**

Las viviendas en los caseríos del área de influencia del proyecto en su mayoría están construidas de adobe y tapial, con techos de teja y calamina.

## **Servicios públicos existentes**

### **Servicio de agua potable**

Las viviendas de los caseríos de Las pajillas y Kaunape cuentan con agua potable a través de piletas y grifos, actualmente en malas condiciones, cuya agua proviene de una captación muy antigua.

### **Servicio de alcantarillado**

Las viviendas de los caseríos de Las pajillas y Kaunape cuentan con letrinas sanitarias.

### **Servicio de energía eléctrica**

Las viviendas de los caseríos de Las pajillas y Kaunape cuentan con energía eléctrica a través de red pública.

## **Aspectos económicos**

### **Agricultura**

Los caseríos de Las pajillas y Kaunape en la agricultura producen en su mayoría lo que es la papa y el maíz, principales fuentes de ingreso. Pero también producen trigo, cebada, olluco, ocas, entre otros pero que no son muy comercializadas mayormente son para su consumo de ellos.

### **Ganadería**

La población de estos distritos se dedica a la crianza de ganado vacuno, ovino, equino y animales menores, donde su mayor fuente de ingreso es la venta de ganado vacuno y ovino.

### **Comercio**

Las actividades de los pobladores de estos caseríos son netamente agropecuarias y ganaderas.

## **1.2 Trabajos Previos**

Bonilla (2017), en su tesis “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”, planteó como objetivo realizar un estudio para realizar la mejora de esta carretera, la cual no cumple con los parámetros establecidos por las normas de carreteras del Perú, en la realización del estudio el autor uso diferentes software especializados en ingeniería civil tales como: AutoCAD, Ms Project, S10 costos y presupuestos entre otros. Se diseñó una carreta de tercera clase, con las siguientes características: velocidad de diseño de 30 Km/h, pendientes máximas de 10%, una capa de afirmado de 25 cm, también una sub base de material granular de 15 cm y micropavimento de 1 cm de espesor. 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).

Peña (2017), en su tesis “Diseño de la carretera tramos: Alto Huayatan -Cauchalda - Rayambara, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad”, se planteó como objetivo realizar el diseño de la carretera para obtener que la carretera se adecuada y optimizada en cuanto a su costos a precio, que beneficie a los pobladores de la zona de influencia, cuyos resultados obtenidos son los siguientes: la topografía de la zona permite llegar a la conclusión que es un terreno accidentado, porque en un 80% de su orografía cuenta con pendientes mayores a 53%. Realizado el estudio de mecánica de suelos se obtuvo que la vía en su mayoría se constituye por arcilla gravosa – mezcla gravosa, con un CBR de 8.53% al 95% para el diseño de la subrasante. En el estudio hidrológico se determinó que la zona es lluviosa, por lo que se diseñaron cunetas

con un ancho de 1.00 m y una profundidad de 0.50 m, alcantarillas de 9 de 36” y finalmente 4 badenes de 5 m de largo.

Para el diseño geométrico de la vía se tomó como una carreta de tercera clase de 7018 m de longitud, para un tráfico menor de 56 vehículos por día, velocidad directriz de 30 km/h, la calzada de 6 m de dos carriles ambos de 3 m y bermas de 0.50 m para ambos lados. Se determinó que la superficie de rodadura será de pavimento para lo cual se consideró un bombeo de 2% y peralte máximo de 8%, teniendo en cuenta que los radios mínimos para curvas horizontales serán de 25 m y en las curvas de vuelta de 15 m. El estudio de impacto ambiental realizado indica que se ocasionara impactos positivos como incremento de empleo, reducción de polvo y en los impactos negativos se obtuvo que se ocasionara una emisión de ruido durante la ejecución del proyecto, degradación baja de flora y fauna de la zona del proyecto. La duración proyectada para el proyecto es de 6 meses.

El presupuesto calculado para la carretera con vida útil de 20 años es la suma de S/. 9, 602,467.19; con una superficie de rodadura PAVIMENTO FLEXIBLE.

Reyes (2017), en su tesis “Diseño de la carretera en el tramo, el progreso – Tiopampa, distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad”, se planteó como objetivo realizar el diseño geométrico de la carreta vecinal mencionada que cumpla con los parámetros establecidos por la DG-2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones y así permitir la conexión vial entre el caserío el Progreso y el sector de Tiopampa. Para el desarrollo de este proyecto se hizo uso de varios softwares de ingeniería tales como: S10, AutoCAD, Agis 10.5, Ms Project, entre otros con el fin de cumplir con las normas establecidas por los órganos supervisores del país. Del estudio topográfico permitió conocer que el terreno de la vía tiene características accidentadas lo que permite establecer que se tiene que diseñar una carretera de tercera clase, con pendientes máximas de 10%, velocidad directriz de 30 Km/h. para el estudio de mecánica de suelos se realizó 5 calicatas, de lo que podemos dimensionar base, subbase de la vía, además de un micropavimento de 0.15m, 0.25m y 1 cm respectivamente para la progresiva 0+000.00 a 3+000.00, y para la progresiva 3+000.00 hasta el final del tramo se diseñara un micropavimeto de 0.25 m y 1 cm respectivamente.

Realizado el estudio hidrológico e hidráulico, permitió determinar que se debe diseñar cunetas triangulares de 0.75 x 0.3 m de concreto armado y aliviaderos de 48 y 60 pulgadas de diámetro, para garantizar el buen funcionamiento de la vía durante las épocas de lluvia. Además, con el estudio de impacto ambiental posibilitó definir las acciones para mitigar los impactos negativos durante la ejecución del proyecto, y optimizar los impactos positivos. Con la carreta diseñada de acuerdo a la DG-2014 y manuales del MTC se realizó el cálculo del presupuesto de ella, lo cual asciende a la suma de S/. 3'782,699.01

Miñano (2017), en su tesis “Diseño de la Carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, Distrito de Mache, Provincia Otuzco, Departamento La Libertad”, se planteó como objetivo diseñar la carreta en su etapa de apertura. Para iniciar con el estudio se realizó el levantamiento topográfico de los 2.224 km del tramo de vía, lo que determinó que el área de estudio presenta características accidentadas. Con estos datos y el análisis de tráfico se diseñó una carretera de tercera clase para un tráfico de valores de IMD < 400 veh/día y velocidad de diseño de 30 Km/h.

Del estudio de mecánica de suelos se determinó que los suelos según SUCS se clasifican en CL, ML, SM y según AASHTO en A-7-6(8), A-7-6(8), A4 (0). Y realizado el ensayo de CBR se optó por categorizar a la subbase como una regular. De la estación de Julcan se obtuvo los datos para el estudio hidrológico lo que permitió diseñar las cunetas y alcantarillas de paso de diámetros de 40”, 48” y 60” respectivamente. Además, realizado el estudio de impacto ambiental se pudo concluir que los impactos negativos se producirán durante la explotación de cantera, contaminación del lugar ocupado por la maquinaria pesada, cuyo plan de mitigación es la renovación del suelo con material extraído de los cortes del tramo. y como impacto positivo se concluyó que será el aumento de transporte de carga y pasajeros.

Como presupuesto total del proyecto obtenido del estudio de partidas y metrados asciende a S/. 1'281,754.95

Guerrero (2017), en su tesis “Diseño de la carretera que une los caseríos de Muchucayda – Nueva Fortaleza – Cauchalda, Distrito de Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco, Departamento de La Libertad”, planteó como objetivo realizar un diseño para el mejoramiento de la carreta, para mejorar la transitabilidad en esta, por lo cual se

realizaron los estudios de la topografía, resultando que la zona es accidentada lo que demandó trabajar con pendientes máximas de 10 % y de suelos, del cual se determinó que el suelo es arcilloso con características de baja plasticidad. Realizado el estudio hidrológico se determinó que las secciones de las cunetas para cumplir con la demanda de precipitaciones de la zona deben ser de 0.50 x 0.90 m, así como también que las alcantarillas de paso y alivio deben ser de 36" y 24" respectivamente. En el diseño geométrico de la carretera, se consideró los siguientes parámetros: velocidad de directriz de 30 Km/h, ancho de calzada de 6 m con bermas de 0.50m con un bombeo de 2% a ambos extremos, peraltes máximos de 12%, radios mínimos de 35m y también se diseñaron señales preventivas y reguladoras.

Por último, se determinó que el presupuesto de este proyecto asciende a S/. 3'336,983.91 y que los impactos negativos generados en el ambiente durante la construcción del proyecto son: el ruido y pérdida de área vegetal, y entre los impactos positivos tenemos: incremento de trabajo y reducción de emisión de polvo.

Valencia (2017), en su tesis "Diseño para el mejoramiento de la carretera ruta 127, tramo: dv. li-119 - ancush – las piedras - José Faustino Sánchez Carrión, distrito y provincia Julcán - departamento la Libertad" tuvo como objetivo realizar el diseño geométrico de la carretera antes mencionada, a nivel de micropavimento para una longitud de vía de 7.330 km, de acuerdo a sus estudios realizados la carretera que diseña, es de tercera clase, pues el IMDA es de 27 en la zona de estudio, estableció como radio mínimo de curva simple horizontal 35m y para curvas vuelta 15 m, y también ancho de calzada de 6m, berma de 0.5m y bombeo 2%.

Del estudio hidrológico, obtuvo información que le permitió diseñar cunetas triangulares de 0.75m x 0.30m, 1 badén de 6.0m x 6.0m y 2 alcantarillas TMC de diámetro de 0.90m. además, del resultado de EMS determino que el CBR de sus suelos de fundación son 15.97 y 11.39%, por lo que diseño una estructura de pavimento que consiste de una subbase de 0.15m, base de 0.20m y micropavimento 0.025m. finalmente, el costo total del proyecto fue de S/. 6,523,383.19

Otiniano (2017), en su tesis “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, caserío Cruz de las flores - Cabargón, distrito de Huamachuco - provincia de Sánchez Carrión - departamento la Libertad” planteo como objetivo realizar el diseño para el mejoramiento de la trocha existe, pues esta no cumple con la normativa y se encuentra en mal estado. Para realizar dicho estudio, inicio con el levantamiento topográfico que le permitió conocer las características reales del terreno donde se desarrollara el proyecto, luego realizo la excavación de 7 calicatas, que luego de realizado EMS arrojaron como datos de CBR mínimo de 8.27% para los suelos y de 45.95% para la cantera.

Del estudio hidrológico, diseño las siguientes obras de arte: cunetas de  $A=0.75$  y  $H=0.50$ , alcantarillas de  $D=36''$  y aliviaderos de  $D=24''$ , finalmente aplico los parámetros establecidos por el manual de carreteras: DG-2014, para el diseño geométrico, con lo que determino como velocidad de diseño de 30 km/h, un pavimento que se compone de micropavimento de 2,5cm, base granular de 25cm y subbase de 15 cm.

Idrogo (2014), en su proyecto profesional “Mejoramiento de la carretera cruce La Libertad - Nuevo Oriente - Masintranca, tramo II desde Nuevo Oriente hasta Masintranca, distrito de Chalamarca, provincia de Chota, región Cajamarca”, planteó como objetivo realizar el estudio del mejoramiento de la carretera existente, lo que servirá para gestiones futuras por parte de autoridades competentes para la realización de dicha obra. Para el desarrollo de su proyecto inició con el levantamiento topográfico, lo que llevo que el investigador llegara a la conclusión que en su mayoría de la zona el terreno es llano y en algunos sectores ondulado, del estudio de tráfico se determinó una vía de TERCERA CLASE, con esta información se realizó el Diseño Geométrico de la vía de velocidad de diseño de 20 km/h y radios mínimos de 10 m y pendiente media de 3.94%.

Del estudio de mecánica de suelos se obtuvo que el suelo más representativo es el A-7-6 (OS), CL, que tiene un valor de C.B.R (6.95%), para lo cual se diseñó un afirmado de 0.20 m. para realizar el estudio hidrológico se procedió a delimitar las cuencas y microcuencas cuya finalidad es obtener los caudales máximos para el diseño de las diferentes obras de arte.

Finalmente, para darle mayor seguridad a la vía se dispuso colocar las siguientes clases de señalización: 2 und. de reguladoras, 39 und. preventivas, 2 und. informativas y 6 und. de

hitos kilométricos. También se realizó el cálculo que demandara la realización del proyecto obteniendo como costo total S/. 830,554.17 y para la duración de proyecto se usó del diagrama de Gantt con el cual se obtuvo una duración de 87 días calendarios.

Vásquez (2014), en su proyecto profesional "Mejoramiento de la carretera entre: el cruce Embarcadero c.p de porcón alto y el cruce Campanario carretera a San Pablo, distrito de Cajamarca- Cajamarca- Cajamarca", se planteó como objetivo realizar el estudio para el mejoramiento de la carretera mencionada por lo que el trabajo se inició con la recolección de datos en campo y consolidarlo en gabinete para diseñar la trocha carrozable de 6.074 km, velocidad directriz de 20 km/h, pendiente media de 2.42%, radios mínimos de 10 m y finalmente un afirmado de espesor de 30 cm obtenido del diseño de pavimento.

Del EMS se determinó que el suelo que más se presenta en el tramo según SUCS es un suelo CL y según SUCS un suelo CL, el C.B.R de diseño es de 8.9%, realizo es estudio hidrológico se concluyó que se debe realizar un sistema de drenaje superficial que conste de 32 aliviaderos, cunetas en una longitud de 6960 m y 2 alcantarillas, para la señalización se consideró de los siguientes tipos: 33 preventivas, 02 informativas, 18 reglamentarias, y 06 hitos kilométricos, el costo total referencial de la obra asciende a S/.1660245.60.

Tito (2014), en su informe técnico "Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Ayacucho - Abancay, tramo iv, pertenece a la ruta pe -28b", planteo como objetivo presentar las técnicas de construcción aplicada en la construcción de la carretera mencionada, para lo que primero se empezó por determinar los criterios a usar para el mejoramiento ya que hoy en día, no existen fórmulas aplicables a ello, por lo que se tuvo en cuenta que se usaran como criterios lo siguiente: CBR deficiente, material orgánico y humedad. Luego de aplicado estos criterios se terminó que se debería mejorar el tramo que comprendía la progresiva 156+000 – 158+000, pero solo un lado de la vía, para lo cual se elevó 1m de altura a la subrasante para mejorar la calidad de las capas que comprende desde el terreno natural hasta la subrasante. Luego se usó el método Marshall para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente, empezando por aplicar el riego de liga que comprende calentar el RC-250 a 80 grados para pegar el asfalto nuevo con el ya existente.

Proteger el medio ambiente fue una de las prioridades durante la ejecución del proyecto, por lo que se desarrolló propuestas que contemplen trabajos a favor de la mitigación del impacto ambiental, y también se depositó en lugares autorizados todo desecho que se producía durante la ejecución para su correcto control.

### 1.3 Teorías relacionadas al tema.

Para el desarrollo de este estudio se tomará como base las diferentes normas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, además de información recogida de libros e artículos detallados a continuación:

El estudio topográfico representa la base para el diseño de una carretera, el cual permite conocer las características del terreno de estudio como distancias horizontales y cotas, para lo cual Gallego y Sánchez (2015), en su manual presentan el concepto de la topografía, objeto y relación con la ingeniería, además también señalan los procedimientos básicos para realizar un levantamiento topográfico tales como: medición de ángulos, perfiles transversales, medición de volúmenes, etc. Finalmente, describen los diferentes instrumentos topográficos usados para realizar el levantamiento topográfico y los trabajos de campo e gabinete para la obtención final de la representación gráfica del área de estudio.

Además, Alcántara (2014), en su libro presenta definiciones y aplicaciones de lo que es altimetría y planimetría.

El estudio de mecánica de suelos permite conocer las características físico-mecánicas de los suelos de fundación que abarque el estudio obtenidos de los estudios de campo, laboratorio y gabinete. Para lo cual Juárez y Rico (2010), en su libro describen las tipos de suelos y características como: relaciones volumétricas, granulometría, plasticidad, propiedades hidráulicas. También desarrollan las diferentes propiedades físicas de los suelos como resistencia al esfuerzo y corte. Para su aplicación nos basaremos en el Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014), brinda información detallada de cómo hacer las exploraciones del suelo y los diferentes ensayos de laboratorios aplicados, además también presenta las parámetros o características que debe

tener los suelos para las diferentes componentes de la estructura de la carretera como son: terraplén, subrasante y pavimento o capa de rodadura.

El estudio hidrológico de la zona del proyecto permitirá conocer la cantidad de precipitaciones que se dan, la escorrentía y la cantidad de humedad del suelo, base para el diseño hidráulico de las obras de drenaje, para lo cual Chereque (2003) en su libro describe los conceptos sobre la hidrología, precipitaciones, evaporación, infiltración, agua subterránea y caudal, así como también las diferentes fórmulas de cálculo de cada uno de ellos. Para su aplicación en la construcción de una carretera usaremos el Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje (2011), que describe los diferentes trabajos en campo y gabinete que se realizan para obtener el estudio hidrológico para la vía, también los parámetros que deben considerarse para el diseño de las obras de arte como, cunetas, alcantarillas y puentes.

En el diseño geométrico permitirá obtener una vía adecuada, por lo cual Cárdenas (2013), en su libro describe las generalidades y conceptos a tener en cuenta para el diseño geométrico de una carretera tales como: clasificación de carreteras, rutas y líneas de pendiente, diseño geométrico horizontal (planta), diseño geométrico vertical (rasante), diseño geométrico transversal (secciones, áreas y volúmenes). Y para cumplir con los parámetros establecidos por el estado, la investigación se realizara en base a el Manual de carreteras: diseño geométrico (2018), el cual desarrolla los diversos criterios técnicos para el desarrollo del proyecto, tales como: diseño geométrico en planta, velocidades de diseño por tramos homogéneos, perfil y sección transversal del proyecto, curvas horizontales y verticales, peraltes, visibilidad, pendientes, taludes, sección transversal, etc. Lo que tendrán como fin desarrollar la memoria de cálculo, planos y otros documentos. También nos dice que para verificar la funcionalidad, consistencia y operatividad de la vía se debe hacer uso de software especializado para la simulación en 2D y 3D.

El estudio de impacto ambiental nos permite conocer tanto impactos positivos como negativos que se van a producir al desarrollar, para lo cual López (2013), en su libro describe las diferentes etapas que desarrollaran durante la planificación y ejecución del proyecto para determinar las acciones y las medidas protectoras y correctoras ante algún daño que se producirá al medio ambiente, para respetar las normas vigentes sobre la

materia, y además también para la estructuración del informe o estudio ambiental el Manual de carreteras: diseño geométrico (2018), señala que se debe considerar como base de informe lo siguiente: Evaluación de los impactos ambientales directos e indirectos en la zona del proyecto, detalle de las medidas mitigadoras, cronogramas y órganos responsables de su implementación, costos, etc. Certificación de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA), especificaciones ambientales particulares para las obras, medidas de corrección de los pasivos ambientales considerados críticos, plan de Manejo Ambiental (PMA), plan de reasentamiento involuntario y compensación de la población, del proyecto y otros documentos requeridos por la normativa vigente.

La estimación de los costos y presupuesto permite la determinación del costo total del proyecto de estudio, para lo cual Ibáñez (2012), en su libro brinda definiciones sobre la clasificación de costos (directos e indirectos), los gastos generales, y utilidad que nos permitirá construir el presupuesto. Además, también describe métodos para la estimación de la programación de obra como: método Gantt, PERT, CPM, entre otros. Finalmente, la USDA FOREST SERVICE NORTHERN REGION ENGINEERING (2017), en su guía nos muestra las diferentes actividades y su estimación de costo de cada una de ellas para la construcción de una carretera.

#### **1.4 Formulación del Problema**

¿Qué características técnicas debe presentar el diseño para el mejoramiento de la carretera vecinal tramo: Las Pajillas – Kaunape, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad?

#### **1.5 Justificación del estudio**

Técnicamente, la carretera vecinal que une los caseríos de Las pajillas y Kaunape, no cumple con los parámetros establecidos por las normas pues cuenta con un ancho de vía entre 3m y 3.5 m, la superficie de rodadura está en mal estado presenta huecos y baches, además las curvas vuelta existentes tienen radios entre 8m y 10m, pendientes longitudinales de hasta 15,1 % y también la carretera no cuenta con obras de drenaje para

evacuar las aguas provenientes de las lluvias, lo que genera que la vía se deteriore con más facilidad y dificulte la transitabilidad en ella.

Teóricamente, el presente trabajo de estudio se realizó respetando los parámetros establecidos por la normativa vigente de diseño para desarrollar la mejora de la carretera vecinal, como es el manual de carreteras: diseño geométrico (DG, 2018) del MTC, la que nos permitirá diseñar la carretera vecinal con las características técnicas óptimas como: ancho de carril de 4.5m, curvas horizontales de radio mínimo de 25m y para curvas vuelta radio mínimo de 15m, inclinación horizontal mínima (bombeo) de 3%, pendientes menores e iguales al 9% y así poder tener en ella una transitabilidad adecuada y con una vida útil que soportará las precipitaciones pluviales que se dan en la zona.

Metodológicamente, la presente investigación es importante porque servirá a futuras investigaciones relacionados al tema de mejoramiento de carreteras vecinales como un precedente para dar solución a los problemas que se presentan en ellas.

Prácticamente, la ejecución de este proyecto permitirá que los caseríos beneficiados puedan contar con una vía adecuada y que les permita tener un mayor intercambio de mercaderías tanto agrícolas como ganaderas, además que también los pobladores podrán transitar en vehículos motorizados con mayor comodidad y seguridad, facilitando el acceso a mejores servicios como salud, educación y otros, que mayormente está en las capitales distritales y provinciales.

## **1.6 Hipótesis**

La hipótesis se comprobará únicamente cuando se realice el diseño para el mejoramiento de la carretera vecinal de Las Pajillas a Kaunape.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general.**

Realizar el diseño para el mejoramiento de la carreta vecinal tramo: Las Pajillas – Kaunape, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad.

### **1.7.2 Objetivos específicos.**

- Realizar el levantamiento Topográfico del tramo de carretera en estudio para su representación gráfica.
- Realizar el estudio de Mecánica de Suelos para determinar las características de los suelos de la zona de estudio.
- Realizar el estudio Hidrológico de la zona de estudio y diseño de obras de arte.
- Elaborar el diseño geométrico de la carreta según manual de carreteras: DG-2018 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Elaborar el estudio de Impacto Ambiental que se producirá por la construcción del proyecto.
- Elaborar el presupuesto del proyecto, en base al análisis de precios unitarios de partidas específicas.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de Investigación.

En esta investigación se usó un diseño no experimental – transversal - descriptivo simple.

El cual se trabajó según esquema:



Donde:

M = Representa el lugar donde se realizó el estudio para el diseño de carretera y la población beneficiaria.

O = Representa la información obtenida de la zona de estudio.

### 2.2 Variables, Operacionalización.

#### 2.2.1 Variable de estudio.

Diseño para el mejoramiento de la carretera vecinal tramo: Las Pajillas – Kaunape.

**Definición conceptual:** El diseño de una carretera responde a resolver las necesidades socio-económicas del país. De estos conceptos se busca establecer las características físicas y técnicas que debe tener la carretera que se proyecta para que los resultados buscados sean mejores, en beneficio de la población que requiere del servicio, normalmente en situación de escasos recursos locales y nacionales. (Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, 2008)

**Definición operacional:** El diseño geométrico de la carretera se obtendrá a través de los siguientes estudios: Levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico, estudio de impactos ambientales y la elaboración de los costos y presupuestos del proyecto.

#### 2.2.2 Dimensiones de la variable.

Levantamiento topográfico, Estudio de Mecánica de suelos, Estudio hidrológico y obras de arte, Diseño geométrico de la carretera, Estudio de impacto ambiental, Costos y Presupuestos

### 2.2.3 Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Diseño para el mejoramiento de la carreta vecinal tramo: Las Pajillas – Kaunape.	Levantamiento topográfico	El levantamiento topográfico se realiza para obtener datos necesarios para la representación gráfica o para elaboración del mapa de la zona de estudio. (casanova,2002)	El levantamiento topográfico, se determinara desarrollando los siguientes pasos: medición de ángulos, distancias, nivelación y la aplicación de curvas de nivel.	Alineamiento (m)	Razón
				Equidistancias (ml)	Razón
				Pendiente de terreno (%)	Intervalo
				Perfil longitudinal (m)	Razón
				Secciones transversales (m <sup>3</sup> )	Razón
	Estudio de mecánica de suelos	El estudio de mecánica de suelos es un proceso que definirá las características geológicas de la zona de estudio y de las fuentes de donde se extraerá los materiales. (Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2014)	Para el estudio de mecánica de suelo se iniciará con la exploración de la zona de estudio mediante calicatas, y ensayos en laboratorio para determinar sus características y clasificación.	Contenido de humedad (%)	Razón
				Granulometría (%)	Razón
				C.B.R. (%)	Razón
				Límites de consistencia (%)	Razón
				Proctor modificado (%)	Razón
	Estudio hidrológico y obras de arte	El estudio hidrológico es un proceso para estimar los escurrimientos superficiales en secciones como: ríos, canales, pantanos y quebradas,	Los datos para el estudio hidrológico se obtendrán de estaciones hidrológicas y el estudio del drenaje superficial	Caudales máximos (m <sup>3</sup> /s)	Razón
				Precipitaciones (mm/día)	Razón
				Cuencas (Km <sup>2</sup> )	Razón
				Cunetas (Und.)	Razón

		puntos en los que va a cruzar la vía proyectada. (DG, 2018)	mediante la estimación de velocidades máximas de precipitación.	Alcantarillas (Und.)	Razón
				Badenes (Und.)	Razón
	Diseño geométrico de la carreta	El diseño geométrico busca definir el trazo de una carretera que garantice la operación homogénea a través de ella, y así, también la comodidad y seguridad de los usuarios. (González, Rincón y Vargas, 2012)	El diseño geométrico se obtendrá a través de aplicación de la DG, 2018. Con esta norma se determinara las características de la vía, así como también la seguridad en ella.	Velocidad de diseño (Km/h)	Razón
				Pendientes (%)	Intervalo
				Trazo longitudinal (m)	Razón
				Peralte (%)	Razón
				Señalización (Und.)	Razón
	Estudio de impacto ambiental	El análisis de impacto ambiental es un proceso de recolección de información para identificar problemas potenciales en el medio ambiente durante la ejecución del proyecto. (Martínez, 2014)	El estudio de impacto ambiental se obtendrá a través de la identificación los impactos positivos y negativos que generara la ejecución del proyecto, lo que permitirá efectuar un plan de manejo ambiental.	Impacto negativo	Nominal
				Impacto positivo	Nominal
	Costos y Presupuestos	La estimación de los costos y presupuestos viene a ser el cálculo anticipado del costo total que generara la construcción, reparación o mantenimiento de un tramo o subtramos de la	Para la estimación de los costos de presupuestos se basara en el análisis de los precios unitarios de los materiales, equipos y mano de obra, así como	Metrados (m,m2,m3,etc)	Razón
				Análisis de precios unitarios (S/.)	Razón
				Gastos generales (S/.)	Razón

		red vial de un país en un periodo de tiempo fijado. (Ministerio de Transporte e Infraestructura, 2008)	también realizando el metrado de las actividades a realizar y finalmente los gastos generales y utilidad.	Fórmula polinómica	Razón
				Utilidad (S/.)	Razón

### 2.3 Población y Muestra.

**Población:** el área de influencia de la carretera entre los caseríos de Las Pajillas y Kaunape.

**Muestra:** el tramo de 5.3 Km de carretera vecinal entre el caserío de Las Pajillas y Kaunape.

### 2.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

#### Técnica

Observación que permitió obtener información sobre el estado que se encuentra la carretera en estudio.

#### Instrumentos:

Ficha de observación (ver anexo 4)

Equipos topográficos: Estación Total, Prismas, Winchas, Libreta de campo.

Instrumentos de laboratorios de suelos: Balanzas, Tamices, Hornos, Taras, Proctor y CBR.

Software de cómputo especializado en ingeniería civil.

### 2.5 Métodos de análisis de datos

Los datos de obtuvieron en campo, usando los diferentes instrumentos y equipos topográficos, para facilitar el procesamiento de los datos se usaron los diferentes softwares especializados tales como:

- AutoCAD para generar las curvas de nivel, secciones transversales, perfil longitudinal y rasante.
- Ms Project para determinar el cronograma de ejecución del proyecto.
- S10 Costos y Presupuestos para realizar el análisis de precios unitarios para generar el presupuesto total del proyecto.

- Laboratorio de suelos de la Universidad Cesar Vallejo para realizar los ensayos de laboratorio y determinar los tipos de suelos e clasificación según ASSHTO y SUCS, así como también capacidad portante y CBR.

## **2.6 Aspectos éticos**

El estudio del proyecto se realizó con veracidad y responsabilidad, respetando los resultados de los datos obtenidos tanto en campo como en gabinete, para contribuir con el desarrollo de los caseríos implicados.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1 Estudio topográfico**

##### **3.1.1 Generalidades**

La ubicación de una carretera dentro de dos caseríos o puntos, uno inicial y otro final con condiciones óptimas para su operatividad, implica encontrar un área de terreno con cuyas características nos permita realizarlo, estas características se conocen mediante el estudio topográfico del lugar.

El estudio topográfico de la vía se realizó tomando como referencia la trocha existente, mediante el uso de estación total y GPS, para lo cual se tuvo en cuenta, las obras de arte, tipo de suelo, zona de escurrimiento de agua, entre otros. Parámetros que nos sirven para el diseño óptimo de la carretera.

##### **3.1.2 Ubicación**

Para obtener el punto inicial del levantamiento topográfico, fue necesario el uso de un GPS, quedando fijo como E1 con sus respectivas coordenadas UTM, zona 17 sur, Datum WGS84 siguientes: N=9106864.649 E=808350.096 Z=3339.51, en el caserío de las pajillas.

El punto final, quedo definida en el caserío de kaunape, con sus respectivas coordenadas UTM, zona 17 sur, Datum WGS84 siguientes: N= 9107462.326 E= 810912.159 Z= 2967.29 COD. E20, la cual fue obtenida a través de la estación total.

##### **3.1.3 Reconocimiento de la zona**

Antes de iniciar con el levantamiento topográfico, se realizó un reconocimiento actual de la vía existente, encontrando una vía deteriorada con varias fallas como: baches, ahuellamientos, las cunetas colmatadas entre otras. También se pudo observar, que la vía cuenta con tramos longitudinales muy empinados, curvas cerradas y sin ningún tipo de señalización.

Determinados las características de la vía, nos permitió elegir los puntos críticos u obligatorios del levantamiento topográfico, así como también los mejores lugares para los puntos de estación.

### **3.1.4 Metodología del trabajo**

#### **3.1.4.1 Personal**

El equipo de trabajo que se conformó para el levantamiento topográfico de la zona de estudio se compuso de la siguiente manera:

- 01 topógrafo
- 04 prismeros

#### **3.1.4.2 Equipos**

Para realizar el levantamiento topográfico de la carretera vecinal tramo: las pajillas – Kaunape, distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, Departamento La Libertad fue indispensable utilizar los siguientes equipos y accesorios topográficos detallados:

- Una Estación Total LEICA TS06 plus, con las siguientes especificaciones técnicas:
- Un trípode de soporte de madera.
- Cuatro prismas con sus respectivos porta prismas.
- Un GPS GARMIN 64 sc.

#### **3.1.4.3 Materiales**

Los materiales empleados que facilitaron la labor topográfica son los que se detallan a continuación:

- Wincha de fibra de lona de 50m.
- Libreta topográfica.
- Una cámara fotográfica.
- Pintura para especificar puntos de cambio.

### **3.1.5 Procedimiento**

#### **3.1.5.1 Levantamiento topográfico de la zona**

Identificada la zona, para realizar el levantamiento topográfico se inició en primer lugar con la elección de los puntos de referencia, con el GPS GARMIN 64 sc se obtuvieron las coordenadas del punto inicial y la vista atrás del mismo.

El levantamiento topográfico constituyo principalmente tomando referencia el eje de la carretera existente, y para motivos de cambio de diseño de la vía se tomó puntos a cada 50 m de lado del eje tanto derecha como izquierda. Iniciando desde el caserío de las pajillas hasta el caserío de Kaunape en un aproximado de 5.3 km de vía existente (trocha).

Los puntos de estación se colocaron en lugares estratégicos, para tener menos porcentaje de error y tener la mayor visibilidad del punto a levantar.

### 3.1.5.2 Puntos de georreferenciación

La ubicación del primer punto de referencia o BM se realizó con la ayuda del GPS GARMIN 64 sc. En primer lugar, se empezó por determinar el punto de estación 1 y georreferenciarlo con el punto de referencia a una distancia de 30 m, que este caso fue una vivienda. Para los demás BM's se pintaron con pintura roja y en rocas fijas, para facilitar su ubicación durante el trazo y replanteo en la ejecución del proyecto.

### 3.1.5.3 Puntos de estación

Los puntos de estación se ubicaron en lugares estratégicos para un óptimo levantamiento topográfico, cuyas coordenadas de ubicación se detallan a continuación:

**Cuadro 2:** Ubicación de los puntos de estación.

Puntos de estación				
Nº Punto	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	808350.096	9106864.65	3339.51	E1
21	808417.515	9106947.45	3341.19	E2
39	808496.144	9107054.85	3335.51	E3
57	808682.516	9107128.81	3318.38	E4
81	808927.001	9107099.56	3295.69	E5
97	808850.473	9107256.98	3288.26	E6

129	809016.655	9107462.15	3263.2	E7
170	809273.207	9107564.58	3246.57	E8
202	809616.597	9107582.83	3219.89	E9
220	809348.177	9107409.15	3200.03	E10
244	809423.169	9107227.39	3195.05	E11
263	809502.921	9107243.53	3178.01	E12
277	809597.491	9107236.21	3158.12	E13
314	809852.802	9107213.52	3098.52	E14
334	809954.725	9107258.63	3064.57	E15
356	810057.052	9107195.3	3050.76	E16
380	810304.073	9107263.36	3031.7	E17
415	810649.293	9107410.03	3016.38	E18
443	810686.337	9107167.92	3024.17	E19
478	810912.159	9107462.33	2967.29	E20

#### 3.1.5.4 Toma de detalles y rellenos topográficos

Se tomó como referencia los detalles de estructuras que afectaban directamente al proyecto: viviendas, alcantarillas, puentes, entre otros.

En el relleno topográfico, para temas de cambio de eje de vía y detalles constructivos como corte y relleno, se levantaron puntos a cada 50m de longitud del eje de la carretera existente en ambos lados y para curvas de volteo se tomaron puntos transversales a cada 60m.

#### 3.1.5.5 Códigos utilizados en el levantamiento topográfico

Los códigos utilizados en el levantamiento topográfico fueron los siguientes:

- TN : Terreno Natural
- CASA : Casa
- ALC : Alcantarilla
- E : Estación
- QUEB : Quebrada

### **3.1.6 Trabajo de gabinete**

#### **3.1.6.1 Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos**

Una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió a la descarga de la información almacenada en la Estación Total colocando esta información en formato csv delimitado por comas, para luego realizar procesamiento de la información topográfica en el software AutoCAD Civil 3D 2018, quedando como resultado los planos que se describen a continuación:

- Plano topográfico
- Plano clave
- Plano de ubicación

### **3.2 Estudio de mecánica de suelos y cantera**

#### **3.2.1 Estudio de suelos**

##### **3.2.1.1 Alcance**

El estudio en su totalidad de mecánica de suelos para el proyecto: “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO: LAS PAJILLAS – KAUNAPE, DISTRITO DE QUIRUVLICA, SANTIAGO DE CHUCO – LA LIBERTAD”, solo será aplicado en el área de estudio, por lo que esta prohibido aplicarse en otras áreas.

##### **3.2.1.2 Objetivos**

Determinar las características físico-mecánicas de los suelos de fundación existentes a lo largo del tramo y el estudio de cantera para elaborar el: “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO: LAS PAJILLAS – KAUNAPE, DISTRITO DE QUIRUVLICA, SANTIAGO DE CHUCO – LA LIBERTAD”.

##### **3.2.1.3 Descripción del proyecto**

###### **Ubicación**

Departamento: La Libertad  
Provincia: Santiago de Chuco  
Distrito: Quiruvilca

Caseríos: Las Pajillas – Kaunape

### **Características Locales**

El área donde se ubica el proyecto posee una temperatura promedio anual entre 5°C a 19°C, las cuales varían en el día y la noche. Las lluvias se producen por estaciones, siendo torrenciales entre los meses de diciembre y abril, de forma irregular durante los meses de mayo a agosto.

#### **3.2.1.4 Descripción de los trabajos**

Para el estudio del proyecto “DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO: LAS PAJILLAS – KAUNAPE, DISTRITO DE QUIRUVLICA, SANTIAGO DE CHUCO – LA LIBERTAD”, con superficie de rodadura de Micro pavimento, se realizaron trabajos que consistieron en: excavaciones de 05 calicatas en el terreno de fundación a una profundidad de 1.50 m (trabajo de campo) para la determinación de la calidad del suelo por medio de los estudios respectivos, siguiendo las indicaciones brindadas por el Manual de Carreteras Sección Suelos, Geología y Pavimentos.

#### **Número de calicatas**

Para determinar el número de calicatas, se basó en el cuadro que se muestra a continuación:

**Cuadro 3:** Número de calicatas para exploración de suelos

<b>Tipo de carretera</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Número Mínimo de Calicatas</b>
Carretera de bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 201 veh/día, de una calzada.	1.50 m, respecto el nivel de Subrasante del proyecto	1 Calicata x Km

**Fuente:** Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”

El Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” también, nos permite determinar el número de ensayos de CBR a realizar.

**Cuadro 4:** Número de ensayos de CBR

Tipo de Carretera	Número mínimo de Calicatas
Carretera de bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 201 veh/día, de una calzada.	Cada 3 km se realizará un CBR

**Fuente:** Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”

### Ensayos de laboratorio

Las muestras de suelos obtenidas de campo se trasladaron al laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo en el distrito de Moche, Trujillo, La Libertad y le aplicaron los siguientes tipos de ensayo:

- ✓ Análisis granulométrico de suelos por tamizado (ASTM D-422)
- ✓ Límites de consistencia (ASTM D-4318)
- ✓ Contenido de humedad (ASTM D-2216)
- ✓ Proctor modificado: Método C (ASTM D-1557)
- ✓ Ensayo de CBR y Expansión (ASTM D-1883)

### Descripción de las calicatas y resultados de EMS.

- **Calicata N° 1**

**E – 01/0.00-1.50 m.** Arena arcillosa con grava, Excelente a bueno, con 24.52% de finos que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “AASHTO” como un suelo “A-2-5 (0)” y en el sistema “SUCS” como un suelo “SC” y con 12.15% de contenido de humedad. CBR al 100% de la máxima densidad seca de 32.38%. La calicata se ubica en la progresiva 00+000 a 1.0 m de lado derecho del borde de la trocha existente.

- **Calicata N° 2**

**E – 01/0.00-1.50 m.** Arcilla ligera arenosa, Regular a malo, con 61.28% de finos que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “AASHTO” como un suelo “A-7-5 (8)” y en el sistema “SUCS” como un suelo “CL” y con 30.08% de contenido de humedad. La

calicata se ubica en la progresiva 01+000 a 1.5 m de lado izquierdo del borde de la trocha existente.

- **Calicata N° 3**

**E – 01/0.00-1.50 m.** Arcilla ligera arenosa, Regular a malo, con 65.60% de finos que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “AASHTO” como un suelo “A-7-5 (7)” y en el sistema “SUCS” como un suelo “CL” y con 39.75% de contenido de humedad. La calicata se ubica en la progresiva 00+000 a 1. m de lado derecho del borde de la trocha existente.

- **Calicata N° 4**

**E – 01/0.00-1.50 m.** Arcilla ligera arenosa, Regular a malo, con 53.70% de finos que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “AASHTO” como un suelo “A-7-5 (5)” y en el sistema “SUCS” como un suelo “CL” y con 23.68% de contenido de humedad. CBR al 100% de la máxima densidad seca de 8.17%. La calicata se ubica en la progresiva 04+000 a 1.5 m de lado izquierdo del borde de la trocha existente.

- **Calicata N° 5**

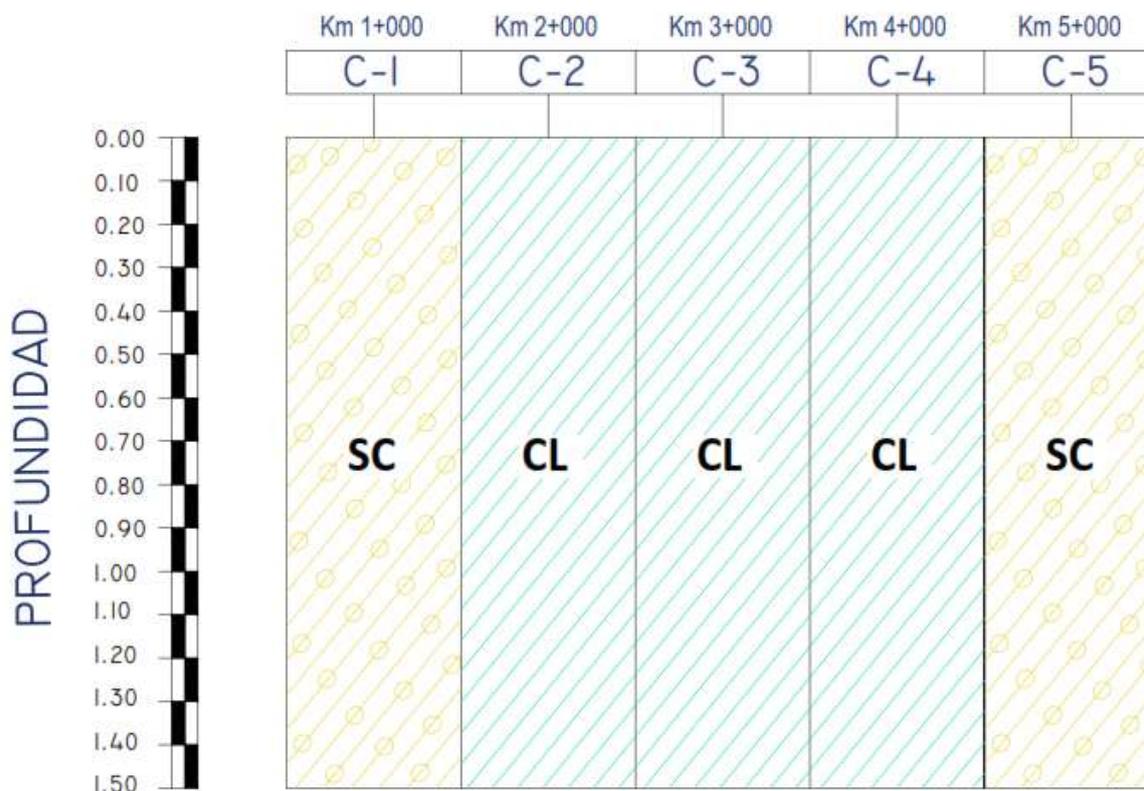
**E – 01/0.00-1.50 m.** Arena arcillosa, Regular a malo, con 18.27% de finos que pasa la malla N° 200. Clasificado en el sistema “AASHTO” como un suelo “A-2-6 (0)” y en el sistema “SUCS” como un suelo “SC” y con 11.34% de contenido de humedad. La calicata se ubica en la progresiva 05+000 a 1.5 m de lado derecho del borde de la trocha existente.

**Cuadro 5:** Resumen de los resultados de los ensayos de suelos

ITEM	ENSAYO	UNIDAD	C-1 E-1	C-2 E-1	C-3 E-1	C-4 E-1	C-5 E-1
1	GRANULOMETRÍA						
1.01	2”	% PASA	100	100	100	100	100
1.02	1 ½”	% PASA	96.36	100	96.58	95.28	100
1.03	1”	% PASA	87.08	100	96.58	91.03	99.24

<b>1.04</b>	¾"	% PASA	84.47	100	96.58	91.03	99.24
<b>1.05</b>	½"	% PASA	74.57	98.19	95.31	90.51	98.20
<b>1.06</b>	3/8"	% PASA	71.88	97.22	94.63	90.37	97.29
<b>1.07</b>	¼"	% PASA	68.50	96.04	93.71	89.74	95.71
<b>1.08</b>	Nº 4	% PASA	66.44	95.35	93.02	89.10	94.33
<b>1.09</b>	Nº 8	% PASA	61.91	93.55	91.37	87.02	89.09
<b>1.10</b>	Nº 10	% PASA	60.40	92.97	90.91	86.35	86.83
<b>1.11</b>	Nº 16	% PASA	55.13	90.39	88.98	84.02	76.00
<b>1.12</b>	Nº 20	% PASA	50.75	87.32	87.50	81.81	66.48
<b>1.13</b>	Nº 30	% PASA	45.14	82.59	85.73	75.72	53.88
<b>1.14</b>	Nº 40	% PASA	39.48	77.36	83.21	67.87	43.28
<b>1.15</b>	Nº 50	% PASA	34.63	71.83	79.92	60.71	33.93
<b>1.16</b>	Nº 60	% PASA	31.46	69.73	77.77	60.71	31.36
<b>1.17</b>	Nº 80	% PASA	28.45	65.85	73.26	59.98	24.40
<b>1.18</b>	Nº 100	% PASA	26.76	64.39	71.33	55.49	22.37
<b>1.19</b>	Nº 200	% PASA	24.52	61.28	65.60	53.70	18.27
<b>2</b>	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	12.15	30.08	39.75	23.68	11.34
<b>3</b>	<b>LIMITE LIQUIDO</b>	%	46	47	41	45	37
<b>4</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>	%	36	34	30	34	26
<b>5</b>	<b>INDICE PLASTICO</b>	%	10	13	11	11	11
<b>6</b>	<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>		SC	CL	CL	CL	SC
<b>7</b>	<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>		A-2-5(0)	A-7-5(8)	A-7-5(7)	A-7-5(5)	A-2-6(0)
<b>8</b>	<b>CBR</b>						
<b>8.01</b>	<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA 100%</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.950	-	-	1.784	-
<b>8.02</b>	<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA 95%</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.853	-	-	1.695	-
<b>8.03</b>	<b>ÓPTIMO C. HUMEDAD</b>	%	8.68	-	-	12.58	-
<b>8.05</b>	<b>CBR AL 100%</b>	%	32.38	-	-	8.167	-
<b>8.04</b>	<b>CBR AL 95%</b>	%	23.02	-	-	6.30	-
<b>9</b>	<b>NIVEL FREATICO</b>	m	-	-	-	-	-

Obtenido los resultados de EMS se elaboró el perfil estratigráfico de los suelos de fundación de la carretera vecinal.



**Figura 5:** Perfil estratigráfico de los suelos de fundación.

#### **Conclusión de estudio de mecánica de suelos del terreno de fundación**

Según los resultados de EMS, realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo se llega a la siguiente conclusión.

El terreno de fundación del tramo de la carretera proyectada, se dividen en dos tipos, según SUCS las calicatas C1 y C5 se clasifican como suelo “SC” (arena arcillosa), y las calicatas C2, C3 y C4 como suelo “CL”.

Del ensayo de CBR, para las calicatas C1 y C5 le corresponde un CBR al 95% de 23.02 calificada como subrasante muy buena. Las calicatas C2, C3 y C4 le corresponde un CBR al 95% de 6.3 calificada como subrasante regular.

### 3.2.2 Estudio de cantera

#### 3.2.2.1 Identificación de la cantera

Durante el recorrido y reconocimiento de la zona de influencia directa se ubicó una cantera de material para el mejoramiento de la sub rasante, con las siguientes características:

Nombre : EL VIEJO

Ubicación : E=816497.8106 N=9113150.013

Accesibilidad: la cantera EL VIEJO se encuentra en el caserío de Coñachugo, para la cual se tiene acceso mediante carretas vecinales que unen los caseríos de Kaunape y Coñachugo en una longitud aproximada de 22.2 km.

#### 3.2.2.2 Evaluación de las características de la cantera

Potencia: Se estima un volumen aproximado de 150, 000 m<sup>3</sup>, de ello se puede decir que es de material granular con fragmentos de roca, grava y arena de Excelente a Bueno para subgrado con un 18.46% de arena fina, además el material es suelto y no hay necesidad de usar explosivos para su extracción, solo se necesitará de su selección y zarandeo

**Cuadro 6:** Resumen de los resultados de los ensayos de cantera

ITEM	ENSAYO	UNIDAD	C-X E-1
1	<b>GRANULOMETRÍA</b>		
1.01	2"	% PASA	100
1.02	1 ½"	% PASA	95.26
1.03	1"	% PASA	75.58
1.04	¾"	% PASA	66.50
1.05	½"	% PASA	56.62
1.06	3/8"	% PASA	52.63
1.07	¼"	% PASA	45.86
1.08	Nº 4	% PASA	42.08
1.09	Nº 8	% PASA	36.31
1.10	Nº 10	% PASA	35.21

1.11	Nº 16	% PASA	32.71
1.12	Nº 20	% PASA	31.59
1.13	Nº 30	% PASA	30.59
1.14	Nº 40	% PASA	29.74
1.15	Nº 50	% PASA	28.95
1.16	Nº 60	% PASA	28.29
1.17	Nº 80	% PASA	27.00
1.18	Nº 100	% PASA	24.98
1.19	Nº 200	% PASA	23.62
2	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	%	6.96
3	<b>LIMITE LIQUIDO</b>	%	32
4	<b>LIMITE PLASTICO</b>	%	26
5	<b>INDICE PLASTICO</b>	%	6
6	<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>		GM-GC
7	<b>CLASIFICACIÓN AASHTO</b>		A-1-a(0)
8	<b>CBR</b>		
8.01	<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA 100%</b>	g/cm <sup>3</sup>	2.009
8.02	<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA 95%</b>	g/cm <sup>3</sup>	1.909
8.03	<b>ÓPTIMO C. HUMEDAD</b>	%	9.11
8.05	<b>CBR AL 100%</b>	%	52.59
8.04	<b>CBR AL 95%</b>	%	37.27
9	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	m	-

### **Conclusión de estudio de mecánica de suelos de cantera.**

Para que el afirmado extraído de la cantera se pueda usar para la construcción del proyecto el CBR de la cantera debe cumplir con lo mínimo establecido por el manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

### **Valor Relativo de Soporte, CBR en Subbase Granular**

CBR en Subbase Granular	Mínimo 40%
-------------------------	------------

Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una penetración de 0.1" (2.5mm)

### **Valor Relativo de Soporte, CBR en Base Granular**

Para carreteras de Segunda Clase, Tercera Clase, Bajo Volumen de Tránsito; o, para Carreteras con Tráfico en ejes equivalentes $\leq 10 \times 10^6$	Mínimo 80%
--	------------

El CBR obtenido al 100% de la máxima densidad seca es 52.59%, y este valor es mayor al 40%, por lo que cumple con lo establecido por la norma para el uso como subbase granular, pero para usarse como base granular no cumple.

### **3.2.3 Estudio de fuente de agua**

#### **3.2.3.1 Ubicación**

Según lo visto en la visita al lugar del proyecto, se pudo constatar que existe una quebrada que cruza por la vía a construir la cual se puede usar como fuentes de agua, además se encuentra el río Ilaray a 500 m del caserío de Kaunape que se puede usar como fuente secundaria.

### **3.3 Estudio hidrológico y de obras de arte**

#### **3.3.1 Hidrología**

##### **3.3.1.1 Generalidades**

La zona de estudio del proyecto, presenta fuertes precipitaciones en su mayoría de meses del año, y considerando que muchas carreteras colapsan debido a un mal sistema de drenaje o un estudio hidrológico deficiente, se es apto realizar el estudio hidrológico de la zona de estudio.

El estudio hidrológico y de obras de arte tiene el propósito de evaluar las magnitudes de las crecientes (caudales, elevaciones y volúmenes), factores importantes para determinar el caudal de diseño para cada estructura hidráulica que nos permita controlar el flujo de estas.

##### **3.3.1.2 Objetivos del estudio**

Calcular los caudales de diseño de las obras de drenaje transversal y longitudinal, así como también los parámetros de la estructura de las obras que permitan garantizar el control del flujo de agua superficial y garantizar una mayor durabilidad de estas.

### 3.3.1.3 Estudios hidrológicos

- Distribuciones
- Intensidades máximas
- Calculo de caudales máximos
- Calculo de obras de arte

### 3.3.2 Información hidrometeorológica y cartográfica

#### 3.3.2.1 Información pluviométrica

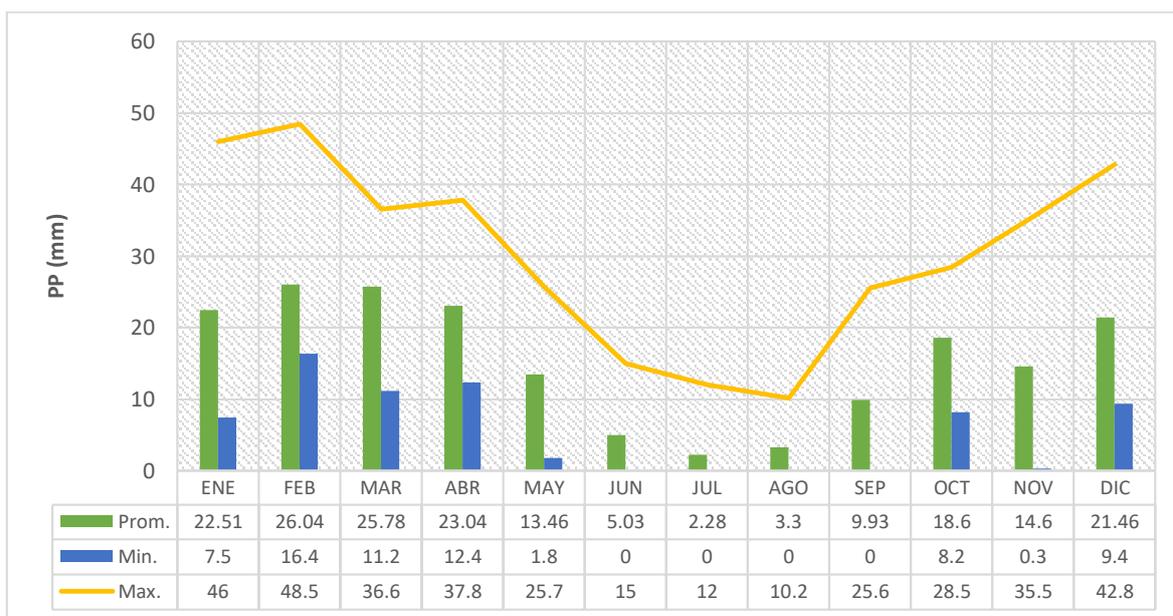
La información pluviométrica se obtuvo de la estación más cercana en este caso la de CACHICADAN, la cual nos da las precipitaciones máximas diarias desde el año 1965.

**Cuadro 7:** Precipitaciones máximas estación Cachicadan

ESTACIÓN: CACHICADAN						
TIPO:	CONVENCIONAL-METEOREOLÓGICA					
DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD	PROVINCIA:	SANTIAGO DE CHUCO	DISTRITO:	CACHICADAN	
LATITUD:	8° 5' 30.64"	LONGITUD:	78° 8' 57.78"	ALTITUD:	2900	m.s.n.m

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX
1993	10.2	30.5	30	30.5	19.5	15	12	3	20	20	16	24	30.5
1994	15	29	23	20	10	8	0	4.9	10.5	18.9	10.5	11.1	29
1995	17.8	17.2	11.2	19	13.8	6.5	9.5	0	3.2	17.2	20.1	20.5	20.5
1996	46	34.8	33.7	19	4.4	4.7	2.4	0	3.8	15.3	9.8	15.6	46
1997	12.7	27.8	16.2	28	21.2	5.2	0	2.4	11.2	22	18.2	27.7	28
1998	32	30.1	33.5	31	9.2	4.2	0	9.9	15.3	20.4	27.1	20.3	33.5
1999	33.2	48.5	17.1	17.1	22.6	8.3	4.2	10	11.6	9.3	13.2	16.6	48.5
2000	26.5	27.8	27.9	12.4	9.2	6.5	0	10	10.6	25.8	12	25.3	27.9
2001	30	26.4	24.8	18.7	15.5	0	0	0	14.2	22.7	10	21.8	30
2002	8	18.2	30.9	17.4	13.4	0	0	0	0	19.7	35.5	22.5	35.5
2003	22.5	27.7	14.6	24.5	22.4	5	2.8	0	7.6	8.2	4.6	18.7	27.7

2004	7.5	17.7	16.4	18.6	13.8	4.2	4.2	0	18.4	19.8	21.7	17.5	21.7
2005	19.5	22	25.9	22	2.1	0	0	0	0	18	10.2	10.4	25.9
2006	35.1	26.1	34.6	36.4	12	15	1	0.5	6.2	12.4	19.8	20.9	36.4
2007	40.8	19	27.7	33.9	16.8	2.2	5.2	8.7	16.8	17.2	14.5	38.1	40.8
2008	14	16.4	18.3	23.4	4.8	5.3	1.2	10	1.9	26.4	8.3	15.2	26.4
2009	25.6	28	17	18	22	4.7	4.4	2	4.5	20.8	22.6	20.8	28
2010	31.6	37.6	16.3	16.8	20.6	1.2	3.2	0	9.8	11.4	12.6	9.4	37.6
2011	21	16.4	32.4	37.8	1.8	6	0	0.9	6.9	15.9	18.1	42.8	42.8
2012	22.4	34.8	36.6	24.2	12.4	1.2	0	1.2	12.2	16.5	18.7	23.9	36.6
2013	20.6	17.5	34.2	20	2.8	13	0	10.2	1.8	24.9	2.8	21.7	34.2
2014	21.6	29.30	27.7	18.7	25.7	1.6	3.6	0	19.4	11.4	10.3	18.6	29.3
2015	16.4	16.6	32.8	17.6	19.9	1.2	2.6	1.5	8.2	16.2	16	26.2	32.8
2016	14.4	32.2	25.4	23.3	1.8	4.8	0.5	0	8.6	28.5	0.3	27	32.2
2017	18.4	19.4	36.4	27.6	18.9	2	0.1	7.2	25.6	26	12	19.9	36.4
Prom.	22.51	26.04	25.78	23.04	13.46	5.03	2.28	3.3	9.93	18.6	14.6	21.46	32.73
Min.	7.5	16.4	11.2	12.4	1.8	0	0	0	0	8.2	0.3	9.4	
Max.	46	48.5	36.6	37.8	25.7	15	12	10.2	25.6	28.5	35.5	42.8	



**Figura 6:** Precipitaciones mensuales estación Cachicadan

### 3.3.2.2 Precipitaciones máximas en 24 horas

Se determinan las precipitaciones máximas por año y mes, según estación meteorológica “CACHICADAN”

**Cuadro 8:** Precipitaciones máximas 24 horas según mes y año.

REGISTRO	AÑO	MAXIMA ANUAL	MES DE MAXIMA PRECIPITACIÓN
1	1993	30.5	ABRIL
2	1994	29	FEBRERO
3	1995	20.5	DICIEMBRE
4	1996	46	ENERO
5	1997	28	ABRIL
6	1998	33.5	MARZO
7	1999	48.5	FEBRERO
8	2000	27.9	MARZO
9	2001	30	ENERO
10	2002	35.5	NOVIEMBRE
11	2003	27.7	FEBRERO
12	2004	21.7	NOVIEMBRE
13	2005	25.9	MARZO
14	2006	36.4	ABRIL
15	2007	40.8	ENERO
16	2008	26.4	OCTUBRE
17	2009	28	FEBRERO
18	2010	37.6	FEBRERO
19	2011	42.8	DICIEMBRE
20	2012	36.6	MARZO
21	2013	34.2	MARZO

22	2014	29.3	FEBRERO
23	2015	32.8	MARZO
24	2016	32.2	FEBRERO
25	2017	36.4	MARZO
PROMEDIO		32.73	
P. MINIMA		20.5	
P. MAXIMA		48.5	



**Figura 7:** Precipitaciones máximas según año según estación Cachicadan

### 3.3.2.3 Análisis estadísticos de datos hidrológicos

El análisis estadístico se realiza según el manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje con la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según el periodo de retorno, se realiza mediante la aplicación de modelos probabilísticos; para lo cual el manual recomienda los 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

Las precipitaciones máximas se obtuvieron a través del programa HIDROESTA, para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 200, 500 años.

**Cuadro 9:** Precipitaciones máximas por métodos de distribución de probabilidades.

DISTRIBUCION DE PROBABILIDADES (HIDROESTA)								
Años (Tr)	Pmax 24 H (mm) D. Normal	Pmax 24 H (mm) D. Log Normal 2P	Pmax 24 H (mm) D. Log Normal 3P	Pmax 24 H (mm) D. Gamma 2P	Pmax 24 H (mm) D. Gamma 3P	Pmax 24 H (mm) D. Log Pearson tipo III	Pmax 24 H (mm) D. Gumbel	Pmax 24 H (mm) D. Log Gumbel
500	52.71	58.89	56.49	55.46	56.97	51.58	63.24	81.15
200	50.62	55.24	53.38	52.67	53.89	49.1	58.27	69.75
100	48.88	52.4	50.93	50.42	51.42	47.21	54.51	62.19
50	46.99	49.47	48.35	48.02	48.81	45.27	50.73	55.43
25	44.89	46.39	45.62	45.43	46.01	43.3	46.92	49.36
20	44.15	45.37	44.7	44.55	45.06	42.65	45.68	47.53
10	41.63	42.01	41.64	41.61	41.92	40.56	41.79	42.21
5	38.57	38.28	38.18	38.23	38.33	38.3	37.72	37.3
2	32.73	32.04	32.19	32.27	32.14	34.7	31.59	30.94
$\Delta$ tabular	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272	0.272
$\Delta$ teórico	0.0874	0.0536	0.064	0.0675	0.05789	0.0793	0.0634	0.0861

Se realiza la prueba de bondad de ajuste a través de la prueba Kolmogorov - Smirnov se elige al método de distribución Log Pearson tipo III como precipitación de diseño.

**Cuadro 10:** precipitación máxima por método distribución Log Pearson Tipo III

Precipitación de diseño	
Años (Tr)	Pmax 24 H (mm) D. Log Pearson tipo III
500	51.58
200	49.1
100	47.21
50	45.27
25	43.3
20	42.65
10	40.56
5	38.3
2	34.7
$\Delta$ tabular	0.272
$\Delta$ teórico	0.0793

#### 3.3.2.4 Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia

Las curvas – duración – frecuencia según manual de hidrología, hidráulica y drenaje son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno.

Para el cálculo de las precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvia, se usó el método de Frederick Bell.

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10}$$

Donde:

t : Duración en minutos.

T : Periodo de retorno en años.

$P_t^T$  : Precipitación caída en t minutos con periodo de retorno de T años.

$P_{60}^{10}$  : Precipitación caída en 60 minutos con periodo de retorno de 10 años.

El valor  $P_{60}^{10}$ , se calculó con el modelo de Yance Tueros, para lo cual se estima una intensidad máxima a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

$$I = aP_{24}^b$$

Donde:

I : Intensidad máxima, en mm/h

a, b : Parámetros de modelo, para este caso se adoptó los valores de 0.4062 y 0.876 respectivamente.

P<sub>24</sub> : Precipitación máxima en 24 horas

Reemplazando valores en la ecuación en valor de P<sub>60</sub><sup>10</sup> es 11.79.

**Cuadro 11:** Lluvias máximas para diferentes duraciones y tiempo de retorno(mm)

Tr	Pp	Duración					
		5	10	15	20	30	60
500	51.58	3.941	5.899	7.212	8.228	9.789	12.854
200	49.1	3.638	5.446	6.658	7.595	9.037	11.866
100	47.21	3.409	5.102	6.238	7.117	8.467	11.118
50	45.27	3.180	4.759	5.819	6.638	7.898	10.370
25	43.3	2.950	4.416	5.399	6.159	7.328	9.623
20	42.65	2.876	4.306	5.264	6.005	7.145	9.382
10	40.56	2.647	3.963	4.845	5.527	6.576	8.634
5	38.3	2.418	3.619	4.425	5.048	6.006	7.887
2	34.7	2.115	3.166	3.870	4.415	5.253	6.898

**Cuadro 12:** Intensidades máximas (mm/hr) a diferente duración y tiempo de retorno.

Tr	Pp	Duración					
		5	10	15	20	30	60
500	51.58	47.293	35.396	28.849	24.684	19.579	12.854
200	49.1	43.656	32.674	26.631	22.786	18.073	11.866
100	47.21	40.905	30.615	24.953	21.350	16.934	11.118
50	45.27	38.154	28.556	23.275	19.914	15.796	10.370
25	43.3	35.403	26.497	21.596	18.478	14.657	9.623
20	42.65	34.518	25.834	21.056	18.016	14.290	9.382
10	40.56	31.767	23.775	19.378	16.580	13.151	8.634
5	38.3	29.016	21.717	17.700	15.145	12.012	7.887
2	34.7	25.379	18.995	15.482	13.246	10.507	6.898

Las curvas intensidad – duración – frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación.

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

Donde:

I = Intensidad máxima (mm/h)

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)

se aplica la regresión múltiple a cada año de retorno y se obtiene los siguientes valores:

**Cuadro 13:** Resultados de análisis de regresión

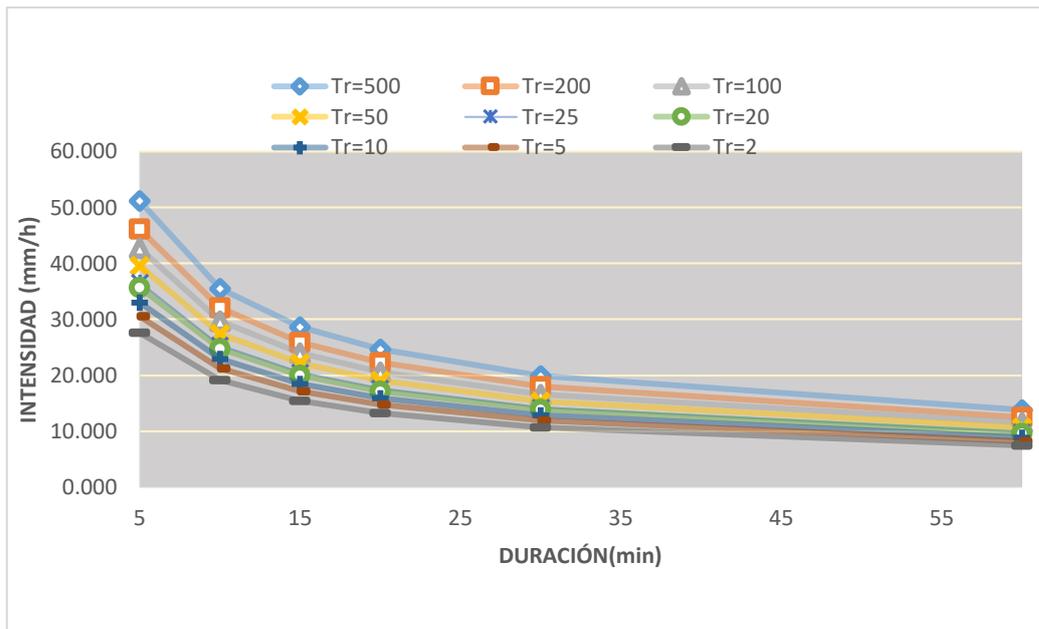
<b>Constante</b>	1.775928806			
<b>Error de estándar, Estima Y</b>	0.017505873			
<b>R2</b>	0.992371294			
<b>Número de observaciones</b>	54		k=	59.694
<b>Grados de libertad</b>	53		m=	0.112
<b>Coefficiente X1</b>	0.111659831		n=	0.527
<b>Coefficiente X2</b>	-0.526821568			
<b>Error estándar de coef X1</b>	0.003280258			
<b>Error estándar de coef X2</b>	0.006954945			

Por lo tanto, la ecuación de I tiene los siguientes valores:

$$I = \frac{KT^{0.112}}{t^{0.527}}$$

**Cuadro 14:** Intensidades máximas según tiempo de retorno y duración.

Tr	Duración					
	5	10	15	20	30	60
500	51.176	35.520	28.688	24.654	19.912	13.821
200	46.199	32.066	25.898	22.256	17.976	12.477
100	42.758	29.677	23.969	20.599	16.637	11.547
50	39.573	27.467	22.184	19.064	15.398	10.687
25	36.626	25.421	20.532	17.645	14.251	9.891
20	35.725	24.796	20.027	17.210	13.900	9.648
10	33.064	22.949	18.535	15.929	12.865	8.929
5	30.602	21.240	17.155	14.742	11.907	8.264
2	27.625	19.174	15.486	13.309	10.749	7.461



**Figura 8:** Curvas IDF para diferentes periodos de retorno.

### 3.3.2.5 Cálculos de caudales

Para el cálculo de caudales existen tres métodos propuestos por el manual de hidrología, hidráulica y drenajes detallados a continuación:

- Método IILA
- Método RACIONAL
- Método RACIONAL MODIFICADO

Para este estudio se usó el método racional por adecuarse mejor al tipo de proyecto a ejecutarse.

#### Método Racional

Este método es muy usado para cuencas,  $A < 10 \text{ Km}^2$ . Estima el caudal máximo tomando como base la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente  $c$  (coeficiente de escorrentía), estimado a partir de las características de la cuenca.

La descarga máxima de este método se calcula a través de la siguiente expresión:

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

Donde:

Q = Descarga de diseño (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente de escorrentía

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

A = Área de cuenca (Km<sup>2</sup>)

### Coeficiente de escorrentía

El valor del coeficiente de escorrentía se obtuvo de acuerdo a las características hidrológicas y geomorfológicas de las quebradas cuyos cursos se interceptan con el alineamiento de la carretera de estudio, para lo cual se usa la tabla establecida por el manual de hidrología, hidráulica y drenaje que se muestra a continuación:

**Cuadro 15:** Coeficientes de escorrentía método racional

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	<b>0.50</b>	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
	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35

Bosques, densa vegetación	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 Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje

El coeficiente de escorrentía elegido es 0.50.

### 3.3.2.6 Tiempo de concentración

Según el manual de hidrología, hidráulica y drenaje el tiempo de concentración es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca.

El manual presenta 6 fórmulas para el cálculo del tiempo de concentración, se eligió la fórmula de Kirpich (1940) por adaptarse mejor al tipo de estudio, la formula tiene la siguiente expresión:

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

Donde:

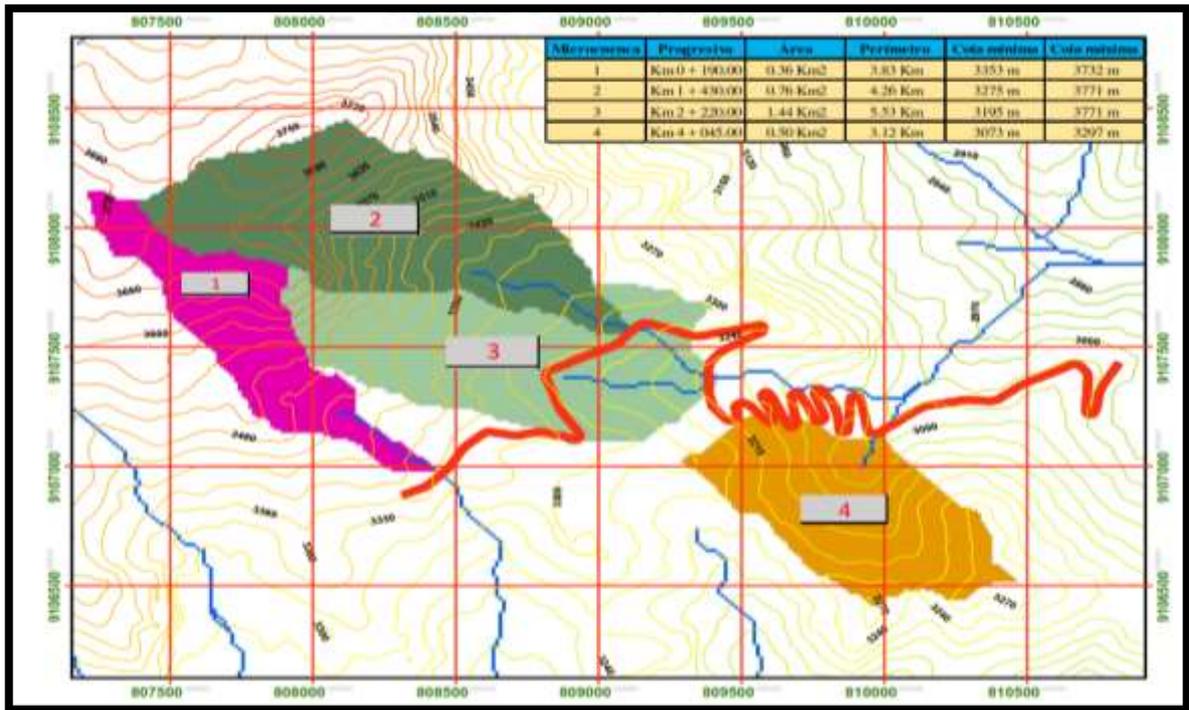
L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida (m)

S = pendiente promedio de la cuenca (m/m)

### 3.3.3 Hidráulica y drenaje

#### 3.3.3.1 Drenaje superficial

Para delimitar las microcuencas que intervienen en el trazado de la carretera se usó el Software ArcGIS 10.5, donde se pudieron delimitar 5 Microcuencas. Estas Microcuencas nos permitió determinar la ubicación y tipo de obra de arte a diseñar según su área de estas.



**Figura 9:** Número de microcuencas delimitadas

**Cuadro 16:** Características de las microcuencas

Microcuencas	Progresiva	Área	Perímetro	Cota mínima	Cota máxima	Longitud de cauce
1	Km 0 + 190.00	0.36 Km2	3.83 Km	3353 m	3732 m	556 m
2	Km 1 + 415.00	0.76 Km2	4.26 Km	3275 m	3771 m	611 m
3	Km 2 + 190.00	1.44 Km2	5.53 Km	3195 m	3771 m	1587 m
4	Km 4 + 035.00	0.50 Km2	3.12 Km	3073 m	3297 m	178 m

**Cuadro 17:** Tiempo de concentración de microcuencas

Nº	Progresiva	A (Km2)	P (Km)	CC	Zmin	Zmax	L (m)	S (m/m)	Tc (min)
1	Km 0 + 190.00	0.36	3.83	1.79	3353	3732	555.98	0.682	2.93
2	Km 1 + 415.00	0.76	4.26	1.38	3275	3771	610.73	0.812	2.95
3	Km 2 + 190.00	1.44	5.53	1.30	3195	3771	1586.81	0.363	8.38
4	Km 4 + 035.00	0.50	3.12	1.25	3073	3297	177.86	1.259	0.96

### 3.3.3.2 Diseño de cunetas

Según el Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2011), las cunetas vienen a ser las zanjas ubicadas a ambos lados o solo uno de la carretera, revestidas o sin revestir que sirven para evacuar de forma adecuada los flujos de agua superficial.

La inclinación del talud interior de la cuneta (V/H) (1:Z<sub>1</sub>) dependerá, por condiciones de seguridad, de la velocidad y volumen de diseño de la carretera, Índice Medio Diario Anual IMDA (veh/día); según lo indicado en la Tabla N° 304.12 del Manual de Diseño geométrico DG-2001.

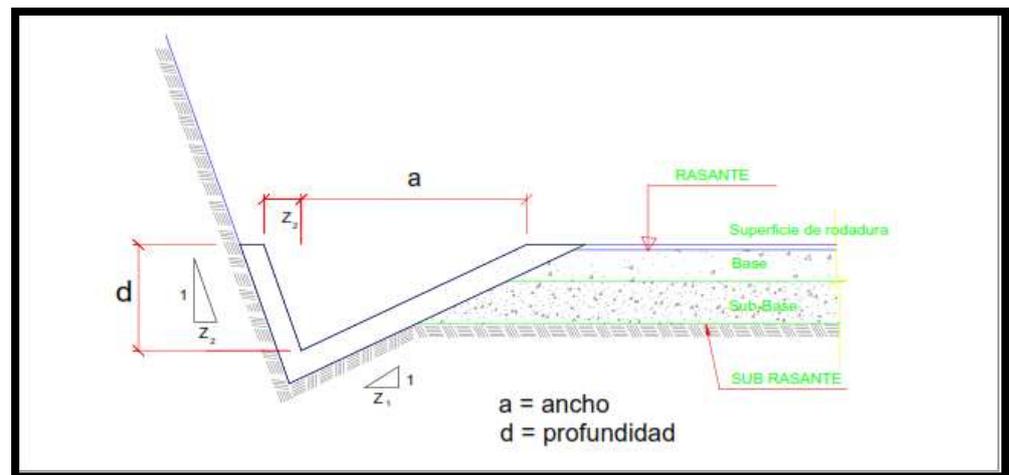
**Cuadro 18:** Inclinación máximas del talud (V:H) interior de la cuneta.

V.D. (Km/h)	I.M.D.A (VEH./DIA)	
	<750	>750
<70	1:2 1:3	(*) 1:3
>70	1:3	1:4

**Fuente:** Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Como el proyecto es de 30 km/h y no cuenta con tráfico vehicular se consideró tomar el I.M.D.A <750, para lo cual el talud de la cuneta es de 1:2 según el cuadro.

La inclinación del talud exterior de la cuneta (V/H) (1: Z<sub>2</sub>) será de acuerdo al tipo de inclinación considerada en el talud de corte.



**Figura 10:** Sección Típica de Cuneta triangular.

**Fuente:** Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

### **Caudal Q de aporte**

Es el caudal calculado en el área de aporte correspondiente a la longitud de cuneta. Se calcula mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

Q = Descarga de diseño (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente de escorrentía

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

A = Área de cuenca (Km<sup>2</sup>)

### **Capacidad de las cunetas**

Para el diseño hidráulico de las cunetas utilizaremos el principio del flujo en canales abiertos, usando la ecuación de Manning:

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

Donde:

Q : Caudal (m<sup>3</sup>/seg)

V : Velocidad media (m/s)

A : Área de la sección (m)

P : Perímetro mojado (m)

R<sub>h</sub> : 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.

### **Dimensiones mínimas.**

Las dimensiones mínimas se consideraron de acuerdo al siguiente cuadro, las que están fijadas según condiciones pluviales.

**Cuadro 19:** Dimensiones mínimas de alcantarillas triangulares.

REGIÓN	PROFUNDIDAD (D) (M)	ANCHO (A) (M)
Seca (<400 mm/año)	0.2	0.50
Lluviosa (De 400 a <1600 mm/año)	0.3	0.75
Muy lluviosa (De 400 a <3000 mm/año)	0.4	1.20
Muy lluviosa (>3000 mm/año)	0.30*	1.2

**Fuente:** Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

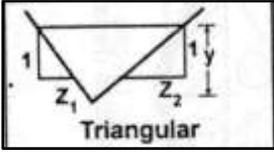
De acuerdo al cuadro las cunetas son de 0.3 de profundidad y 0.75 de ancho. Para los cálculos se usó un coeficiente de rugosidad de Manning de 0.013.

**Cuadro 20:** Cálculo de caudales en cunetas

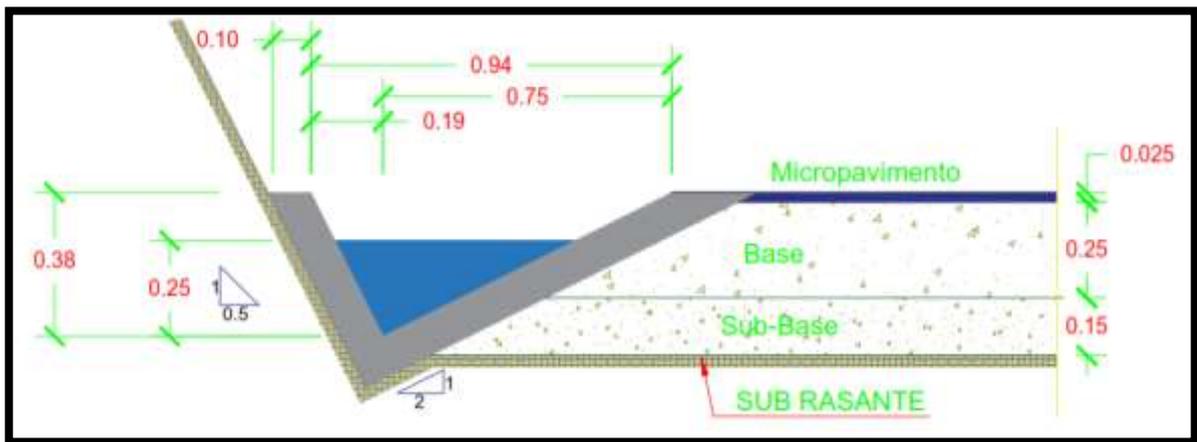
Cálculo de caudales y diseño de las cunetas																
N°	Progresivas		Drenaje del talud de corte							Drenaje de la carpeta de rodadura					QT (m3/s)	
	Desde	Hasta	L (km)	at (Km)	A (Km2)	C	T (años)	I (mm/hr)	Q1 (m3/s)	A (Km2)	C	T (años)	I (mm/hr)	Q2 (m3/s)		
1	Km 0 + 000	Km 0 + 190	0.190	0.100	0.0190	0.50	20	24.796	0.065	0.0006	0.65	20	35.725	0.004	0.0691	
2	Km 0 + 190	Km 0 + 430	0.240	0.100	0.0240	0.50	20	24.796	0.083	0.0007	0.65	20	35.725	0.005	0.0873	
3	Km 0 + 430	Km 0 + 680	0.250	0.100	0.0250	0.50	20	24.796	0.086	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0909	
4	Km 0 + 680	Km 0 + 910	0.230	0.100	0.0230	0.50	20	24.796	0.079	0.0007	0.65	20	35.725	0.004	0.0837	
5	Km 0 + 910	Km 1 + 150	0.240	0.100	0.0240	0.50	20	24.796	0.083	0.0007	0.65	20	35.725	0.005	0.0873	
6	Km 1 + 150	Km 1 + 415	0.265	0.100	0.0265	0.50	20	24.796	0.091	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0964	
7	Km 1 + 415	Km 1 + 680	0.265	0.100	0.0265	0.50	20	24.796	0.091	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0964	
8	Km 1 + 680	Km 1 + 930	0.250	0.100	0.0250	0.50	20	24.796	0.086	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0909	
9	Km 1 + 930	Km 2 + 190	0.260	0.100	0.0260	0.50	20	24.796	0.090	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0946	
10	Km 2 + 190	Km 2 + 470	0.280	0.100	0.0280	0.50	20	24.796	0.096	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.1018	
11	Km 2 + 470	Km 2 + 720	0.250	0.100	0.0250	0.50	20	24.796	0.086	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0909	
12	Km 2 + 720	Km 2 + 970	0.250	0.100	0.0250	0.50	20	24.796	0.086	0.0008	0.65	20	35.725	0.0048	0.0909	
13	Km 2 + 970	Km 3 + 220	0.250	0.100	0.0250	0.50	20	24.796	0.086	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0909	
14	Km 3 + 220	Km 3 + 470	0.250	0.100	0.0250	0.50	20	24.796	0.086	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0909	
15	Km 3 + 470	Km 3 + 740	0.270	0.100	0.0270	0.50	20	24.796	0.093	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0982	
16	Km 3 + 740	Km 4 + 035	0.295	0.100	0.0295	0.50	20	24.796	0.102	0.0009	0.65	20	35.725	0.006	0.1073	
17	Km 4 + 035	Km 4 + 300	0.265	0.100	0.0265	0.50	20	24.796	0.091	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0964	
18	Km 4 + 300	Km 4 + 550	0.250	0.100	0.0250	0.50	20	24.796	0.086	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0909	
19	Km 4 + 550	Km 4 + 800	0.250	0.100	0.0250	0.50	20	24.796	0.086	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0909	
20	Km 4 + 800	Km 5 + 050	0.250	0.100	0.0250	0.50	20	24.796	0.086	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0909	
21	Km 5 + 050	Km 5 + 300	0.250	0.100	0.0250	0.50	20	24.796	0.086	0.0008	0.65	20	35.725	0.005	0.0909	
															<b>Max.</b>	<b>0.1073</b>

Luego para el cálculo del caudal de la cuneta a diseñar, se tomó como referencia el tramo de pendiente con el aporte de caudal crítico, talud interior de 2:1 (H: V) y talud exterior 1:1 (H: V). Y también las siguientes fórmulas que nos da Máximo Villón en su libro hidráulica de canales.

**Cuadro 21:** Relaciones geométricas para una sección triangular con taludes diferentes.

Sección	Área hidráulica A	Perímetro mojado P	Radio hidráulico R	Espejo de agua T
 <p>Triangular</p>	$\frac{Z_1 + Z_2}{2} y^2$	$(\sqrt{1 + Z_1^2} + \sqrt{1 + Z_2^2}) y$	$\frac{(Z_1 + Z_2)y}{2(\sqrt{1 + Z_1^2} + \sqrt{1 + Z_2^2})}$	$(Z_1 + Z_2)y$

Fuente: Hidráulica de Canales (Máximo Villón)



**Figura 11:** Dimensiones de cuneta de diseño.

**Cuadro 22:** Resultados relaciones geométricas de cuneta.

Relaciones geométricas									
Sección	Tirante	Talud		Área hidráulica	Perímetro mojado	Radio hidráulico	Espejo de agua	Borde libre	Altura
triangular	y (m)	Z <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	T (m)	B (m)	H (m)
	0.25	2	0.5	0.078	0.839	0.093	0.625	0.125	0.375

Tipo de terreno		Ecuación de Manning		<b>Max. Calculado</b>
Rugosidad	Pendiente	Velocidad	Caudal	<b>Caudal</b>
n	s	V (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>
0.013	0.035	2.96	0.2311	<b>0.1073</b>

Según el cuadro el caudal calculado es mayor al de diseño por lo que, la sección de cuneta diseñada cumple.

### 3.3.3.3 Diseño de alcantarillas

Según el Manual de Carreteras: Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2011), la alcantarilla es una estructura de luz menor a 6m, usadas para la evacuación de flujos de aguas superficiales provenientes de cursos naturales o superficiales, los cuales cruzan la carretera

**Cuadro 23:** Caudales en quebradas.

Cálculo del caudal total en las quebradas										
N°	Progresivas	Descrip.	A	C	Tc	T	I	Q1	Q2	QT
1	Km 0 + 190	Alc. de paso	0.36	0.5	2.93	50	52.425	2.657	0.069	2.726
2	Km 1 + 415	Alc. de paso	0.76	0.5	2.95	50	52.290	5.530	0.087	5.618
3	Km 2 + 190	Alc. de paso	1.44	0.5	8.38	50	30.149	6.034	0.102	6.136
4	Km 4 + 035	Alc. de paso	0.5	0.5	0.96	50	94.278	6.538	0.105	6.643

### Pendiente longitudinal

La pendiente longitudinal adoptada para el proyecto fue de 2%, para evitar procesos como erosión y sedimentación

### Elección del tipo de alcantarilla

#### Tipo y sección

El tipo de alcantarilla que se usará en la construcción del proyecto será de tubería metálica corrugada, teniendo en cuenta el diámetro mínimo que establece la norma que es de 36 pulgadas. utilizará será de tubería metálica corrugada,

### Diseño hidráulico

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.

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n}, \quad R = \frac{A}{P}, \quad Q = VA$$

Donde:

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

V: Velocidad media de flujo (m/s)

A: Área de la sección hidráulica (m<sup>2</sup>)

P: Perímetro mojado (m)

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente de fondo (m/m)

n: Coeficiente de Manning

### Borde libre

Las Alcantarillas no se deben diseñar para trabajar llenas, debido a que se incrementa la posibilidad que estas se obstruyan, por lo que la norma recomienda tomar como borde libre el 30% de la altura, diámetro o flecha de la estructura.

**Cuadro 24:** Dimensiones de alcantarillas de paso.

Diseño de alcantarillas de paso									
Descripción				Dimensiones de alcantarilla					
N°	Progresivas	Obra	QT (m <sup>3</sup> /s)	Ø		# de tub.	Material	n	Qmáx (m <sup>3</sup> /s)
				(m)	(")				
1	Km 0 + 190	Alc. de Paso	2.726	1.50	20C	1	Multiplate	0.03	3.846
2	Km 1 + 415	Alc. de Paso	5.618	1.97	26C	1	Multiplate	0.03	7.956
3	Km 2+190	Alc. de Paso	6.136	1.97	26C	1	Multiplate	0.03	7.956
4	Km 4+035	Alc. de Paso	6.643	1.97	26C	1	Multiplate	0.03	7.956

Para el cálculo de caudal y diseño de las alcantarillas de alivio se izó uso del programa Hcanales.

Lugar:	LAS PAJILLAS - KAUNAPE	Proyecto:	TESIS
Tramo:	CERRETERA VECINAL	Revestimiento:	EMPEDRADO TIPO A

**Datos:**

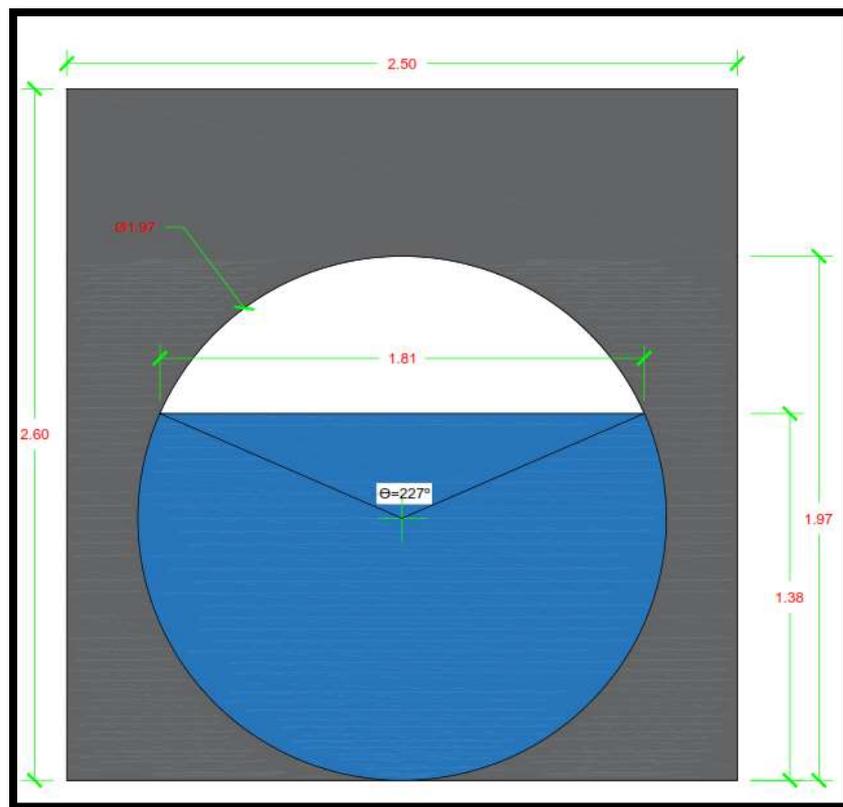
Tirante (y):	1.379	m
Diámetro (d):	1.97	m
Rugosidad (n):	0.030	
Pendiente (S):	0.020	m/m

**Resultados:**

Caudal (Q):	7.5024	m <sup>3</sup> /s	Velocidad (v):	3.2920	m/s
Área hidráulica (A):	2.2790	m <sup>2</sup>	Perímetro mojado (p):	3.9052	m
Radio hidráulico (R):	0.5836	m	Espejo de agua (T):	1.8055	m
Número de Froude (F):	0.9355		Energía específica (E):	1.9314	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico				

**Figura 12:** Relaciones geométricas de alcantarilla MULTIPLATE 26C



**Figura 13:** Dimensiones alcantarilla MULTIPLATE 26C

**Cuadro 25:** Relaciones geométricas de alcantarilla MULTIPLATE 26C

Relaciones geométricas								
Sección	Tirante	Angulo R.	Área hidráulica	Perímetro mojado	Radio hidráulico	Espejo de agua	Borde libre	Altura
Triangular	y (m)	$\Theta$	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	T (m)	B (m)	H (m)
	1.3790	3.965	2.279	3.905	0.584	1.806	0.591	1.97

Tipo de terreno		Ecuación de Manning		Max. Calculado
Rugosidad	Pendiente	Velocidad	Caudal	Caudal
n	s	V (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.030	0.02	3.279	7.502	<b>6.643</b>

Según el cuadro, el caudal calculado es menor al caudal máximo de diseño, entonces las dimensiones de la alcantarilla cumplen.

**Lugar:** LAS PAJILLAS - KAUNAPE      **Proyecto:** TESIS

**Tramo:** CERRETERA VECINAL      **Revestimiento:** EMPEDRADO TIPO A

---

**Datos:**

Tirante (y):  m

Diámetro (d):  m

Rugosidad (n):

Pendiente (S):  m/m



**Resultados:**

Caudal (Q):  m<sup>3</sup>/s      Velocidad (v):  m/s

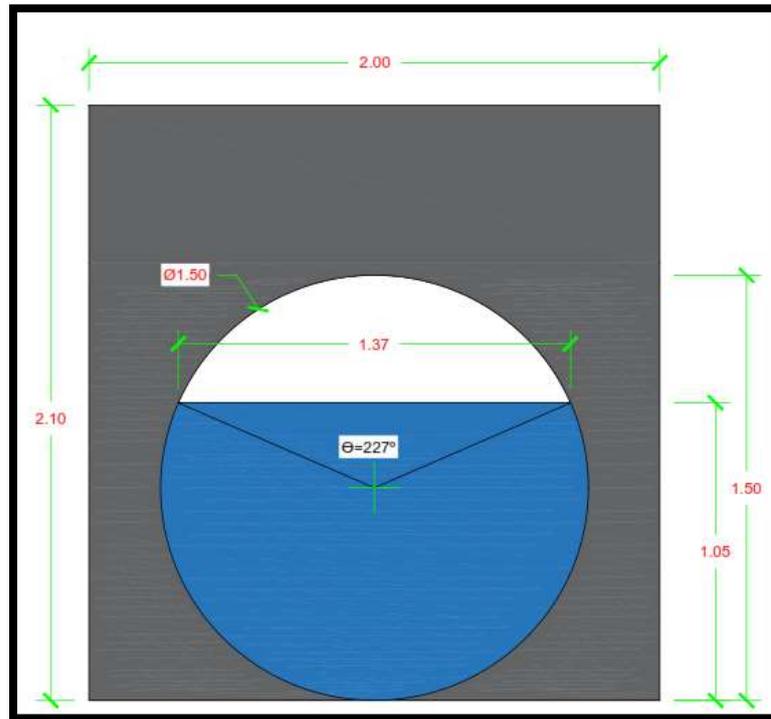
Área hidráulica (A):  m<sup>2</sup>      Perímetro mojado (p):  m

Radio hidráulico (R):  m      Espejo de agua (T):  m

Número de Froude (F):       Energía específica (E):  m-Kg/Kg

Tipo de flujo:

**Figura 14:** Relaciones geométricas de alcantarilla MULTIPLATE 20C



**Figura 15:** Dimensiones alcantarilla MULTIPLATE 20C

**Cuadro 26:** Relaciones geométricas de alcantarilla MULTIPLATE 20C

Relaciones geométricas								
Sección	Tirante	Angulo R.	Área hidráulica	Perímetro mojado	Radio hidráulico	Espejo de agua	Borde libre	Altura
Triangular	y (m)	$\Theta$	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	T (m)	B (m)	H (m)
	1.05	3.965	1.321	2.973	0.444	1.375	0.450	1.5

Tipo de terreno		Ecuación de Manning		Max. Calculado
Rugosidad	Pendiente	Velocidad	Caudal	Caudal
n	s	V (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
0.030	0.02	2.475	3.627	2.726

Según el cuadro, el caudal calculado es menor al caudal máximo de diseño, entonces las dimensiones de la alcantarilla cumplen.

### 3.3.3.4 Consideraciones de aliviaderos

Aliviaderos o Alcantarillas de Alivio se consideran para desfogar el flujo de agua que viajan por las cunetas provenientes de las precipitaciones. Para el diseño se consideran los mismos parámetros que las alcantarillas de paso.

Los cálculos se hicieron al igual usando las mismas fórmulas que las alcantarillas de paso.

La ubicación de los aliviaderos será a partir de las condiciones del perfil de la carretera, la norma recomienda una distancia aproximada de 250m.

**Cuadro 27:** Cálculo de caudales de alcantarillas de paso y alivio

Diseño de alcantarillas de alivio									
Descripción				Dimensiones de alcantarilla					
N°	Progresivas	Obra	QT (m <sup>3</sup> /s)	Ø		# de tub.	Material	n	Q <sub>máx</sub> (m <sup>3</sup> /s)
				(m)	(")				
1	Km 0 + 430	Alc. de Alivio	0.087	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
2	Km 0 + 680	Alc. de Alivio	0.091	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
3	Km 0 + 910	Alc. de Alivio	0.084	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
4	Km 1 + 150	Alc. de Alivio	0.087	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
5	Km 1 + 680	Alc. de Alivio	0.091	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
6	Km 1 + 930	Alc. de Alivio	0.091	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
7	Km 2 + 470	Alc. de Alivio	0.091	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
8	Km 2 + 720	Alc. de Alivio	0.091	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
8	Km 2 + 970	Alc. de Alivio	0.091	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
10	Km 3 + 220	Alc. de Alivio	0.091	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
11	Km 3 + 470	Alc. de Alivio	0.091	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
12	Km 3 + 740	Alc. de Alivio	0.098	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
13	Km 4 + 300	Alc. de Alivio	0.093	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
14	Km 4 + 550	Alc. de Alivio	0.091	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
15	Km 4 + 800	Alc. de Alivio	0.091	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
16	Km 5 + 050	Alc. de Alivio	0.091	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
17	Km 5 + 300	Alc. de Alivio	0.091	0.90	36	1	TMC	0.025	1.115
		Máximo.	<b>0.098</b>						

Para el cálculo de caudal y diseño de las alcantarillas de alivio se izó uso del programa Hcanales.



Figura 16: Relaciones geométricas de alcantarilla TMC 36”

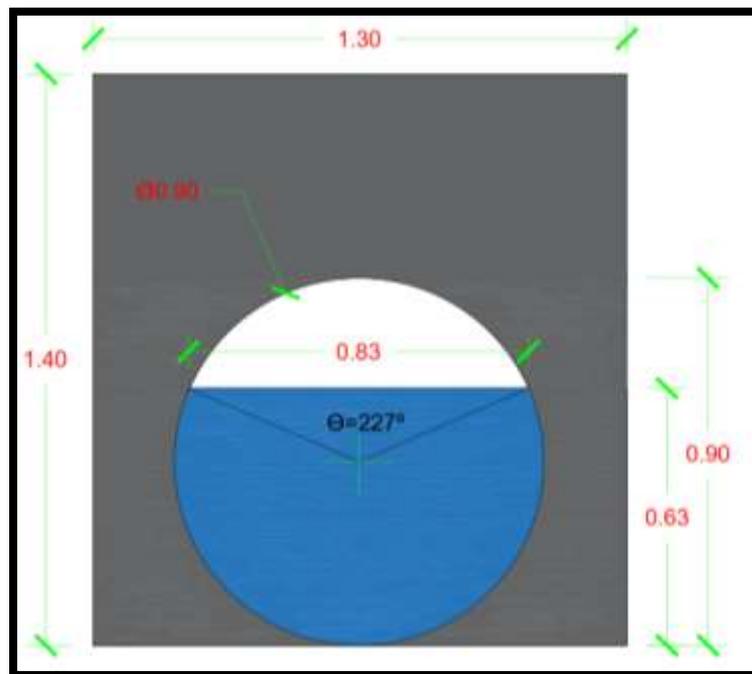


Figura 17: dimensiones de alcantarilla de alivio TMC 36”

Cuadro 28: Relaciones geométricas de alcantarilla TMC 36”

Relaciones geométricas								
Sección	Tirante	Angulo R.	Área hidráulica	Perímetro mojado	Radio hidráulico	Espejo de agua	Borde libre	Altura
Triangular	y (m)	$\theta$	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	T (m)	B (m)	H (m)
		0.63	3.965	0.476	1.784	0.267	0.825	0.27

Tipo de terreno		Ecuación de Manning		Max. Calculado
Rugosidad	Pendiente	Velocidad	Caudal	Caudal
n	s	V (m3/s)	Q (m3/s)	Q (m3/s)
0.025	0.02	2.343	1.115	0.0980

Según el cuadro, el caudal calculado es menor al caudal máximo de diseño, entonces las dimensiones de la alcantarilla cumplen.

### 3.3.4 Resumen de obras de arte

Para el proyecto se diseñaron 4 alcantarillas MULTIPLATE de paso (01 con diámetro de 1.50m y 3 con diámetro de 1.97m, ubicadas según lo descrito en el cuadro 24). De igual manera, se diseñaron 17 alcantarillas TMC de alivio (diámetro de 0.90m) ubicadas según las progresivas descritas en el cuadro 27.

## 3.4 Diseño geométrico de la carretera

### 3.4.1 Generalidades

El diseño geométrico debe permitir que los elementos geométricos de una carretera tanto en planta, perfil y sección transversal estén relacionado convenientemente que permitan una circulación adecuado y sin interrupciones de los vehículos que transitarán en ella, así como también dicha geometría debe permitir al conductor visibilidad y capacidad de reacción ante una eventualidad que pueda presentarse.

### 3.4.2 Normatividad

Para el desarrollo de este estudio, el diseño geométrico se realizará rigiéndose de las normas establecidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tales como:

- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018). (Aprobado con Resolución Directoral N° 03-2018-MTC/14, de fecha 30/01/2018).
- Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. (Aprobado con Resolución Directoral N° 16-2016-MTC/14, de fecha 31/05/2016).

### 3.4.3 Clasificación de las carreteras

#### 3.4.3.1 Clasificación por su demanda

Esta clasificación se realiza a base de la cantidad de vehículos que transitan en ella al día, parámetro más conocido como IMDA. y lo observado en el lugar de proyecto la carretera se clasificará según el manual de carreteras en carretera de TERCERA CLASE (carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de 3.00 m de ancho como mínimo).

#### 3.4.3.2 Clasificación por su orografía

Clasificación basa en las pendientes transversales y longitudinales del terreno donde se discurre el trazo, y según los resultados obtenidos de la topografía, el manual clasifica al terreno como ONDULADO (TIPO 2), por sus pendientes transversales al eje de vía que varían entre 11% y el 50%, y como ACCIDENTADO (TIPO 3), por sus pendientes longitudinales que se encuentran entre 6% y 9%.

Para darle mayor seguridad al diseño de la carretera, y que su construcción sea más factible, se clasifica a al terreno como ACCIDENTADO (TIPO3).

### 3.4.4 Estudio de trafico

#### 3.4.4.1 Generalidades

El estudio de trafico abarca el área de influencia del proyecto, que comprende el tramo ubicado entre los caseríos de Las Pajillas y Kaunape, Distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco, La Libertad.

#### 3.4.4.2 Conteo y clasificación vehicular

##### Estación de conteo:

Para realizar el conteo vehicular correspondiente se ubicó una estación de conteo, cuyos datos son los siguientes:

**Cuadro 29:** Ubicación de estación

Estación	Ubicación	Días de conteo	Fecha de estudio
E1	I.E Kaunape	7	06/08/18 – 12/08/18

### **Identificación de vehículos**

Los vehículos identificados que circulan por la carretera en estudio son los siguientes:

- Vehículos ligeros: Pickup y combi rural
- Vehículos pesados: Camión

#### **3.4.4.3 Metodología**

Una vez determinada la ubicación de la estación de conteo vehicular, que fue la I.E del caserío de Kaunape. Se realizó el conteo vehicular desde las 08:00 am hasta las 10:00 pm por un total de 7 días, registrando los vehículos en ambos sentidos (ida y vuelta).

#### **3.4.4.4 Procesamiento de la información**

Realizo el conteo vehicular en campo, se pasa al trabajo en gabinete que consiste en procesar la información obtenida en campo y determinar la cantidad de vehículos que transitaron en la vía en ambos sentidos, y tipo de vehículos durante la semana.

#### **3.4.4.5 Determinación del índice medio diario anual (IMDA)**

Según el manual de carreteras: Diseño geométrico (2018), el IMDA representa el promedio de volúmenes diarios de tránsito vehicular durante todos los días de un año en una sección de vía. Tener este valor nos permite tener una idea cuantitativa de la importancia de esta sección de vía, para su cálculo se emplea la siguiente formula:

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

Donde:

IMDa : Índice medio diario anual

IMDs : Índice medio diario de los días de conteo.

FC : Factor de corrección estacional

Para el cálculo del IMDs se aplicó la siguiente formula:

$$IMDs = \left( \frac{V_{lun.} + V_{mar.} + V_{mie.} + V_{jue.} + V_{vie.} + V_{sab.} + V_{dom.}}{7} \right)$$

Donde:

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

#### 3.4.4.6 Factor de corrección estacional

Para determinar el valor correcto del IMDA, es necesario contar con un factor de corrección obtenido a partir de datos reajustados que registra una estación de peaje. Los factores de corrección adoptados son del peaje de Virú, que está más cerca al proyecto.

**Cuadro 30:** Factor de corrección estacional

Unidad de peaje	Año	Mes	F. Corrección veh. Ligeros	F. Corrección veh. Pesados
VIRÚ	2010	Agosto	1.053462	1.006210

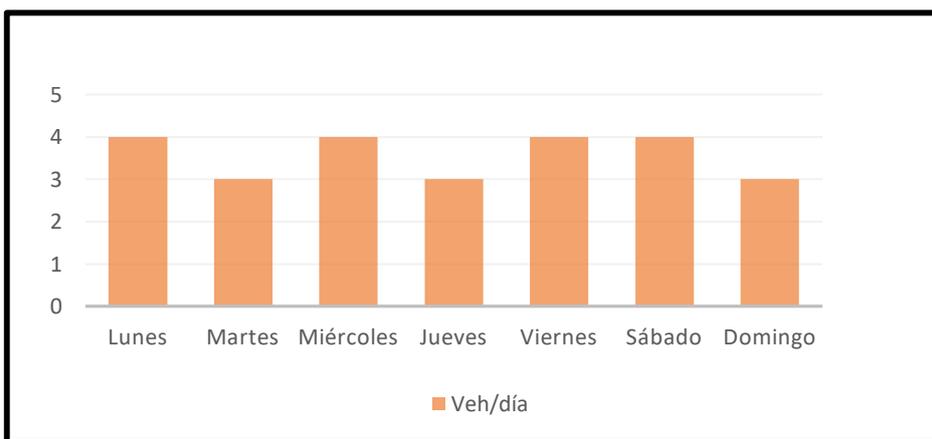
#### 3.4.4.7 Resultados del conteo vehicular

En la siguiente tabla se muestra los resultados del conteo vehicular durante la semana.

**Cuadro 31:** Resumen conteo vehicular E-1

DIAS	SENTIDO	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			TOTAL
			PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	
DIAGRA. VEH											
LUNES	E	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
	S	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
MARTES	E	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
MIERCOLES	E	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3

	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
JUEVES	E	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	S	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
VIERNES	E	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3
	S	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
SABADO	E	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
	S	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
DOMINGO	E	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	S	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
TOTAL											25



**Figura 18:** Número de vehículo por día de la semana.

#### 3.4.4.8 IMDA por estación

Luego de realizado el resumen del conteo vehicular, se calculó el IMDA cuyos resultados se muestran a continuación.

**Cuadro 32:** IMDA de E-1

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD <sub>s</sub>	FC	IMD <sub>a</sub>
	Lun.	Mar.	Mié.	Jue.	Vie.	Sáb.	Dom.				
Automóvil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.053462	0
Pickup	1	0	1	0	1	1	0	4	1	1.053462	1
Combi Rural	2	2	2	2	2	2	2	14	2	1.053462	2
Micro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.053462	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.053462	0
Camión 2E	1	1	1	1	1	1	1	7	1	1.006210	1
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.006210	0
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>25</b>	<b>4</b>		<b>4</b>

### 3.4.4.9 Proyección de tráfico

Para el cálculo de proyección de tráfico se consideró, tomar como período de análisis 10 años, y para la tasa anual de crecimiento, el Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” (2014) recomienda tomar la tasa anual de crecimiento poblacional y la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el producto bruto interno (PBI), para las tasas de crecimiento de vehículos ligeros y pesados respectivamente. Para la región de la Libertad según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la tasa de crecimiento poblacional es de 1.7% y la tasa de crecimiento promedio anual del PBI es 3.80%.

Para el cálculo de la proyección del tráfico se usó la siguiente fórmula:

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

Donde:

$T_n$  : Transito proyectado al año “n” en veh/día.

$T_0$  : Transito actual (año base 0) en veh/día.

$n$  : Número de años del periodo de diseño.

$r$  : Tasa anual de crecimiento del tránsito.

**Cuadro 33:** Trafico proyectado 10 años.

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Automóvil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pickup	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Combi Rural	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### 3.4.4.10 Tráfico generado

El tráfico generado o inducido corresponde a aquel que no existe en la situación sin proyecto, pero que aparecerá como consecuencia de una mejor infraestructura. En este caso, al tratarse del mejoramiento de la vía a nivel de micropavimento se espera tráfico generado aumente un 15% en la

carretera proyectada, consecuencia del menor tiempo de viaje, mayor confort y seguridad vial.

### 3.4.4.11 Tráfico total

El tráfico total será entonces la sumatoria del tráfico proyectado (normal) más el tráfico generado.

**Cuadro 34:** Tráfico total E-1

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Tráfico Normal</b>	<b>4.00</b>										
Automóvil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pickup	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Combi Rural	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Tráfico Generado</b>	<b>0.00</b>										
Automóvil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pickup	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Combi Rural	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>IMD TOTAL</b>	<b>4.00</b>										

### 3.4.4.12 Cálculo de ejes equivalentes

Se determinará el número acumulado de repeticiones de carga (ESAL) de diseño, aplicando la siguiente fórmula:

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

Donde:

IMD : Índice medio diario final

Rt : Tasa de crecimiento anual expresada en porcentaje

N : Periodo de análisis (10 años)

EE : Ejes equivalentes según tipo de vehículo

**Cuadro 35:** Calculo de ejes equivalentes ESAL

Tipo de vehículo	Vehic/d.	Fact. Crecim.	Trafico de diseño	F. Camión.	ESALS de diseño
pick up	1.00	10.80	3942	0.0300	118
combi rural	2.00	10.80	7884	0.0300	237
Camión de 2 ejes	1.00	11.90	4344	3.4770	15,102
IMD	<b>4.00</b>		16170	<b>W*18</b>	15,457

Obteniendo como tráfico de diseño lo siguiente:

Factor de corrección direccional = 0.50

Factor de corrección de carril = 1.00

Tráfico de diseño = W18 = 7,729 E.E.

#### 3.4.4.13 Vehículo de diseño

Para el presente proyecto, de acuerdo al estudio socio-económico y los tipos de vehículos que transitan en la vía, se determinó que el vehículo de diseño será el C2 cuyas características se muestran a continuación:

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos	Long. Max. (m)	Peso Máximo (t)				Peso Bruto Max. (t)	
			Eje Delantero	Conjunto de ejes Posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C2		12,30	7	11	—	—	—	18

**Figura 19:** características de vehículo de diseño C2

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos.

### 3.4.5 Parámetros básicos para el diseño en zona rural

#### 3.4.5.1 Velocidad de diseño

La velocidad de diseño es el criterio principal para establecer las características de trazado, en planta, perfil y sección transversal de la vía a ejecutarse. Por ello, el manual de carreteras DG-2018 nos dice que la velocidad de diseño que se adoptara a lo largo del tramo, debe permitir que

los conductores realicen el recorrido de la vía con seguridad, sin que sean sorprendidos por cambios bruscos de velocidad.

La velocidad de diseño para el estudio ha sido elegida en función a la clase de carretera, orografía del terreno. En este caso será para orografía accidentada y para carretera de tercera clase.

**Cuadro 36:** Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

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: Diseño Geométrico DG-2018.

La velocidad de diseño adoptada es de 30 km/h

### 3.4.5.2 Distancia de visibilidad

Longitud continua visible hacia delante de la carreta que permite al conductor del vehículo realizar maniobras seguras, ya sea obligadas o que desee realizar. Para el desarrollo del proyecto se consideran tres distancias de visibilidad:

- Visibilidad de parada
- Visibilidad de paso o adelantamiento
- Visibilidad de cruce con otra vía

#### Distancia de visibilidad de parada

Distancia mínima requerida para que un vehículo que viaja a velocidad de diseño pueda detenerse, antes de que alcance un objeto inmóvil que está en su trayectoria.

La distancia de visibilidad para pavimentos húmedos se calcula mediante la siguiente formula:

$$D_p = 0.278 * V * t_p + \frac{V^2}{254\left(\left(\frac{a}{9.81}\right) \pm i\right)}$$

Donde:

$D_p$  : Distancia de parada (m)

$V$  : Velocidad de diseño (Km/h)

$t_p$  : Tiempo de percepción + reacción (s)

$a$  : Deceleración en  $m/s^2$  (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo)

$i$  : Pendiente longitudinal (tanto por uno)

+ $i$  : Subidas respecto al sentido de circulación

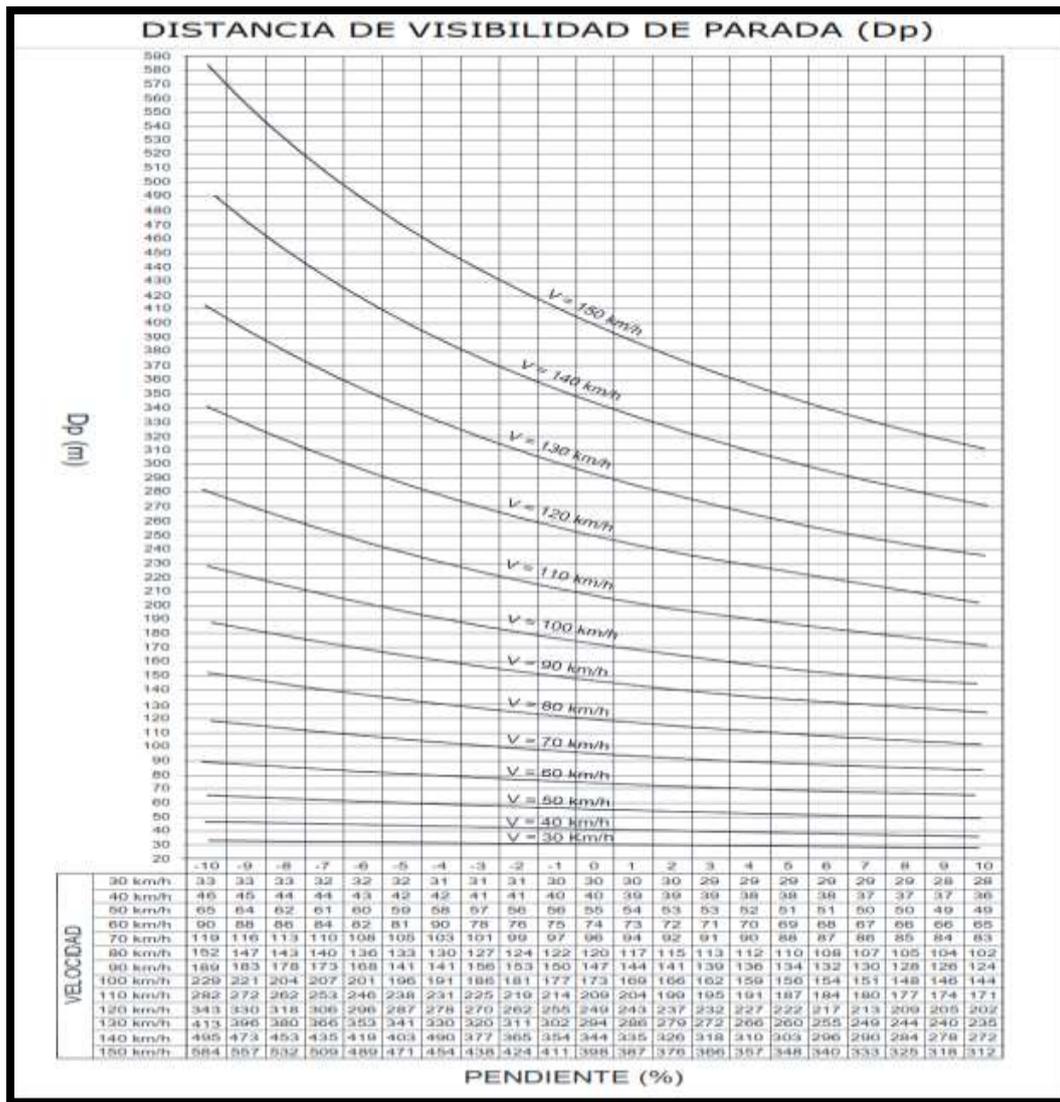
- $i$  : Bajadas con respecto al sentido de circulación

**Cuadro 37:** Distancia de visibilidad de parada con pendientes (metros)

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

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

La distancia de visibilidad también se puede calcular mediante la siguiente figura:



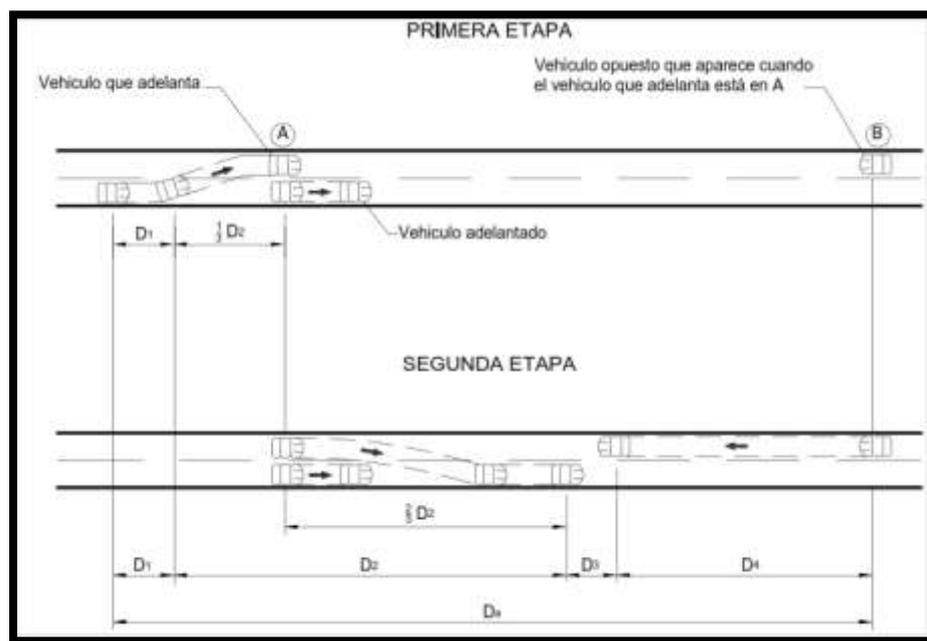
**Figura 20:** Distancia de visibilidad de parada

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018

**Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento**

Según la DG-2018, la distancia de visibilidad o pasa es la mínima que debe estar disponible para que el conductor del vehículo pueda sobrepasar a otro que viaja a menor velocidad, esta distancia debe garantizar seguridad y comodidad en el conductor y también, que no debe alterar la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario.

La distancia de visibilidad de adelantamiento se considera únicamente para carreteras con dos carriles con tránsito en las dos direcciones, tal y como se muestra en la siguiente figura:



**Figura 21:** Distancia de visibilidad de adelantamiento

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

La distancia de visibilidad de adelantamiento, según la figura se determina con la siguiente fórmula:

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

Donde:

$D_a$  : Distancia de visibilidad de adelantamiento, en metros

$D_1$  : Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, en metros

$D_2$  : Distancia recorrida por el vehículo que adelanta durante el tiempo desde que invade el carril de sentido contrario hasta que regresa a su carril, en metros.

$D_3$  : Distancia de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo que adelanta y el vehículo que viene en sentido contrario, en metros.

$D_4$  : Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido contrario (estimada en  $2/3$  de  $D$ ), en metros.

Los valores mínimos recomendados para la distancia de visibilidad de paso o adelantamiento, cálculo con los parámetros antes mencionados se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 38:** Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos.

VELOCIDAD ESPECIFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (Km/h)	VELOCIDAD DE VEHÍCULO ADELANTADO (Km/h)	VELOCIDAD DE VEHICULO 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	63	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: Diseño Geométrico DG-2018.

### 3.4.6 Diseño Geométrico en planta

#### 3.4.6.1 Generalidades

Diseño geométrico o alineamiento horizontal, se constituye por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permitan una transición suave al pasar por alineamientos rectos o curvas circulares o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. (DG-2018).

### 3.4.6.2 Consideraciones de diseño

Aspectos a considerar en el diseño:

- Evitar tramos con alineamientos rectos demasiados largos, se recomienda reemplazar estos por curvas de radios grandes.
- La longitud mínima de curva será:

Carretera red nacional	L (m)
Autopistas	6V
Carreteras de dos carriles	3V

V = Velocidad de diseño (Km/h)

### 3.4.6.3 Tramos en tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables, se encuentran en función a la velocidad de diseño que se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 39:** Longitudes de tramos en tangente.

V (Km/h)	L mín. (m)	L mín. (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: Diseño Geométrico DG-2018.

Donde:

$L_{m\acute{i}ns}$  : Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

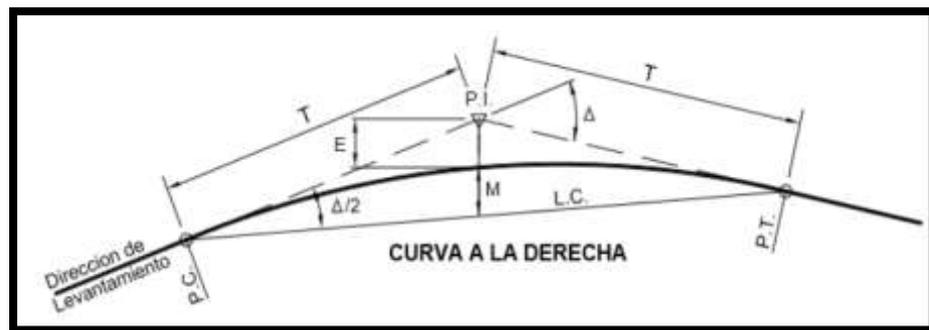
$L_{m\acute{i}no}$  : Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

$L_{m\acute{a}x}$  : Longitud máxima deseable (m).

$V$  : Velocidad de diseno (Km/h).

#### 3.4.6.4 Curvas circulares

Las curvas circulares simples se definen como arcos de circunferencia de un solo radio que se usan para unir dos tangentes consecutivas, cuyos elementos y nomenclaturas se muestra a continuación:



**Figura 22:** simbología de la curva circular

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseno Geométrico DG-2018.

P.C. : Punto de inicio de la curva.

P.I. : Punto de intersección de 2 alineaciones consecutivas.

P.T. : Punto de tangencia.

E : Distancia de externa (m).

$$E = R \left[ \sec \left( \frac{\Delta}{2} \right) - 1 \right]$$

M : Distancia de la ordenada media (m).

$$M = \left[ 1 - \cos \left( \frac{\Delta}{2} \right) \right]$$

R : Longitud del radio de la curva (m).

T : Longitud a la subtangente (P.C. a P.I. y P.I. a P.T.) (m).

$$T = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

L : longitud de curva (m).

$$L = 2\pi R \frac{\Delta}{360}$$

L.C. : Longitud de la cuerda (m).

$$L.C. = 2R \sin \frac{\Delta}{2}$$

$\Delta$  : Ángulo de deflexión (°).

P : Peralte; Valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%).

Sa : Sobreancho que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m).

#### 3.4.6.5 Radios mínimos

Son los radios mínimos que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, para el caso de carreteras de tercera clase, se aplica la siguiente fórmula:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{m\acute{a}x} + f_{m\acute{a}x})}$$

Donde:

$R_{m\acute{i}n}$  : Mínimo radio de curvatura.

$e_{m\acute{a}x}$  : Valor máximo del peralte.

$f_{m\acute{a}x}$  : Factor máximo de fricción.

V : Velocidad específica de diseno.

Los valores obtenidos aplicando la formula se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 40:** Valores de radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{\text{máx.}}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
30	4.00	0.17	33.7	35
40	4.00	0.17	60.0	60
50	4.00	0.16	98.4	100
60	4.00	0.15	149.1	150
30	6.00	0.17	30.8	35
40	6.00	0.17	54.7	55
50	6.00	0.16	89.4	90
60	6.00	0.15	134.9	135
30	8.00	0.17	28.3	30
40	8.00	0.17	50.4	55
50	8.00	0.16	82.0	85
60	8.00	0.15	123.2	125
30	10.00	0.17	26.2	30
40	10.00	0.17	46.6	50
50	10.00	0.16	75.7	80
60	10.00	0.15	113.3	115
30	12.00	0.17	24.4	25
40	12.00	0.17	43.4	45
50	12.00	0.16	70.3	75
60	12.00	0.15	104.9	105

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

### 3.4.6.6 Curvas de transición

Son espirales cuyo objetivo es evitar discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo su diseño debe satisfacer las condiciones de seguridad, comodidad y estética de los elementos del trazo.

En el caso de carreteras de tercera clase, la longitud de la espiral no será menor que  $L_{mín}$  ni mayor que  $L_{máx}$ , según las siguientes formulas:

$$L_{mín} = 0.0178 \frac{V^3}{R} \quad L_{máx} = (24R)^{0.5}$$

Donde:

R : Radio de la curvatura circular horizontal.

$L_{mín}$  : Longitud mínima de la curva de transición.

$L_{máx}$  : Longitud máxima de la curva de transición en metros.

V : Velocidad específica en Km/h.

La longitud de cada curva de transición, no será superior a 1.5 veces su longitud mínima.

Los radios de curvas horizontales que permiten prescindir de curvas de transición para carreteras de tercera clase se muestran en el siguiente cuadro.

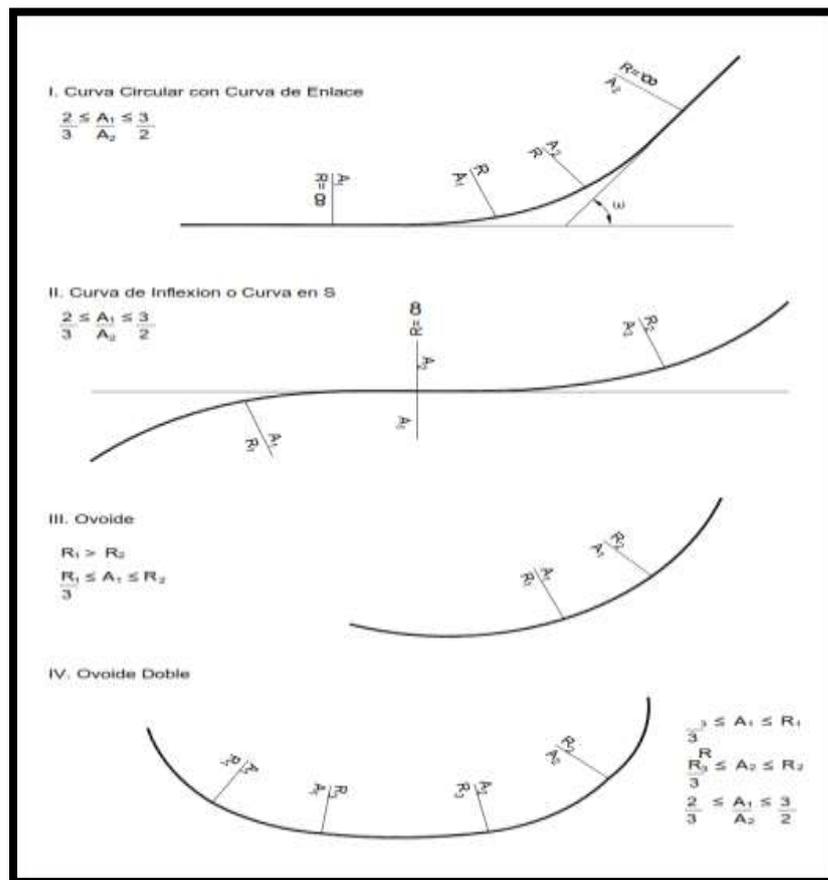
**Cuadro 41:** Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de tercera clase

Velocidad de diseño (Km/h)	Radio m
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

### 3.4.6.7 Curvas compuestas

Consisten en dos o más curvas simples de diferente radio, orientados en un mismo sentido o dispuestas una a continuación de otra. Por lo general se evita el diseño de estas curvas, pero como la topografía del lugar y algunos aspectos económicos no permiten enlazar una solo curva simple, se realizarán este tipo de curvas respetando los parámetros establecidos por norma y las configuraciones recomendadas en la siguiente figura.



**Figura 23:** configuraciones recomendables

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

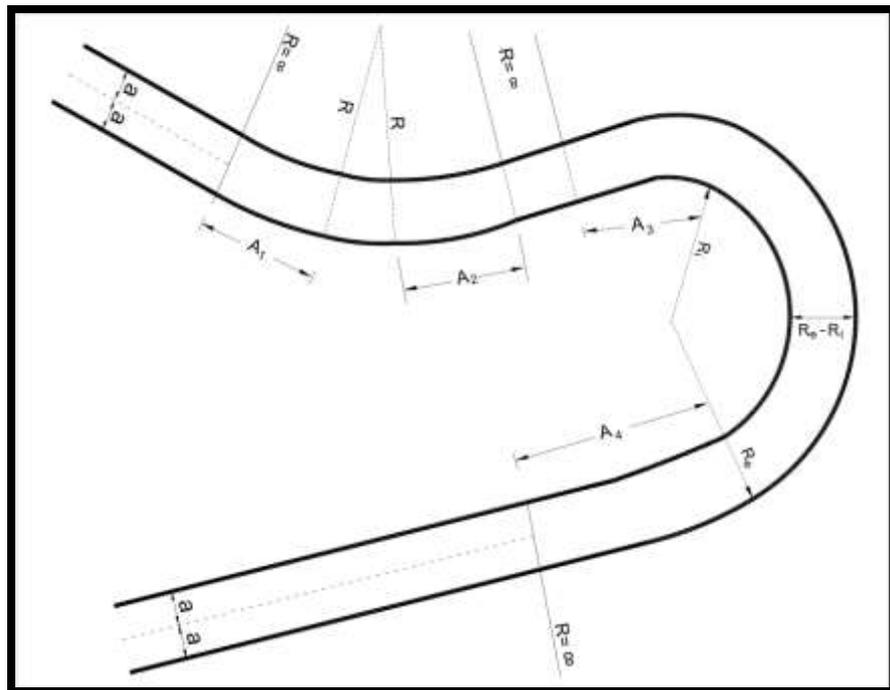
En una curva de inflexión o curva en “S”, si no fuese posible conseguir una tangencia exacta en el punto de radio infinito, se podrá usar una tangencia de traslape de clotoide o tramo de tangente de ajuste que no supere lo siguiente:

$$\Delta L_{(m)} = 0.05 \frac{A_1 + A_2}{2}$$

En el presente proyecto se cuenta con curvas de inflexión o curva en “S”, que cumplen con los parámetros establecidos por la norma. Se usaron porque el terreno no permite el diseño de una curva horizontal simple.

### 3.4.6.8 Curvas de vuelta

Según la DG-2018, son curvas que se proyectan en terrenos de orografía accidentada que permite obtener cotas mayores sin sobrepasar las pendientes máximas, caso que se aplica en este proyecto que en una parte presenta un terreno muy accidentado.



**Figura 24:** curva vuelta

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Los valores posibles de “ $R_i$ ” y “ $R_e$ ” se obtienen en función a las maniobras de los tipos de vehículos que se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 42:** Radio exterior mínimo correspondiente a un radio interior adoptado.

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.	26.00*	28.00	29.25

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

T2S2 : Un camión semirremolque describiendo la curva de retorno. El resto del tránsito espera en la alineación recta.

C2 : Un camión de 2 ejes puede describir la curva simultáneamente con un vehículo ligero (automóvil o similar).

C2+C2: Dos camiones de dos ejes pueden describir la curva simultáneamente.

La tabla considera un ancho de calzada de 6 m. en tangente, en caso de que ella sea superior,  $R_e$  deberá aumentarse consecuentemente hasta que  $R_e - R_i =$  Ancho normal calzada.

El radio interior de 8 m, representa un mínimo normal.

El radio interior de 6 m, representa un mínimo absoluto y sólo podrá ser usado en forma excepcional.

### 3.4.6.9 Transición de peralte

La transición de peralte es la traza del borde de calzada que sirve para el cambio gradual de pendiente en dicho borde, que está dentro de la zona de tangente y la zona peraltada de la curva.

Para carreteras de tercera clase, la DG-2018 nos recomienda tomar los valores que se presentan en el siguiente cuadro para determinar la longitud mínima de transición de bombeo y longitud mínima de transición de peralte.

**Cuadro 43:** Longitud mínima de transición de peralte y bombeo.

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
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
90	15	31	46	61	77	92	15

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

\*\* Longitud basada en 2% de bombeo

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

#### 3.4.6.10 Sobreechancho

Es el ancho de superficie de rodadura adicional en tramos de curva, que se tendrá que diseñar para compensar el mayor espacio requeridos por los vehículos.

#### Valores de sobreechancho

El valor de sobre ancho dependerá del tipo de vehículo, radio de la curva y velocidad de diseño, para lo cual se aplicará la siguiente formula:

$$Sa = n \left( R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Donde:

Sa : Sobreancho (m).

n : Número de carriles.

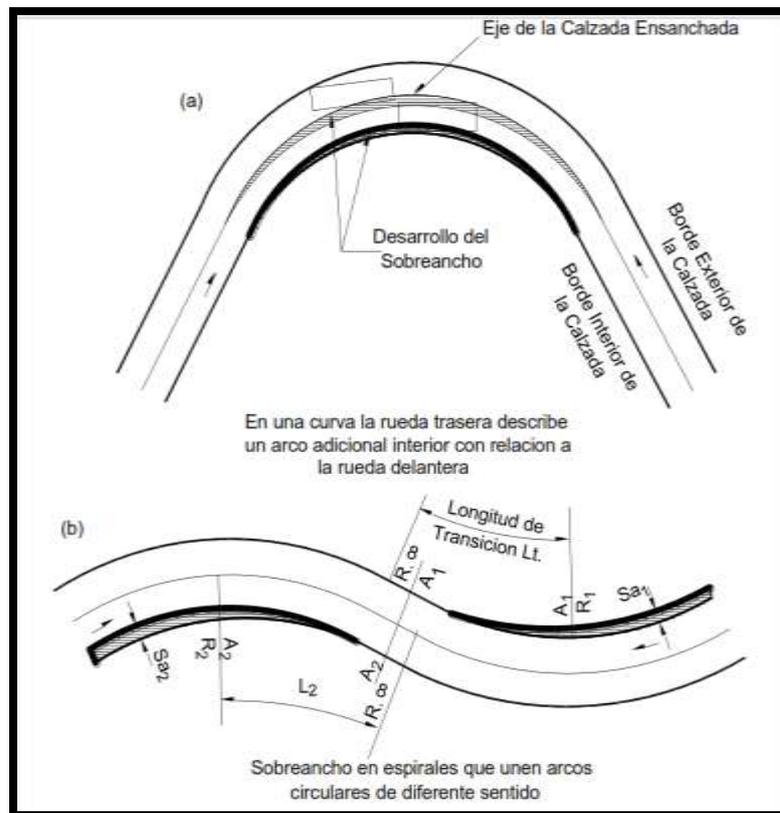
R : Radio de Curva circular (m).

L : Distancia entre eje posterior y frontal (m).

V : Velocidad de diseño (Km/h).

Se considera 0.40 m de sobreancho como mínimo.

### Longitud de transición y desarrollo de sobreancho



**Figura 25:** distribución del sobreancho en los sectores de transición y circular

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Para la repartición del sobreancho, se debe hacer en forma lineal para lo cual se hace uso de la transición de peralte, de tal manera que para conocer el sobreancho deseado en cualquier punto, se usara la siguiente formula.

$$Sa_n = \frac{Sa}{L} Ln$$

Donde:

$Sa_n$  : Sobreancho deseado en cualquier punto (m).

$Sa$  : Sobreancho calculado para la curva, (m).

$L_n$  : Longitud a la cual se desea determinar el sobreancho (m).

$L$  : Longitud de transición de peralte (m).

### **3.4.7 Diseño geométrico en perfil**

#### **3.4.7.1 Generalidades**

El diseño geométrico en perfil, se constituye por una serie de tangentes unidas por curvas verticales parabólicas; en cuyo desarrollo, según el avance del kilometraje determina el sentido de las pendientes; siendo positivas, aquellas que demandan el aumento de cotas y negativas las que implican la disminución de cotas.

#### **3.4.7.2 Consideraciones de diseño**

- En terreno accidentado, por lo general la rasante deberá regirse al terreno, para evitar alargamientos innecesarios en tramos de contrapendiente.
- Se desea lograr una rasante que esté constituida por pendientes moderadas, presentando variaciones graduales de los lineamientos, que tengan relación con el tipo de carretera y la topografía del terreno.
- Deberán evitarse las rasantes compuestas por dos curvas verticales de un mismo sentido conocidas como “lomo quebrado” en alineaciones cortas.

#### **3.4.7.3 Pendiente**

##### **Pendiente mínima**

La pendiente mínima para el presente proyecto será de 0.5 %, para asegurar el drenaje de las aguas superficiales en la calzada.

### Pendiente máxima

El manual DG-2018, recomienda considerar pendientes máximas que se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 44:** Pendientes máximas (%)

<b>Demanda</b>	<b>Carretera</b>			
<b>Vehículos/día</b>	<b>&lt;400</b>			
<b>Características</b>	<b>Tercera clase</b>			
<b>Tipo de orografía</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Velocidad de diseño 30 Km/h			10.00	10.00
40 Km/h	8.00	9.00	10.00	
50 Km/h	8.00	8.00	8.00	
60 Km/h	8.00	8.00		
70 Km/h	7.00	7.00		
80 Km/h	7.00	7.00		
90 Km/h	6.00	6.00		

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Para zonas mayores a 3.000 msnm, como es el caso del proyecto de estudio la DG-2018, recomienda reducir en 1% el valor de pendiente máximo del cuadro anterior, por lo que la pendiente máxima considerada es de 9%.

### Curvas verticales

Son curvas parabólicas que enlazan tramos consecutivos de rasante, cada vez que la diferencia algebraica de pendiente sea mayor al 1% para carreteras pavimentadas y 2% para la demás.

Dichas curvas, se definen por su parámetro de curvatura “K”, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal por cada 1% de variación en la pendiente, así:

$$K = \frac{L}{A}$$

Donde:

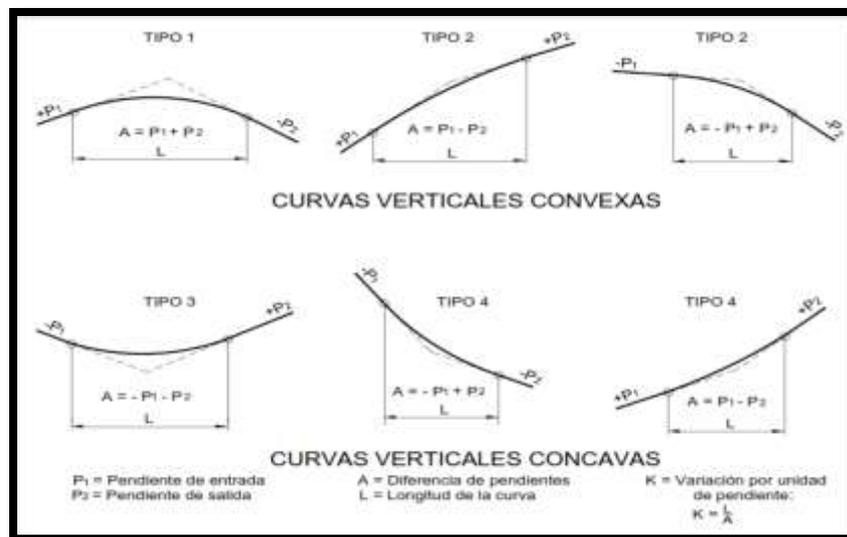
K : Parámetro de curvatura.

L : Longitud de la curva vertical.

A : Valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

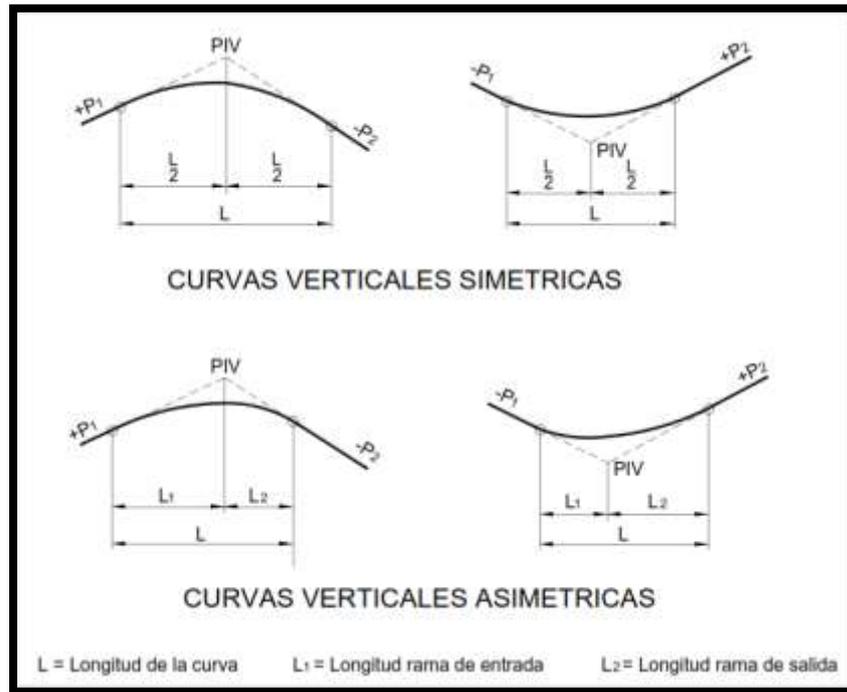
### Tipos de curvas verticales

Las curvas verticales se clasifican como: curvas verticales convexas y cóncavas por su forma, simétricas y asimétricas de acuerdo con la proporción entre sus ramas.



**Figura 26:** tipos de curvas verticales convexas y cóncavas

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

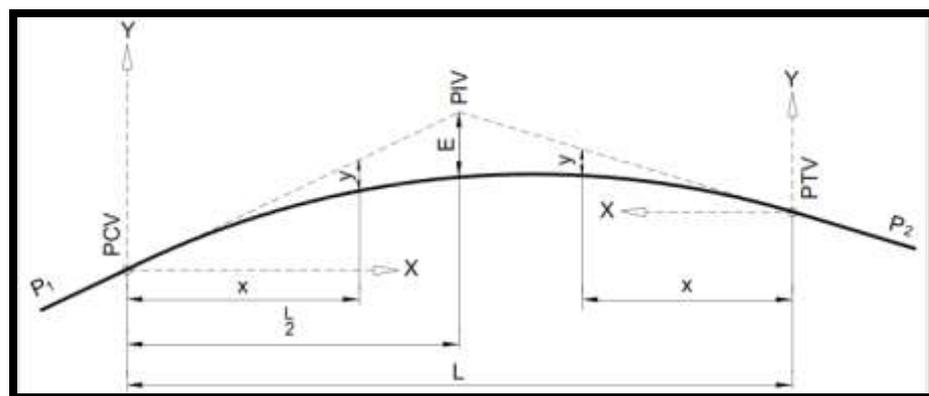


**Figura 27:** Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

### Curva vertical simétrica

Es el tipo de curva más usada para el diseño, conformada por dos parábolas de longitudes iguales, unidas en la proyección vertical del PIV.



**Figura 28:** elementos de la curva vertical simétrica

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Donde:

PCV : Principio de la curva vertical.

PIV : Punto de intersección de las tangentes verticales.

PTV : Término de la curva vertical.

L : Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m).

$S_1$  : Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%).

$S_2$  : Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%).

A : Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).

$$A = |S_1 - S_2|$$

E : Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{AL}{800}$$

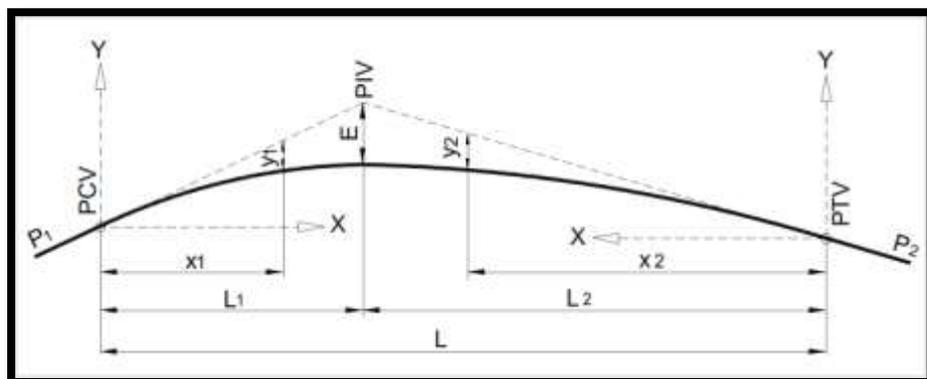
X : Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.

Y : Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$y = x^2 \left( \frac{A}{200L} \right)$$

### Curva vertical asimétrica

La curva vertical asimétrica se compone de dos parábolas de longitud diferente ( $L_1$ ,  $L_2$ ) unidas en la proyección vertical del PIV.



**Figura 29:** elementos de la curva vertical asimétrica

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

Donde:

PCV : Principio de la curva vertical.

PIV : Punto de intersección de las tangentes verticales.

PTV : Término de la curva vertical.

L : Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m), se cumple:  $L = L_1 + L_2$  y  $L_1 \neq L_2$ .

$S_1$  : Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%).

$S_2$  : Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%).

$L_1$  : Longitud de la primera rama, medida por su proyección horizontal en metros (m).

$L_2$  : Longitud de la segunda rama, medida por su proyección horizontal, en metros (m).

A : Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).

$$A = |S_1 - S_2|$$

E : Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{AL_1L_2}{200(L_1 + L_2)}$$

X1 : Distancia horizontal a cualquier punto de la primera rama de la curva medida 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 de la primera rama medida desde el PCV, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$y_1 = E \left( \frac{X_1}{L_1} \right)^2$$

Y2 : Ordenada vertical en cualquier punto de la segunda rama medida desde el PTV, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$y_2 = E \left( \frac{X_2}{L_2} \right)^2$$

### Longitud de las curvas convexas

Los valores del índice “K”, que determina la longitud de las curvas verticales convexas para carreteras de tercera clase, serán los que se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 45:** Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical convexo en carreteras de tercera clase.

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

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

### Longitud de las curvas cóncavas

Los valores del índice “K”, que determina la longitud de las curvas verticales cóncavas para carreteras de tercera clase, serán los que se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 46:** Valores del índice K para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carreteras de tercera clase.

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura
20	20	3

30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

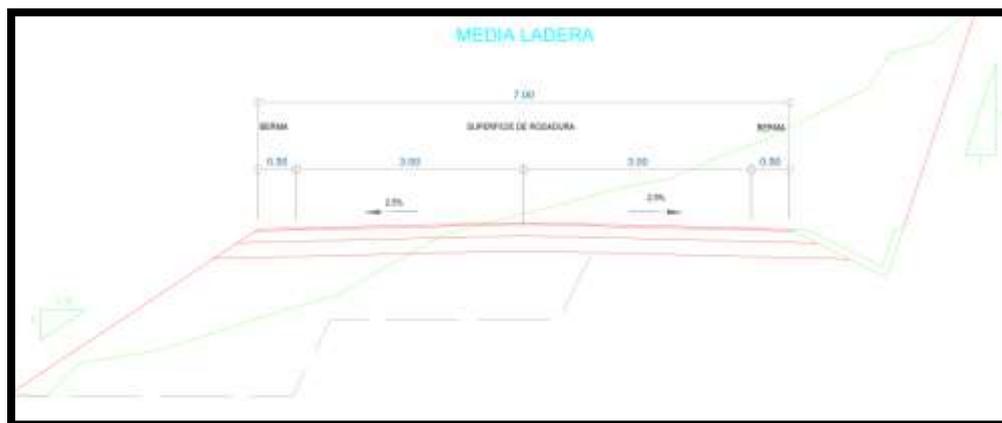
### **3.4.8 Diseño geométrico de la sección transversal**

#### **3.4.8.1 Generalidades**

El diseño comprende la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, para lo cual la DG-2018 nos dice: el elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada a la superficie de rodadura o calzada, cuyas dimensiones deben permitir el nivel de servicio previsto en el proyecto, sin perjuicio de la importancia de los otros elementos de la sección transversal, tales como bermas, aceras, cunetas, taludes y elementos complementarios.

#### **3.4.8.2 Elementos de la sección transversal**

La sección trasversal de la cartería está conformada por los siguientes elementos: calzada o superficie de rodadura, carriles, cunetas, bermas y taludes, que se desarrollan dentro del Derecho de Vía del proyecto.



**Figura 30:** Sección transversal tipo a media ladera una carretera en tangente.

### 3.4.8.3 Calzada

Espacio de la carretera que sirve para la circulación de los vehículos y se compone por uno o más carriles.

#### Ancho de la calzada en tangente

Para determinar en ancho de calzada, se tomará como base el nivel de servicio que se pretende lograr al cumplirse el periodo de diseño, el cual se de asumir según lo establecido en el siguiente cuadro:

**Cuadro 47:** Anchos mínimos de calzada en tangente.

Demanda	Carretera			
Vehículos/día	<400			
Tipo	Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño 30 Km/h			6.00	6.00
40 Km/h	6.60	6.60	6.00	
50 Km/h	6.60	6.60	6.00	
60 Km/h	6.60	6.60		
70 Km/h	6.60	6.60		
80 Km/h	6.60	6.60		

90 Km/h	6.60	6.60		
---------	------	------	--	--

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

#### 3.4.8.4 Bermas

Sección longitudinal que se encuentra paralela y adyacente a la calzada de la carter, sirve de confinamiento para la capa de rodadura en casos de emergencia los vehículos lo usan para estacionarse.

##### Ancho de las bermas

La norma DG-2018 establece el ancho de bermas en función a la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía. Las que se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 48:** Ancho de bermas

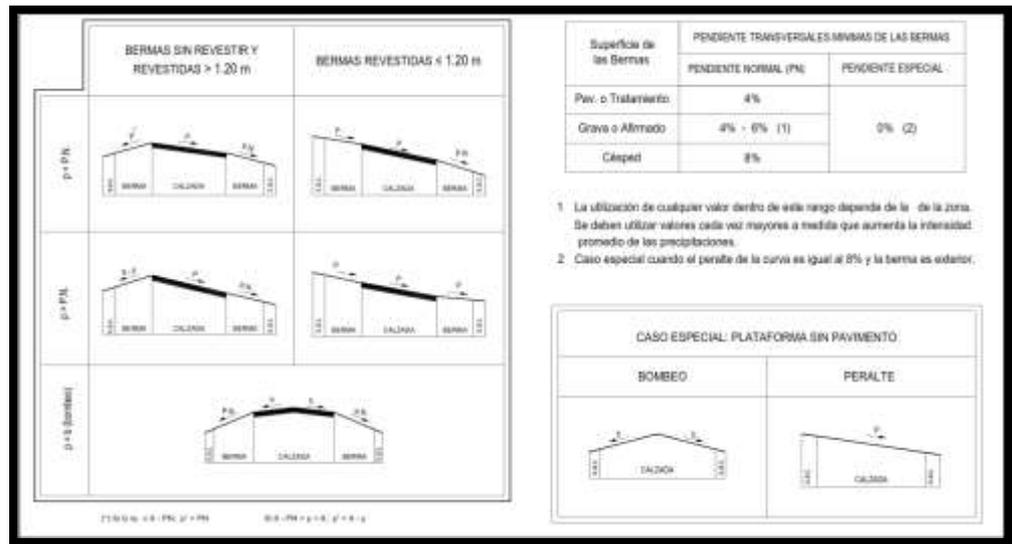
Demanda	Carretera			
Vehículos/día	<400			
Características	Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4
Velocidad de diseño 30 Km/h			0.50	0.50
40 Km/h	1.20	0.90	0.50	
50 Km/h	1.20	0.90	0.90	
60 Km/h	1.20	1.20		
70 Km/h	1.20	1.20		
80 Km/h	1.20	1.20		
90 Km/h	1.20	1.20		

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

##### Inclinación de las bermas

Según la DG-2018 en el caso de las carreteras de bajo tránsito:

- Para los tramos en tangentes, hacia el exterior de la plataforma las bermas deberán tener una pendiente de 4%.
- La inclinación de la berma que se situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de éste, solo cuando su valor sea superior a 4%. Para caso contrario, la berma seguirá con la inclinación del 4%.



**Figura 31:** Pendiente transversal de bermas

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

### 3.4.8.5 Bombeo

Es la inclinación transversal mínima que debe tener la calzada, 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.

La DG-2018, presenta la siguiente tabla con los valores de bombeo de la calzada.

**Cuadro 49:** Valores del bombeo de la calzada

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

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

### 3.4.8.6 Peralte

Forma de inclinarse transversalmente la carretera en los tramos de curva, destinada a neutralizar la fuerza centrífuga del vehículo.

En el cuadro que se muestra a continuación se indican los valores máximos del peralte:

**Cuadro 50:** Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamientos de zonas urbanas	6.0 %	4.0 %
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0 %	6.0 %
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0 %	8.0 %
Zona rural con peligro de Hielo	8.0 %	6.0 %

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

### 3.4.8.7 Derecho de Vía o faja de dominio

Ancho de terreno que comprende la carretera, servicios, zonas de seguridad para el usuario, obras complementarias y finalmente áreas previstas para que si en un futuro se pretende realizar un mejoramiento o ensanche.

El cuadro que se presenta a continuación indica los anchos mínimos que debe tener el Derecho de Vía, en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

**Cuadro 51:** Anchos mínimos de Derecho de Vía

Clasificación	Anchos mínimos (m)
Autopistas primera clase	40

Autopistas segunda clase	30
Carretera primera clase	25
Carretera segunda clase	20
Carretera tercera clase	16

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

### 3.4.8.8 Taludes

Inclinación dada al terreno lateral de la vía, tanto para zonas de corte y rellenos (terraplenes).

Los valores de los taludes de corte y relleno se muestran en los siguientes cuadros:

**Cuadro 52:** Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V)

Clasificación de los materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1-1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

(\*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

**Cuadro 53:** Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes).

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018.

### 3.4.8.9 Cunetas

Canales que se construyen con el fin de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales, provenientes de la calzada, berma, con el propósito de proteger la superficie de rodadura o pavimento.

### 3.4.9 Resumen y consideraciones de diseño en zona rural

**Cuadro 54:** Resumen de diseño geométrico de carretera.

<b>CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO</b>	
Clasificación por demanda	Carretera de tercera clase
Clasificación según condiciones orográficas	Terreno accidentado tipo 3
Índice medio diario	<400 veh/día
<b>DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL</b>	
Distancia de visibilidad	Pendiente de bajada: 35m
	Pendiente de subida: 31, 30 y 29m
Distancia de adelantamiento o paso	200 m
Tramos en tangente	L mín.(s) : 42 m
	L mín.(o) : 84 m
	L máx. : 500 m
Pendientes mínimas y máximas	S mín. : 0.5 %
	S máx. : 10.0 %
Radio mínimo y peralte máximo	R mín. : 25 m
	P (máx.) : 12%
<b>DISEÑO GEOMÉTRICO DE SECCIÓN TRANSVERSAL</b>	
Calzada	6 m
Berma	0.5 m
Bombeo	2.5 %
Taludes	Corte: 1:1
	Relleno: 1:1.5

### 3.4.10 Diseño de pavimento

#### 3.4.10.1 Generalidades

El diseño de la carretera se realizó teniendo en cuenta que va a ser una vía de bajo volumen de tránsito. En consecuencia, tiene que ser de bajo costo para que sea factible la ejecución de ella. Para lograr esto se realizó el alineamiento de tal manera que no se produzca mucho movimiento de tierra. Para la superficie de rodadura de la carretera, se eligió colocar micropavimento, pues es la que se adecua mejor a las características que tiene la carretera y el terreno.

#### 3.4.10.2 Datos del CBR mediante el estudio de suelos

Los datos se obtuvieron mediante el estudio de mecánica de suelos, detallados en el inciso 3.2 del presente estudio, los cuales se muestran a continuación:

**Cuadro 55:** CBR de los suelos de fundación

Calicata	Progresiva	CBR al 95%
C-1	Km 01+000	23.02
C-4	Km 04+000	6.30

#### Categorías de sub rasante

El Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” (2014), clasifica a la subrasante en 6 categorías en base a su capacidad de soporte (CBR), los cuales se detalla a continuación:

**Cuadro 56:** Categorías de sub rasante

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%

S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

**Fuente:** Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”

Según la tabla, las sub rasantes del terreno se clasifican como regular y muy buena, la norma recomienda usar el valor de CBR más crítico, pero como es muy significativa la diferencia el valor de CBR de las muestras y para optimizar los costos de ejecución se usaron las dos categorías para el diseño del pavimento.

### 3.4.10.3 Datos del estudio de tráfico

Para determinar el espesor la estructura de la carretera, otro factor importante es determinar la cantidad de vehículos que transitaran en ella, esto se expresa en ejes equivalentes que se obtienen del estudio de tráfico. Los datos se obtuvieron del estudio de tráfico y se muestran a continuación:

**Cuadro 57:** Calculo de ejes equivalentes ESAL

Tipo de vehículo	Vehic/d.	Fact. Crecim.	Trafico de diseño	F. Camión.	ESALS de diseño
pick up	1.00	10.80	3942	0.0300	118
combi rural	2.00	10.80	7884	0.0300	237
Camión de 2 ejes	1.00	11.90	4344	3.4770	15,102
IMD	<b>4.00</b>		16170	<b>W'18</b>	15,457

Obteniendo como tráfico de diseño lo siguiente:

Factor de corrección direccional = 0.50

Factor de corrección de carril = 1.00

Tráfico de diseño = W18 = 7,729 E.E.

Para clasificar el tipo de tráfico para carretera pavimentada se usó el siguiente cuadro:

**Cuadro 58:** Numero de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 t, en el carril de diseño.

TIPOS TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE
Tp <sub>0</sub>	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
Tp <sub>1</sub>	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
Tp <sub>2</sub>	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
Tp <sub>3</sub>	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
Tp <sub>4</sub>	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE

**Fuente:** Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”

Por lo tanto, el tráfico de la carretera se clasifica como Tp<sub>0</sub>

#### 3.4.10.4 Espesor del pavimento, base y sub base granular

El espesor de la sub base granular, la base granular y del micropavimento que se usó en el diseño de la carretera, se determinaron a través del catálogo que nos presenta el Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” (2014), detallados a continuación:

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 %	$M_R$ $2555 \times CBR^{0.64}$	2.5 cm 25 cm 15 cm (*)	2.5 cm 25 cm 20 cm (*)	2.5 cm 30 cm 20 cm (*)	2.5 cm 30 cm 25 cm (*)	2.5 cm 35 cm 22 cm (*)
	CBR < 6%	$\leq 8,040$ psi (55.4 MPa)				
$\geq 6\%$ CBR < 10%	$> 8,040$ psi (55.4 MPa)	2.5 cm 25 cm 15 cm	2.5 cm 25 cm 20 cm	2.5 cm 30 cm 20 cm	2.5 cm 30 cm 25 cm	2.5 cm 35 cm 22 cm
	$\leq 11,150$ psi (76.9 MPa)					
$\geq 10\%$ CBR < 20%	$> 11,150$ psi (76.9 MPa)	2.5 cm 20 cm 15 cm	2.5 cm 23 cm 15 cm	2.5 cm 25 cm 17 cm	2.5 cm 30 cm 16 cm	2.5 cm 30 cm 20 cm
	$\leq 17,380$ psi (119.8 MPa)					
$\geq 20\%$ CBR < 30%	$> 17,380$ psi (119.8 MPa)	2.5 cm 26 cm	2.5 cm 30 cm	2.5 cm 20 cm 15 cm	2.5 cm 23 cm 15 cm	2.5 cm 25 cm 15 cm
	$\leq 22,530$ psi (155.3 MPa)					
CBR $\geq 30\%$	$> 22,530$ psi (155.3 MPa)	2.5 cm 22 cm	2.5 cm 26 cm	2.5 cm 16 cm 15 cm	2.5 cm 20 cm 15 cm	2.5 cm 20 cm 16 cm

**Figura 32:** Espesor de micropavimento para un periodo de diseño de 10 años.

**Fuente:** Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”

Según el catálogo, para la subrasante de CBR 23.02 % que comprenden los progresivas de km 00+000 hasta km 01+000 y km 04+000 hasta 05+300 la estructura del pavimento estará compuesta por una base granular de 26 cm y micropavimento de 2.5 cm.

Para la subrasante de CBR 6.30% que comprende la progresiva 01+000 hasta 04+000 la estructura del pavimento estará compuesta por una sub base granular de 15 cm, una base granular de 25 cm y micropavimento de 2.5 cm.

### **3.4.11 Señalización**

#### **3.4.11.1 Generalidades**

En este capítulo se describe las señalizaciones que se usaran en el diseño de la vía, con el fin de brindar información y educación vial a los conductores que transiten en ella.

para el desarrollo de este capítulo usaremos EL MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRÁNSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRETERAS del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

#### **3.4.11.2 Requerimientos**

El manual nos dice que un dispositivo de control de tránsito sea efectivo debe cumplir los siguientes requisitos:

- Que exista 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.

#### **3.4.11.3 Consideraciones**

##### **Diseño**

El diseño de cada dispositivo de señalización debe asegurar lo siguiente:

- El dispositivo se debe caracterizar por su composición, tamaño, contraste, forma, color e iluminación se combinen de tal manera que llamen la atención del usuario.
- El tamaño y color de los dispositivos deberán apreciarse igual para el día, noche y épocas de visibilidad limitada.
- El contenido que presente el mensaje del dispositivo debe ser neutro en género.

### Ubicación y requisitos

Los dispositivos se deberán ubicar dentro del rango visual del usuario, llamando la atención y facilitando la interpretación del mensaje que transmita la señal, tomando como referencia la velocidad de diseño o máxima que permita la vía.

#### 3.4.11.4 Señales verticales

Las señales verticales se definen como dispositivos instalados al costado de la vía para regular o reglamentar el tránsito, previniendo a los usuarios sobre las regulaciones en la vía o peligros que no siempre son evidentes.

El manual clasifica a las señales verticales según la función que desempeñan en tres grupos:

- Señales reguladoras o de reglamentación
- Señales de prevención
- Señales de información

#### señales reguladoras o de reglamentación

Notifican a los usuarios, prohibiciones y/o autorizaciones, las limitaciones, restricciones, que constituyen uso de la vía y que al no cumplirlo se consideraran como una violación a las disposiciones contenidas en el Reglamento Nacional de Tránsito, vigente; así como a otras normas del MTC.



**Figura 33:** Ejemplos de Mensajes en Señal R-27

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Las señales reguladoras o de reglamentación a su vez se dividen en:

**Señales de prioridad:** son señales reguladoras que se clasifican en:

- a) **Señal de pare:** Señal que ordena a conductor de un vehículo detenerse ante una intersección de vía u otra disposición de diseño.



**Figura 34:** Señal de pare

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

**Señales de prohibición:** Señales usadas para prohibir transitar a ciertos vehículos o maniobras determinadas, se componen de círculo blanco con orla roja cruzada por una diagonal también roja.

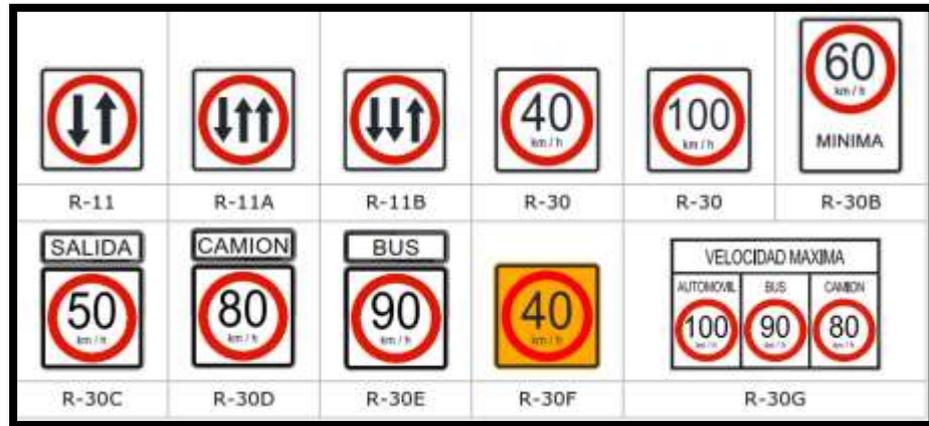
- **Señales de prohibición de maniobras y giros:** Señales que prohíben de ciertas maniobras y giros, las cuales se puede observar en la siguiente figura:



**Figura 35:** Señales de prohibición de maniobras y giros.

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

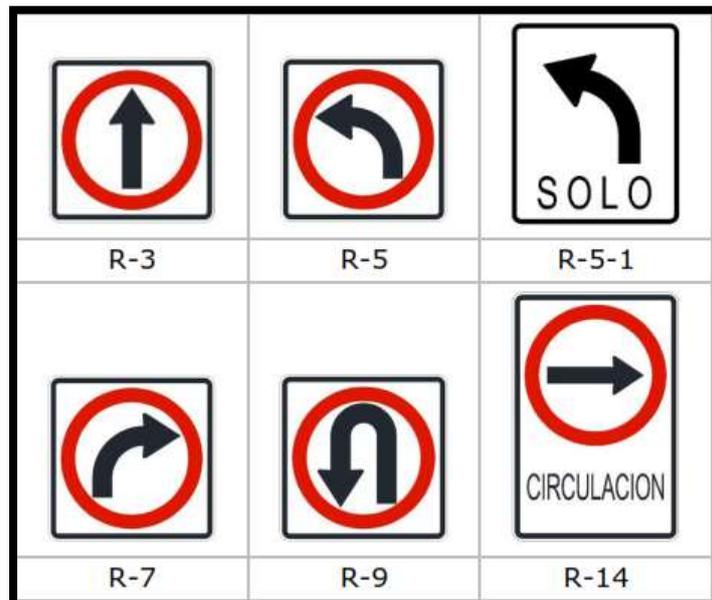
**Señales de restricción:** Señales que restringen el tránsito vehicular en función a las características que presenta la vía. cuya relación se indica a continuación:



**Figura 36:** Señales de restricción

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

**Señales de obligación:** Señales que indican a los conductores las obligaciones que deben cumplir. Compuestas mayormente por un círculo de fondo blanco y orla roja, según lo mostrado en la siguiente figura:



**Figura 37:** Señales de obligación

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

### Señales de prevención

Advierte a los conductores de la existencia de riesgos y/o situaciones imprevistas que se presentaran en la vía o zona adyacentes, estas situaciones pueden ser permanentes o temporales.

Su ubicación, debe ser tal, que los conductores cuenten con tiempo suficiente para realizar la acción percepción-respuesta, de tal manera que pueda observar, identificar, tomar la decisión y ejecutar la maniobra que la situación requiere con total seguridad.

- a) **Señales preventivas por características geométricas horizontales de la vía:** Señalan la aproximación de una a mas curvas horizontales que requieran de cambio de velocidad para circular con seguridad en la vía.



**Figura 38:** Señales preventivas - curvatura horizontal

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

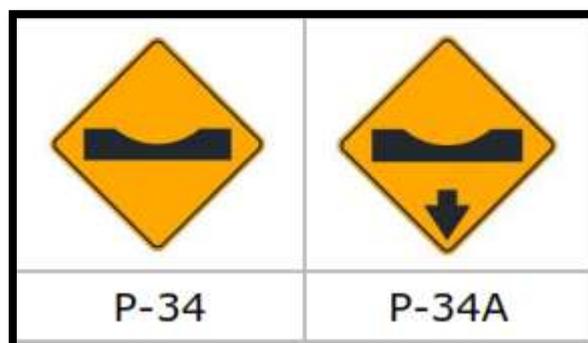
- b) **Señales preventivas por características geométricas verticales de la vía:** Señalan la existencia de pendientes longitudinales pronunciadas, que pueden afectar la capacidad de frenado y velocidad de operación.



**Figura 39:** Señales preventivas – pendiente longitudinal

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

- c) **Señales preventivas por características de la superficie de rodadura:** Señalan la existencia de irregularidad en la superficie de rodadura, que pueden causar daños o desplazamientos que afecten a los conductores en el control de sus vehículos.



**Figura 40:** Señales Preventivas por características de la superficie de rodadura.

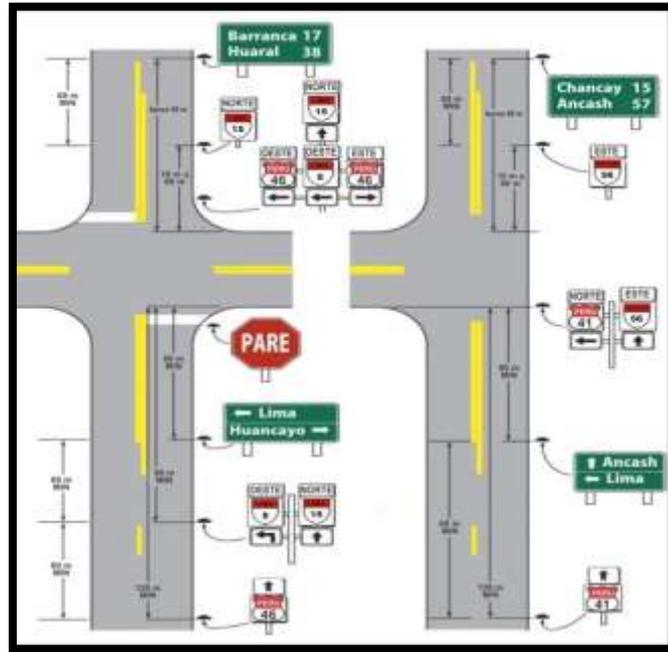
**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

**Señales de información**

Señales que tienen como función principal, informar a los usuarios lugares de interés como, lugares turísticos, arqueológicos, históricos presenten en el recorrido de la vía.

Las señales informativas de acuerdo a su función de guiar al usuario a su destino, se clasifican en:

- a) **Señales de pre señalización:** Señalan o informan la proximidad de un cruce o intersección con otras carreteras, cuyo contenido indica la distancia, nombre o código de las carreteras y los destinos hacia donde llevan esta.



**Figura 41:** Ejemplo de conjunto de indicadores de ruta.

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

- b) **Señales de dirección:** informan los destinos, nombres y códigos de las vías que se toman al realizar una salida o un giro. Podrán indicar la distancia aproximada al destino.



**Figura 42:** Ejemplos de señales de dirección.

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

- c) **Señales de localización:** Indican los límites de jurisdicción de lagos, túneles, ríos, lugares turísticos y otros puntos que puedan ser de interés para la orientación de los usuarios durante su recorrido en la vía.



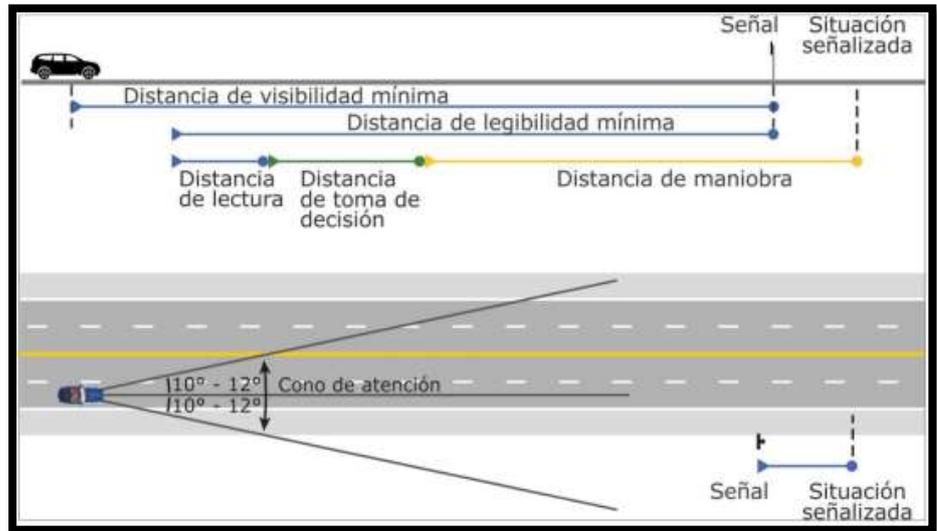
**Figura 43:** Ejemplos de señales de localización

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

#### 3.4.11.5 Colocación de las señales

Para que la colocación de la señalización sea eficiente debe cumplir con los siguientes parámetros establecidos en el manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras:

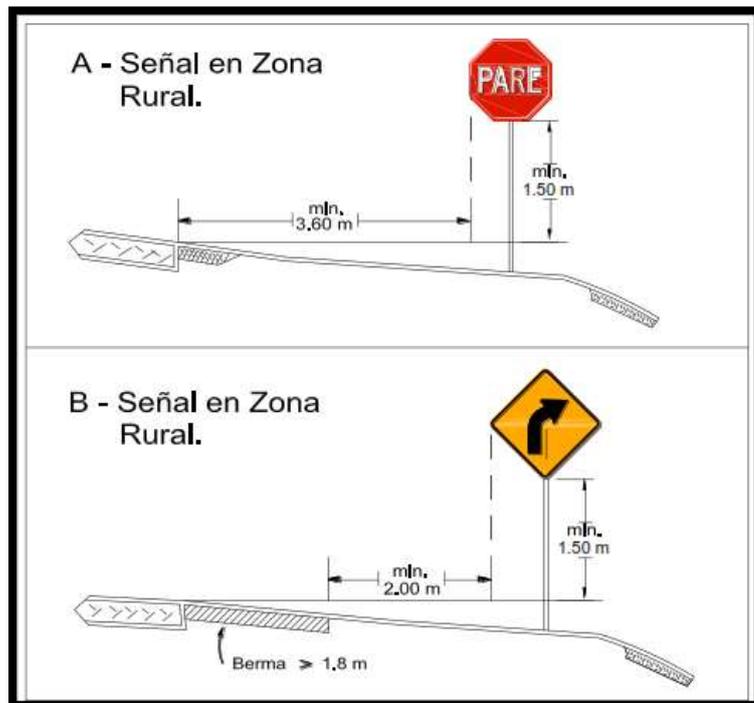
- a) **Ubicación longitudinal:** Se deben ubicar de tal forma que, posibilite al conductor tener el tiempo necesario de precepción y reacción para efectuar acciones de forma segura cuando se desplace a máxima velocidad permitida en la vía. En general una señal deberá cumplir con lo siguiente:
- Señalar el comienzo o final de una autorización o restricción, para lo que la ubicación de estas debe ser en el lugar donde ocurra esto específicamente.
  - Orientar sobre las condiciones de la vía, así como también acciones que se pueden o deben realizar más adelante.



**Figura 44:** Ubicación Longitudinal y Distancias de Lectura.

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

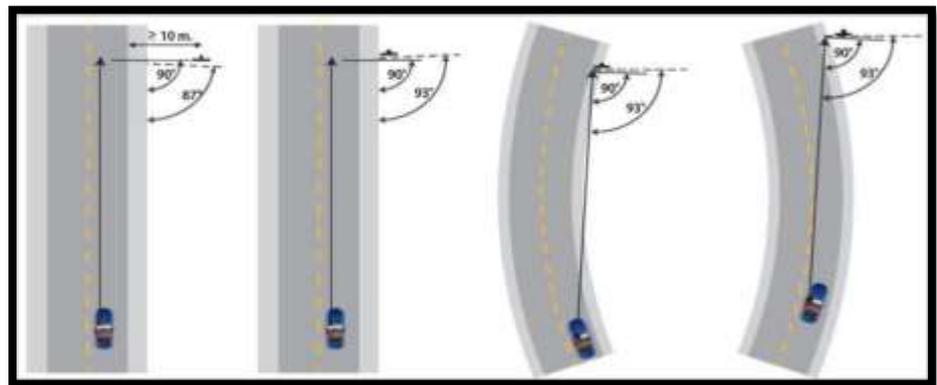
- b) **Ubicación lateral:** Para zonas rurales, la distancia del borde de la calzada y la señal, deberá ser como mínimo 3,60 m



**Figura 45:** Ejemplo de Ubicación Lateral.

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

- c) **Altura:** Para zonas rurales, la altura mínima entre la proyección imaginaria de la calzada y el borde inferior de la señal será de 1,50 m. y para el caso de ponerse más de una señal en el mismo poste, 1.20 será la altura mínima permisible de la última señal.
- d) **Orientación:** La orientación de la señal deber ser levemente hacia afuera, para evitar el fenómeno llamado “reflexión especular” la cual deteriora la nitidez de la señal.



**Figura 46:** Ejemplo de Orientación de la Señal.

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

#### 3.4.11.6 Hitos kilométricos

Señalan la longitud de la vía que en un futuro nos permitan determinar la ubicación de las obras o mejoramientos que se pueden hacer en la vía.

#### 3.4.11.7 Señalización horizontal

La señalización horizontal está constituida por las marcas o demarcaciones en el pavimento, tales como: líneas horizontales, marcas planas en el pavimento, símbolos y letras, flechas y otras.

Los colores a utilizarse en las Marcas Planas en el Pavimento son:

- Blanco: Se usará para las demarcaciones: transversales, longitudinales, elevadas, letras, flechas direccionales y espacios de estacionamiento permitido. También se emplearán para separar corriente de tráfico de mismo sentido.

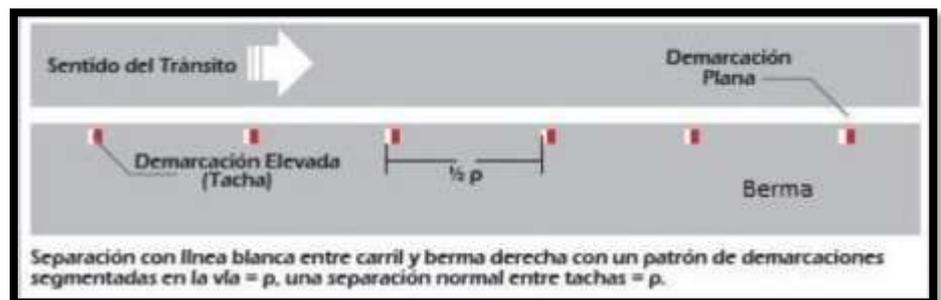
- **Amarillo:** se emplea para demarcar zonas donde se está prohibido estacionar.
- **Azul:** sirven como complemento de señales informativos como, separación de carril para cobro de peaje, zonas de estacionamiento de personas discapacitadas entre otras.
- **Rojo:** Sirven para demarcar zonas con restricciones o rampas de emergencia.

## Clasificación

### a) Marcas planas en el pavimento

#### Línea de borde de calzada o superficie de rodadura

Es una Línea continua que sirve para la demarcación del borde de calzada, teniendo en cuenta que cuando la berma sea pavimentada se ubicara a partir de donde termina la superficie de rodadura, caso contrario se debe pintar a partir de borde del pavimento.

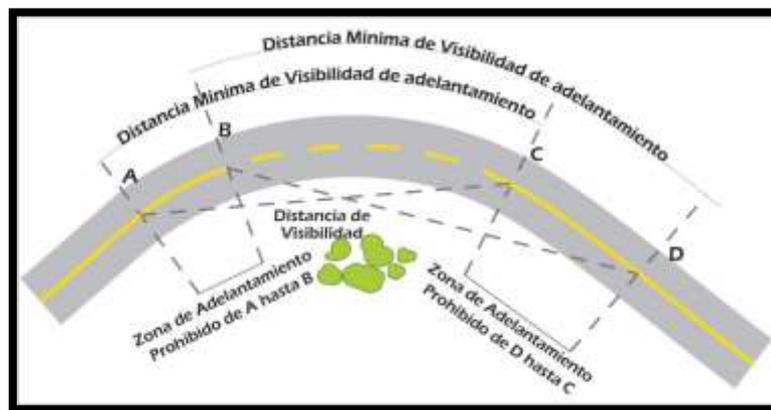
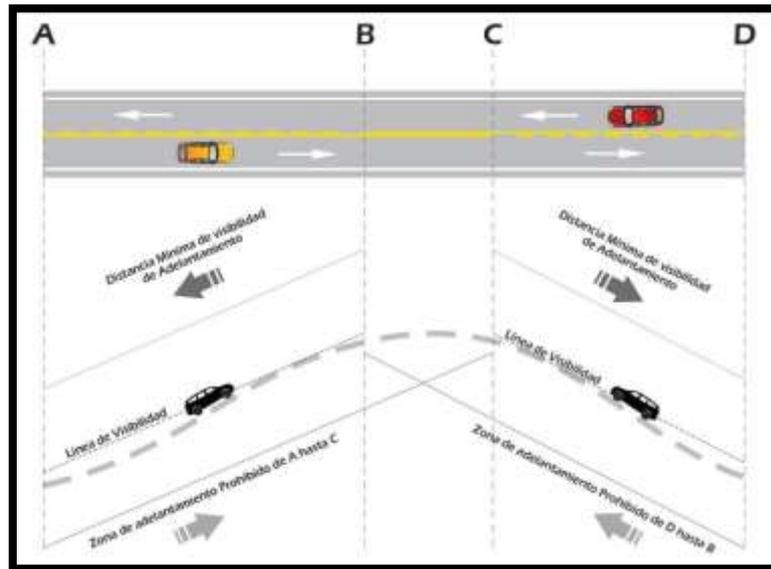


**Figura 47:** Ejemplos de línea de borde de calzada o superficie de rodadura.

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

#### Línea central

Su función principal es parar los carriles de la calzada de vías bidireccionales, son de color amarillo, discontinuas cuando es permitido el adelantamiento de otro vehículo, y continuas cuando no está permitido este tipo de maniobras.

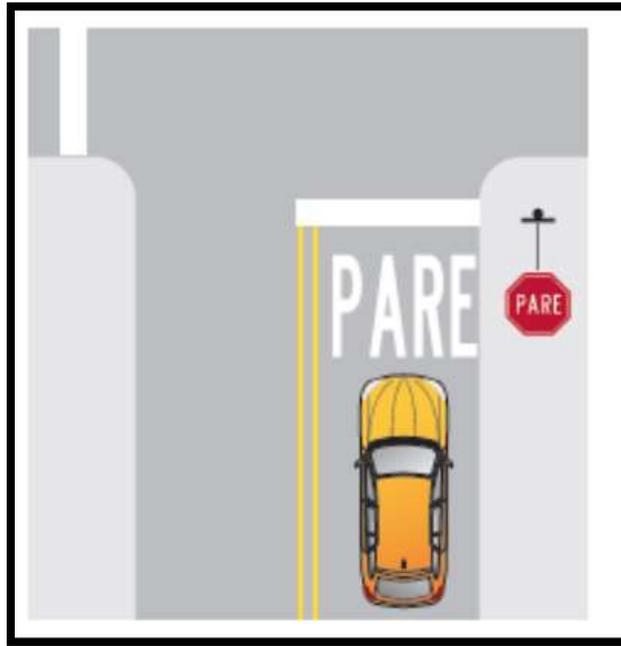


**Figura 48:** Ejemplo de zona o tramo con prohibición de adelantamiento con doble línea continua.

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

### Línea de pare

Esta línea transversal tiene como función advertir al conductor que debe detener su vehículo completamente, y que no debe sobrepasar la línea segmentada.

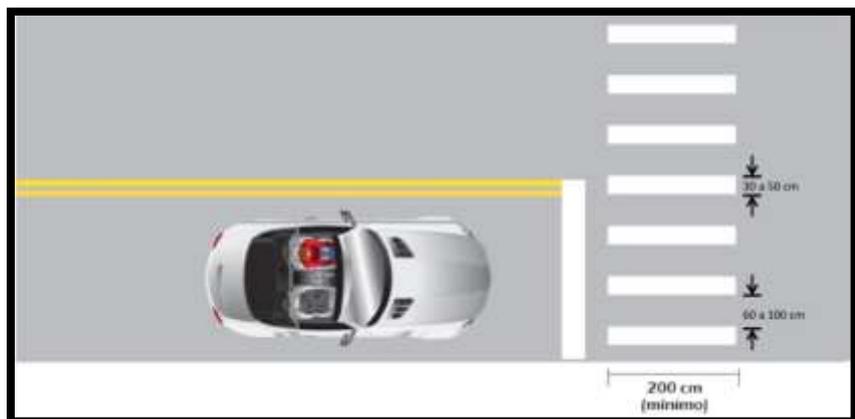


**Figura 49:** Ejemplos de demarcación de línea de pare.

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

### **Líneas de cruce peatonal**

Líneas paralelas cuya función es indicar la zona o lugar de paso peatonal o lugar de cruce.



**Figura 50:** Ejemplo de demarcación líneas de cruce peatonal.

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

## b) Marcas planas en el pavimento

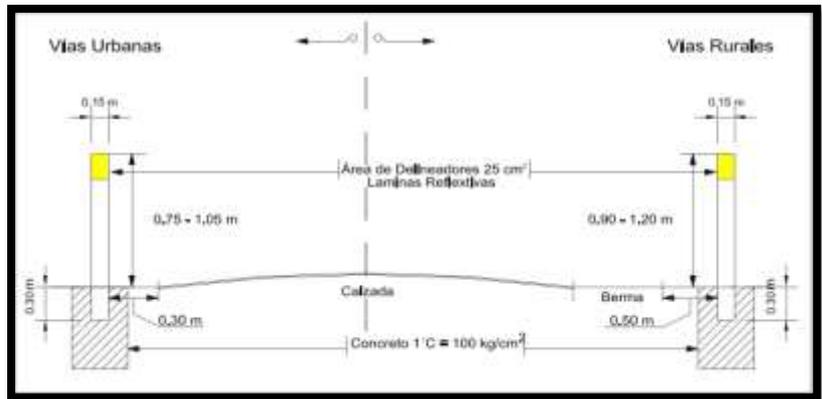
### Delineadores de piso

Marcas compuestas de material retrorreflectivo en una o dos caras que confrontan el sentido del tráfico. Pero también pueden ser iluminadas en forma continua internamente.

### Delineadores elevados

- **Postes delineadores**

Se les conoce también como hitos de arista, son de sección circular, plana, rectangular, en forma de “A” u ovalada, deberán estar compuestos por materiales retrorreflectivos y se colocaran al borde la de la vía en forma longitudinal.



**Figura 51:** Ejemplo de altura y área mínima de material retrorreflectivo en postes delineadores.

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

El espaciamiento de los postes delineadores en función al radio de curvatura de la vía.

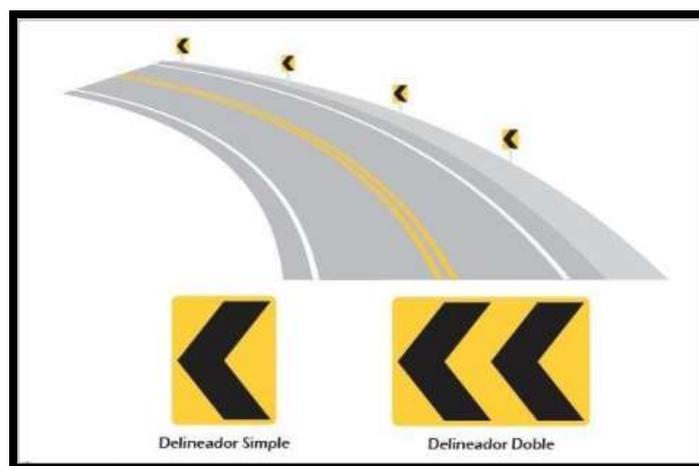
**Cuadro 59:** Espaciamiento de postes delineadores

Espaciamiento de Delineadores	
Radio de la Curva Horizontal (m)	Espaciamiento (m)
30	4.00

40	5.00
50	6.00
60	7.00
70	8.00
80	9.00
100	10.00
150	12.50
200	15.00
250	17.00
300	18.50
400	20.00
450	21.50
500	23.00
>500	24.00

- **Señal de delineador de curva horizontal (P-61) - “CHEVRON”**

Delineador compuesto por varias señales tipo “CHEVRON”, pueden ser simples o dobles y se ubican en lado exterior de la curva en forma perpendicular a la visual del Conductor.



**Figura 52:** Ejemplo de señales de delineador de curva horizontal “CHEVRON”.

**Fuente:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

### 3.4.11.8 Señales en el proyecto de investigación

En el proyecto se usaron los siguientes tipos de señalización:

#### Señales verticales

**Cuadro 60:** Señales verticales (Preventivas, Reglamentarias, informativas, postes kilométricos), usados en el diseño del proyecto.

Ítem	Descripción	Código	Ubicación	Sentido	Mensaje
01	Señal informativa	PI-01	Km 0+000	Derecha	Las Pajillas
02	Velocidad máxima permitida 30 km/h	R-30	Km 0+020	Derecha	Velocidad máxima
03	Curva a la izquierda	P-2B	Km 0+070	Derecha	
04	Curva a la derecha	P-2A	Km 0+130	Izquierda	
05	Curva a la izquierda	P-2B	Km 0+180	Derecha	
06	Curva a la derecha	P-2A	Km 0+230	Izquierda	
07	Curva a la derecha	P-2A	Km 0+260	Derecha	
08	Curva a la izquierda	P-2B	Km 0+340	Izquierda	
09	Curva y contra – curva a la derecha	P-4A	Km 0+360	Derecha	
10	Prohibido adelantar	R-16	Km 0+470	Derecha	No adelantar
11	Curva y contra – curva a la izquierda	P-4B	Km 0+640	Izquierda	

<b>12</b>	Curva en “u” a la izquierda	P-5-2B	Km 0+700	Derecha	
<b>13</b>	Curva en “u” a la derecha	P-5-2A	Km 0+800	Izquierda	
<b>14</b>	Curva a la derecha	P-2A	Km 0+860	Derecha	
<b>15</b>	Curva a la izquierda	P-2B	Km 0+910	Izquierda	
<b>16</b>	Curva pronunciada a la derecha	P1-A	Km 1+000	Derecha	
<b>17</b>	Postes de kilometraje	I-2A	Km 1+000	Izquierda	
<b>18</b>	Curva pronunciada a la izquierda	P1-B	Km 1+110	Izquierda	
<b>19</b>	Velocidad máxima permitida 30 km/h	R-30	Km 1+220	Izquierda	Velocidad máxima
<b>20</b>	Prohibido adelantar	R-16	Km 1+260	Izquierda	No adelantar
<b>21</b>	Curva y contra – curva a la izquierda	P-4B	Km 1+270	Derecha	
<b>22</b>	Curva y contra – curva a la izquierda	P-4B	Km 1+510	Izquierda	
<b>23</b>	Curva a la izquierda	P-2B	Km 1+590	Derecha	
<b>24</b>	Curva a la derecha	P-2A	Km 1+690	Izquierda	
<b>25</b>	Curva en “u” a la derecha	P-5-2A	Km 1+780	Derecha	
<b>26</b>	Curva en “u” a la izquierda	P-5-2B	Km 1+960	Izquierda	

<b>27</b>	Curva a la izquierda	P-2B	Km 1+990	Derecha	
<b>28</b>	Postes de kilometraje	I-2A	Km 2+000	Derecha	
<b>29</b>	Curva a la derecha	P-2A	Km 2+070	Izquierda	
<b>30</b>	Velocidad máxima permitida 30 km/h	R-30	Km 2+100	Derecha	Velocidad máxima
<b>31</b>	Curva a la izquierda	P-2B	Km 2+120	Derecha	
<b>32</b>	Curva a la derecha	P-2A	Km 2+200	Izquierda	
<b>33</b>	Curva a la izquierda	P-2B	Km 2+240	Derecha	
<b>34</b>	Curva a la derecha	P-2A	Km 2+330	Izquierda	
<b>35</b>	Prohibido adelantar	R-16	Km 2+330	Derecha	No adelantar
<b>36</b>	Curva en “u” a la izquierda	P-5-2B	Km 2+360	Derecha	
<b>37</b>	Curva en “u” a la derecha	P-5-2A	Km 2+510	Izquierda	
<b>38</b>	Curva en “u” a la derecha	P-5-2A	Km 2+510	Derecha	
<b>39</b>	Curva en “u” a la izquierda	P-5-2B	Km 2+650	Izquierda	
<b>40</b>	Curva en “u” a la izquierda	P-5-2B	Km 2+660	Derecha	
<b>41</b>	Curva en “u” a la derecha	P-5-2A	Km 2+790	Izquierda	
<b>42</b>	Curva en “u” a la derecha	P-5-2A	Km 2+790	Derecha	
<b>43</b>	Curva en “u” a la izquierda	P-5-2B	Km 2+840	Izquierda	

<b>44</b>	Curva en “u” a la izquierda	P-5-2B	Km 2+940	Derecha	
<b>45</b>	Postes de kilometraje	I-2A	Km 3+000	Izquierda	
<b>46</b>	Curva en “u” a la derecha	P-5-2A	Km 3+060	Izquierda	
<b>47</b>	Curva en “u” a la derecha	P-5-2A	Km 3+070	Derecha	
<b>48</b>	Curva en “u” a la izquierda	P-5-2B	Km 3+190	Izquierda	
<b>49</b>	Curva en “u” a la izquierda	P-5-2B	Km 3+230	Derecha	
<b>50</b>	Curva en “u” a la derecha	P-5-2A	Km 3+360	Izquierda	
<b>51</b>	Curva en “u” a la derecha	P-5-2A	Km 3+370	Derecha	
<b>52</b>	Curva en “u” a la izquierda	P-5-2B	Km 3+500	Izquierda	
<b>53</b>	Curva a la derecha	P-2A	Km 3+510	Derecha	
<b>54</b>	Curva a la izquierda	P-2B	Km 3+590	Izquierda	
<b>55</b>	Curva en “u” a la izquierda	P-5-2B	Km 3+600	Derecha	
<b>56</b>	Curva en “u” a la derecha	P-5-2A	Km 3+730	Izquierda	
<b>57</b>	Curva en “u” a la derecha	P-5-2A	Km 3+770	Derecha	
<b>58</b>	Curva en “u” a la izquierda	P-5-2B	Km 3+900	Izquierda	
<b>59</b>	Prohibido adelantar	R-16	Km 3+940	Izquierda	No adelantar
<b>60</b>	Curva a la izquierda	P-2B	Km 3+950	Derecha	

<b>61</b>	Postes de kilometraje	I-2A	Km 4+000	Derecha	
<b>62</b>	Curva a la derecha	P-2A	Km 4+070	Izquierda	
<b>63</b>	Velocidad máxima permitida 30 km/h	R-30	Km 4+140	Izquierda	Velocidad máxima
<b>64</b>	Curva a la derecha	P-2A	Km 4+190	Derecha	
<b>65</b>	Curva a la izquierda	P-2B	Km 4+260	Izquierda	
<b>66</b>	Curva y contra – curva a la derecha	P-4A	Km 4+320	Derecha	
<b>67</b>	Velocidad máxima permitida 30 km/h	R-30	Km 4+570	Derecha	Velocidad máxima
<b>68</b>	Prohibido adelantar	R-16	Km 4+670	Derecha	No adelantar
<b>69</b>	Curva y contra – curva a la izquierda	P-4B	Km 4+680	Izquierda	
<b>70</b>	Curva a la derecha	P-2A	Km 4+740	Derecha	
<b>71</b>	Curva a la izquierda	P-2B	Km 4+890	Izquierda	
<b>72</b>	Prohibido adelantar	R-16	Km 4+900	Izquierda	No adelantar
<b>73</b>	Curva en “u” a la izquierda	P-5-2B	Km 4+940	Derecha	
<b>74</b>	Postes de kilometraje	I-2A	Km 5+000	Izquierda	
<b>75</b>	Curva en “u” a la derecha	P-5-2A	Km 5+080	Izquierda	

<b>76</b>	Curva a la derecha	P-2A	Km 5+090	Derecha	
<b>77</b>	Curva a la izquierda	P-2B	Km 5+180	Izquierda	
<b>78</b>	Velocidad máxima permitida 30 km/h	R-30	Km 5+280	Izquierda	Velocidad máxima
<b>79</b>	Señal informativa	PI-02	Km 5+300	Derecha	Kaunape

### Señales horizontales

En la siguiente tabla se describe las señales horizontales a usar:

**Cuadro 61:** Señales horizontales

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
Línea de borde de calzada o superficie de rodadura	Separación con línea blanca entre carril y berma
Línea central	Línea de color amarillo en el eje de vía
Líneas de cruce peatonal	Las líneas paralelas de color blanco y de 0.30 m. a 0.50 m. de ancho cada una.

## 3.5 Estudio de impacto ambiental

### 3.5.1 Generalidades

El estudio de impacto ambiental del “Diseño para el mejoramiento de la carretera vecinal tramo: Las Pajillas – Kaunape, distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco – La Libertad” se realizó con el fin de identificar, predecir, interpretar y mitigar los impactos ambientales perjudiciales y/o resaltar los beneficios, que ocurrirán antes, durante y después de la construcción de la carretera antes mencionada.

El presente informe de evaluación ambiental, fue elaborado conforme a los “lineamientos para la elaboración de los términos de referencia de los estudios de impacto ambiental para proyectos de infraestructura vial”, emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través de la Dirección General de Asuntos Socio Ambientales, y demás normas

### **3.5.2 Objetivos**

#### **Objetivo general**

Identificar de los impactos ambientales que se genera sobre su entorno físico, biológico, social, económico y cultural, que puedan generar las diversas obras de construcción del “Diseño para el mejoramiento de la carretera vecinal tramo: Las Pajillas – Kaunape, distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco – La Libertad”, y establecer las medidas ambientales que permitan mitigar los impactos negativos causados sobre dicho entorno de la ejecución del proyecto.

#### **Objetivos específicos**

- Identificar las leyes y normas vigentes que rigen el estudio de impacto ambiental.
- Diagnosticar la situación actual de los principales componentes como el ambiente físico, biótico y socioeconómico y cultural de la zona de influencia del proyecto.
- Identificar y evaluar los impactos, directos e indirectos, positivos o negativos, producidos por las obras del proyecto antes, durante y después de la ejecución del proyecto.
- Elaborar un Plan de Manejo Ambiental para que tiendan a prevenir, mitigar, controlar y compensar los posibles impactos.

### **3.5.3 Legislación y normas que enmarca el estudio de impacto ambiental (EIA)**

#### **3.5.3.1 Constitución política del Perú**

Señala como parte fundamental en el artículo 2º (numeral 22) que, entre los derechos esenciales de la persona humana, el de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida.

Desde el artículo 66° al 69° señala que, los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación, lo que promueve el uso adecuado y sostenible de estos.

Además, también en su artículo 89°, establece que las comunidades campesinas tienen existencia legal y son personas jurídicas autónomas en su organización y en el uso y disposición de sus tierras.

### **3.5.3.2 Código del medio ambiente y de los recursos naturales (D.L. N° 613)**

En el capítulo I nos señala que la política ambiental tiene como objetivo la protección y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales a fin de garantizar las necesidades de las generaciones futuras.

Capítulo III señala que todo proyecto de obra o actividad, que pueda generar daños negativos al ambiente, es necesario realizar de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) sujeto a la aprobación de la autoridad competente.

Capítulo IV señala que como medidas de seguridad se debe tener cuidado en la descarga de sustancias contaminantes que provoquen daños o alteren la calidad del ambiente, para lo que se adoptan las medidas precauciones para la depuración.

### **3.5.3.3 Ley para el crecimiento de la inversión privada (D.L. N° 757)**

Señala que el Estado impulsa a tener un desarrollo equilibrado entre lo socioeconómico, el uso sostenible de los recursos naturales y la conservación del medio ambiente, para lo cual establece normas claras de protección de medio ambiente garantizando la debida seguridad jurídica a los inversionistas.

## **3.5.4 Características del proyecto**

El proyecto se ubica entre los caseríos de Las Pajillas y Kaunape, distrito de Quiruvilca, Provincia de Santiago de Chuco, Departamento de la Libertad. Se compone por terrenos de orografía en su mayoría accidentada y algunas partes onduladas.

La carretera a construirse es una de tercera clase que tiene los siguientes parámetros: velocidad directriz de 30 km/h, ancho de calzada de 6m, radios

mínimos de 20m, pendiente máxima de 10%, Las bermas de 0.50m a cada lado de la vía, bombeo de 2.5% en calzada y 4% en bermas. El derecho de vía considerado es de 16m. También, se realizará cunetas de 0.3m de alto y 0.75m de ancho en la parte superior y alcantarillas de paso y alivio.

### **3.5.5 Infraestructuras de servicio**

#### **Servicio de agua potable**

Los pobladores de los caseríos de Las pajillas y Kaunape cuentan con agua potable a través de piletas y grifos, actualmente en malas condiciones, cuya agua proviene de una captación muy antigua.

#### **Servicio de alcantarillado**

Las viviendas de los caseríos de Las pajillas y Kaunape cuentan con letrinas sanitarias.

#### **Servicio de energía eléctrica**

Las viviendas de los caseríos de Las pajillas y Kaunape cuentan con energía eléctrica a través de red pública.

#### **Salud**

El caserío de las pajillas cuenta con un puesto de salud, la cual posee personal que brinda solo atención técnica en enfermería, para casos más complejo se tendrían que trasladar hacia la provincia de Santiago de Chuco.

#### **Educación**

Ambos caseríos (Las pajillas y Kaunape) cuentan con instituciones educativas para la enseñanza de nivel primario y secundario, para el nivel universitario la población de estos distritos acude a la capital provincial o departamental.

#### **Vivienda**

Las viviendas en los caseríos del área de influencia del proyecto en su mayoría están construidas de adobe y tapial, con techos de teja y calamina.

### **3.5.6 Diagnóstico ambiental**

#### **3.5.6.1 Medio físico**

##### **Clima**

El área donde se ubica el proyecto posee una temperatura promedio anual entre 5°C a 19°C, las cuales varían en el día y la noche. Las lluvias se producen por estaciones, siendo torrenciales entre los meses de diciembre y abril, de forma irregular durante los meses de mayo a agosto.

##### **Suelos**

Los tipos de suelos que componen la carretera según el estudio de suelos se clasifican según SUCS en: arena arcillosa con grava, arcilla ligera arenosa y arena arcillosa.

##### **Hidrología**

Los datos hidrológicos para determinar las intensidades de las precipitaciones de la zona de estudio se obtuvieron de la estación pluviométrica de Cachicadan, cuyos datos permite el diseño de las diferentes obras de arte de la carretera.

#### **3.5.6.2 Medio biótico**

##### **Flora**

La zona del proyecto presenta gran variedad de flora, donde destacan principalmente el eucalipto y aliso, entre otros árboles. También, presenta gran variedad de sembríos como: maíz, trigo papa y demás cultivos que se producen en los caseríos de las pajillas y Kaunape.

##### **Fauna**

La fauna representativa del lugar son principalmente el ganado vacuno, ovino, equino, porcino y animales de corral que domestican los pobladores de los caseríos.

#### **3.5.6.3 Medio socioeconómico y cultural**

##### **Población**

Según Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el censo nacional del 2007 la población en el distrito de Quiruvilca es de 14060

habitantes, donde el caserío de Las Pajillas tiene 336 habitantes y el caserío de Kaunape 226 habitantes.

### **Aspectos económicos**

#### **Agricultura**

Los caseríos de Las pajillas y Kaunape en la agricultura producen en su mayoría lo que es la papa y el maíz, principales fuentes de ingreso. Pero también producen trigo, cebada, olluco, ocas, entre otros pero que no son muy comercializadas mayormente son para su consumo de ellos.

#### **Ganadería**

La población de estos distritos se dedica a la crianza de ganado vacuno, ovino, equino y animales menores, donde su mayor fuente de ingreso es la venta de ganado vacuno y ovino.

#### **Comercio**

Las actividades de los pobladores de estos caseríos son netamente agropecuarias y ganaderas.

### **3.5.7 Área de influencia del proyecto**

#### **3.5.7.1 Área de influencia directa**

Comprende el área de lugar de construcción del proyecto que son los caseríos de Las Pajillas y Kaunape, dentro de lo cual tenemos propiedades de los pobladores, aguas existentes que conectan con la vía, área de botaderos de material excedente y área del material de préstamo este caso canteras.

#### **3.5.7.2 Área de influencia indirecta**

Abarca el distrito de Quiruvilca involucrando: centros poblados, caseríos y anexos, los cuales se verán beneficiados con el mejoramiento de la carretera reduciendo los costos de transporte y optimizando los tiempos de viajes y finalmente mejorar la calidad de vida de los pobladores.

### 3.5.8 Evaluación de impacto ambiental en el proyecto

#### 3.5.8.1 Matriz de impactos ambientales

Esta matriz se compone por una doble entrada en la parte superior, se colocan las acciones de las actividades del proyecto y en la fila lateral los factores ambientales que van a general algún nivel de impacto debido a la ejecución de la vía en la zona de estudio ante cada actividad realizada.

Para determinar el nivel del impacto ambiental se cruza la fila y columna obteniendo un valor numérico ya sea negativo a positivo.

#### 3.5.8.2 Magnitud de los impactos

Las magnitudes de los impactos se midieron mediante valores numéricos que se clasifican según el nivel de impacto, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 62:** Niveles de impacto ambiental

NIVELES DE IMPACTOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Impacto débil	-1
Impacto moderado	-2
Impacto fuerte	-3

#### 3.5.8.3 Matriz causa – efecto de impacto ambiental

La matriz causa – efecto o también conocida como matriz de Leopold, sirve para determinar la relación entre el impacto y la importancia de las actividades que se realizara en el proyecto, para lo cual se realizó dos matrices tanto para la etapa de ejecución y operación.

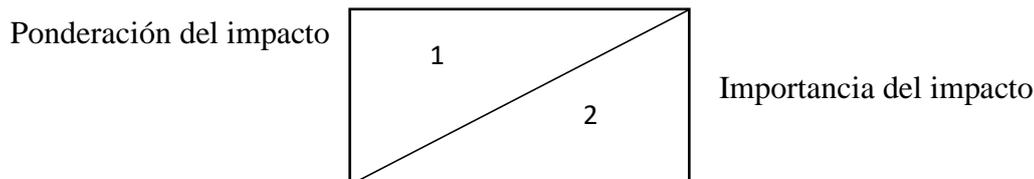
**Cuadro 63:** Matriz de efecto de impacto ambiental

Componentes	Acciones importantes  Factores importantes		ACCIONES DEL PROYECTO							
			Abastecimiento de agua	Campamentos	Exploración de cantera	Maquinas	Planta chancadora	Planta de asfalto	Colocación de carpeta asfáltica	Excedente de obra
Físico	Atmósfera	Aire	/	/	-1 2	-1 1	-1 1	-1 2	-1 1	-1 2
		Ruido	/	-1 1	-2 2	-2 3	-2 2	-1 1	/	/
	Hidrología	Cantidad	-1 2	/	/	-1 1	/	-1 2	/	/
	Paisaje	Calidad	/	-1 2	-1 2	/	-1 1	-1 1	/	-2 2
	Suelo	Compactación	/	-1 1	/	-1 1	/	-1 1	/	/
		Calidad	/	/	/	/	/	-2 2	-1 1	/
Biológico	Flora	Cobertura	-2 2	/	/	/	/	/	-1 1	-1 2
	Fauna	Desplazamiento	/	/	/	/	/	/	/	/
Socio económico	Población	Salud	/	/	-1 3	-1 3	-1 3	-1 2	-1 1	-1 2
	Economía	Empleo	/	/	/	/	/	/	/	/
		Agricultura	/	/	/	/	/	/	/	/
		Industrial	/	/	/	/	/	/	/	/
		Transporte	/	1 1	/	/	/	/	/	/
		Turismo	/	/	/	/	/	/	/	/
		Comercio	/	/	/	/	/	/	/	/

Componentes	Acciones importantes		ACCIONES DEL PROYECTO			
	Factores importantes		Incremento de las personas en los alrededores de la vía	Mayor tránsito vehicular	Influencia en el desarrollo	Conservación periódica de la carretera
Físico	Atmósfera	Aire	/	-2 2	/	/
		Ruido	/	-1 1	/	/
	Hidrología	Cantidad	/	-1 1	/	/
	Paisaje	Calidad	-1 2	/	/	/
	Suelo	Compactación	/	/	/	/
		Calidad	/	/	/	/
Biológico	Flora	Cobertura	/	/	/	/
	Fauna	Desplazamiento	-1 1	/	/	/
Socio económico	Población	Salud	/	/	3 3	2 2
	Economía	Empleo	2 2	2 2	1 1	1 1
		Agricultura	/	2 2	/	/
		Industrial	/	/	2 2	1 2
		Transporte	1 1	2 2	/	2 2
		Turismo	2 2	/	/	1 1
		Comercio	2 2	3 3	/	1 1

Ponderación de impactos		Valoración del impacto		Importancia del impacto	
Impacto débil	1			Importancia baja	1
Impacto moderado	2	Impacto positivo	+	Importancia media	2
Impacto fuerte	3	Impacto negativo	-	Importancia alta	3

Leyenda:



### 3.5.9 Descripción de los impactos ambientales

En esta parte del estudio se presenta la descripción de los principales impactos ambientales potenciales del proyecto durante sus etapas de ejecución y operación.

#### 3.5.9.1 Impactos ambientales negativos

- **Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado, gases y ruido:** La calidad del aire se verá afectada por la emisión de material particulado, principalmente por los movimientos de tierra durante las actividades de limpieza y desbroce, explotación de canteras; así como durante el transporte de material de las canteras hacia los depósitos de material excedente y la disposición del mismo.
- **Contaminación del suelo:** La posibilidad de alteración de la calidad del suelo está referida principalmente a los derrames de combustible, grasa, aceite y otros que puedan ocurrir en las áreas donde opere la maquinaria.
- **Alteración de la calidad del paisaje local:** Este impacto está referido básicamente al área donde se colocará la disposición de material excedente, y por la explotación de material de cantera que suelen ser más vistosas.
- **Riesgo de accidentes y afecciones respiratorias:** Este riesgo se da mayormente en el personal de obra, pero también existe la probabilidad, aunque menor, que también se de en los pobladores por las actividades de movimientos de tierras.
- **Alteración de la transitabilidad vial:** Durante la etapa de construcción se cerrará temporalmente el tránsito de la vía, por lo que los pobladores deberán buscar otras alternativas que posiblemente afecte el tiempo de recorrido empleado.

### **3.5.9.2 Impactos ambientales positivos**

- **Generación de empleo:** En la etapa de construcción este impacto está referido a la demanda de mano de obra no calificada, es decir peones y ayudantes de obra; y en la etapa de operación permitirá dinamizar las actividades económicas productivas por lo que este impacto contribuirá al incremento de ingresos de los pobladores de la zona.
- **Dinamización de la economía local:** El incremento en la demanda de bienes y servicios, asociado a las necesidades de abastecimiento durante el proceso construcción del mejoramiento de la carretera proyectada, permitirá un aumento en la dinámica comercial local; siendo particularmente perceptible en los caseríos de las pajillas y Kaunape.
- **Mejora en el acceso a los servicios sociales:** Implicará un mejor acceso de los pobladores a los servicios educativos, de salud y de transporte; este acceso también beneficiará al personal docente que tiene que movilizarse hacia las respectivas instituciones educativas de los caseríos de las pajillas y Kaunape.

### **3.5.10 Mejora de la calidad de vida**

#### **3.5.10.1 Mejora de la transitabilidad vehicular**

El funcionamiento de la carretera permitirá mejorar la transitabilidad en los caseríos de las pajillas y Kaunape, favoreciendo su conexión hacia los distritos y provincias cercanas, permitiendo la mejora en el intercambio comercial.

#### **3.5.10.2 Reducción de costos de transporte**

al realizarse el mejoramiento de la carretera, los gastos de operatividad de los vehículos se verán disminuidos, por lo que, de igual forma los costos de transportes también disminuirían.

### **3.5.10.3 Aumento del precio del terreno**

La construcción de la carretera implicará un mejor acceso a los caseríos comprendidos en el área de influencia directa, por ende, los valores de los predios de los mismos subirán en su cotización.

## **3.5.11 Impactos naturales adversos**

### **3.5.11.1 Sismos**

La posibilidad de que ocurra un sismo es latente en todo el país, pero en la zona del proyecto no se han registrado antecedentes de sismos de gran intensidad, de presentarse el caso se debe instruir a los empleados sobre las medidas a tomar, señalando inicialmente una zona segura cercana y de fácil acceso ante este tipo de eventos, la cual debe contar con señalización de rutas de evacuación.

### **3.5.11.2 Deslizamientos**

Al ser un terreno accidentado y las precipitaciones inestables, que por periodos estas pueden ser de gran intensidad, se debe instruir a los trabajadores a identificar las zonas vulnerables a deslizamientos que, en muchos casos se presentan en taludes de corte de mayor altura, una vez identificadas estas zonas se procederán a señalarlas con cintas reflectoras.

## **3.5.12 Plan de manejo ambiental**

El Plan de Manejo Ambiental, constituye un instrumento básico de la gestión ambiental que deberá cumplirse durante el desarrollo de la construcción del mejoramiento de la carretera vecinal tramo: Las Pajillas – Kaunape evitándose de esta forma alteraciones ambientales en el ámbito del Proyecto. Por lo cual, en este Plan se establecen las especificaciones, medidas y programas que permiten controlar el impacto ambiental que puedan producir las actividades del proyecto durante la etapa de Construcción.

### **3.5.13 Medidas de mitigación**

#### **3.5.13.1 Aumento de niveles de emisión de partículas**

Las medidas a tomar para evitar o disminuir la emisión de partículas al aire durante la fase de ejecución de las obras, son las que se mencionan a continuación:

- Riego con agua en todas las superficies a usarse como: zonas de disposición de material excedente, rutas de acceso en la obra y el mismo tramo, con el fin de mantener húmedas estas superficies y así evitar la producción de partículas. Estos riegos se realizarán con un camión cisterna de preferencia todos los días. Asimismo, se deberá dotar con equipos de protección personal a los trabajadores principalmente mascarillas.
- Para el transporte de materiales de corte hacia las zonas de disposición de materiales excedentes, deberá humedecerse dichos materiales y si es posible cubrirlos con un toldo húmedo.
- Regar el terreno a excavar para evitar la formación de partículas suspendidas, principalmente en todos en aquellos tramos cercanos a centros poblados y caseríos

#### **3.5.13.2 Incremento de niveles sonoros**

Para la mitigación de este impacto se realizará las siguientes medidas:

- Todos los vehículos tendrán prohibido el uso de las sirenas u otro tipo de fuente de ruido, y así evitar el aumento de los niveles de ruido durante la construcción del proyecto. El uso de la sirena estará permitido solo en casos de emergencia.
- Las maquinarias y vehículos deben estar dotadas con sistemas de silenciadores, de esta manera disminuir los ruidos fuertes o molestos, sobre todo cuando las maquinarias y vehículos pasen cerca de los caseríos. El constante mantenimiento también ayudara a disminuir este impacto.
- Los trabajadores deberán contar con equipos de seguridad adecuados, para este caso específico tapones para los oídos.

### **3.5.13.3 Alteración de la calidad del suelo por motivos de tierras, usos de espacios e incrementos de la población**

Para la mitigación de este impacto se realizará las siguientes medidas:

- Los aceites y lubricantes usados, así como los residuos de limpieza, mantenimiento y desmantelamiento de talleres deberán ser almacenados en recipientes herméticos adecuados, para después trasladarlo al relleno sanitario más cercano; pues las localidades cercanas no cuentan con rellenos sanitarios.
- Para las áreas donde realizarán actividades de lavado de maquinarias se deberán instalar sistemas de trampas de grasas.
- El proceso de mantenimientos de las máquinas y equipos de construcción se realizarán periódicamente, con el fin de prevenir cualquier tipo de derrames de combustibles y lubricantes durante sus labores de trabajo en obra.
- Se colocarán instalaciones y equipos adecuados para el manejo y colocación final de los efluentes líquidos que sean generados durante el trayecto de las actividades del Proyecto, para evitar la contaminación del suelo y agua.
- Se evitarán dejar residuo alguno en las instalaciones temporales, o en toda área de trabajo.

### **3.5.13.4 Alteración directa de la vegetación**

Para la mitigación de este impacto se realizará las siguientes medidas:

- No se debe hacer limpieza del terreno mediante el uso del fuego.
- Todo material orgánico que se genere de las actividades de desbroce y limpieza, será extraído y colocado en un lugar adecuado, para luego ser usado en la restauración del área abierta que se genere luego de haber concluido la restauración.
- Las áreas de superficie alteradas durante las actividades de construcción, será rehabilitada tratando de regresarlo a su capacidad inicial, revegetándolas con plantas nativas.

### **3.5.13.5 Alteración de la fauna**

Para la mitigación de este impacto se realizará las siguientes medidas:

- Delimitar la zona de trabajo, con el fin de evitar que la maquinaria realice operaciones fuera de dicha zona o área de trabajo.
- Se prohibirá terminantemente que personal sin autorización use armas de fuego en el área de trabajo.
- Cuando se realicen las excavaciones para la realización de las obras, se tendrán que
- Se deberán colocar defensas para evitar la caída de personas y de animales existentes dentro del área de trabajo.

### **3.5.13.6 Riesgos de afectación a la salud pública**

Para la mitigación de este impacto se realizará las siguientes medidas:

- Se implementarán equipos de primeros auxilios, puesto de atención de salud básica y si es posible una ambulancia. En casos de emergencia se solicitará ayuda al centro de salud de la provincia de Santiago de Chuco que es la más cercana al lugar de construcción de la carretera y comisaria de Cachicadan o Santiago de Chuco.
- Durante la etapa de construcción se implementarán afiches alusivos a costumbres higiénicas (lavado de manos, disposición de desechos, uso de letrinas, etc.) en los campamentos y en lugares visibles.
- Para evitar que se puedan producir enfermedades tales como venéreas y gastrointestinales en el campamento, se deberán realizar controles sanitarios de la calidad del agua potable, medidas normales de higiene y calidad de los alimentos.
- Se reforzarán medidas preventivas de salud en los pobladores del área de trabajo.

### **3.5.13.7 Mano de obra**

Para la mitigación de este impacto se realizará las siguientes medidas:

- Se deberá hacer cumplir a los trabajadores las normas sobre salud ocupacional, prevención de accidentes y seguridad industrial dispuestas por el Ministerio de Trabajo.

- Todo el personal de la obra estará implementado con sus respectivos elementos para la protección personal durante el trabajo, tales como: casco, uniforme, guantes, botas, gafas, protección auditiva, entre otros.
- Solo se darán equipos, herramientas y equipos a personal autorizado y calificado, además estos deben estar implementados para cada tipo de trabajo. Las revisiones y mantenimientos se realizarán periódicamente para posterior reparación o reposición en caso fuese necesario.
- En caso que haya poca iluminación y se desee continuar con las actividades, se deberá proveer suficiente iluminación artificial en todas las áreas de trabajo, además este tipo de iluminación no debe limitar el área visual del trabajador ni producir pérdidas de iluminación o deslumbramiento.
- Todo el personal de la obra será capacitado para tener suficiente conocimiento sobre los riesgos de cada oficio que va a desempeñar durante la ejecución de la obra, de tal manera que este pueda utilizar el material disponible y auxiliar en forma oportuna y acertada a cualquier accidentado. Además, se le debe asignar los frentes de trabajo, bodegas, talleres, casetas y demás instalaciones temporales, de camillas, botiquines y demás implementos para las prestaciones de primeros auxilios.

#### **3.5.14 Plan de manejo de residuos solidos**

Se deberá disponer adecuadamente los residuos sólidos provenientes patio de máquinas, del campamento y frentes de trabajo, para evitar dañar el paisaje, la contaminación del aire, agua y evitar el riesgo de propagación de enfermedades. Todo residuo solido se clasificará por tipo de material y naturaleza, sea reciclable o no. Para la colocación del material reciclable se recomienda la implementación de un programa de reciclaje. Finalmente, la colocación del material no reciclable se hará en el relleno sanitario de la localidad donde se ubica el campamento.

### 3.5.15 Plan de contingencias

Este plan de Contingencias contiene las actividades o acciones que deberán ponerse en marcha, con el fin de recurrir a ellas en el caso de presentarse contingencias que sean difíciles de controlar con medidas de mitigación simples. Mayormente este tipo de contingencias que se producen son de tipo accidentes laborales.

Para cada tipo de contingencias que puedan presentarse durante la Construcción de la carretera, se realizarían procedimientos particulares según lo que se muestra a continuación:

**a. Contingencias accidentales:** Se originan a partir de accidentes ocurridos en las áreas de trabajo y que requieren de atención médica y de organismos de rescate y socorro. Se consideran entre ellas los incendios, las explosiones imprevistas y accidentes de trabajo (electrocución, caídas, ahogamiento, etc.). El manejo de esta contingencia se detalla a continuación:

- Se procederá a comunicar al ingeniero encargado del área de trabajo afectado, y este como acto siguiente informará a la caseta de control u oficina, donde se deberá mantener comunicación con todas las partes participantes del proyecto.
- Luego, según el nivel o magnitud del caso, se iniciará con la comunicación al centro hospitalario de la provincia de Santiago de Chuco el cual está más cercano.

**b. Contingencias técnicas:** Estas contingencias son originadas por procesos constructivos que requieren de asistencia técnica para su problema de construcción o diseño. Las no atenciones de estas pueden ocasionar atrasos y sobrecostos para el proyecto. Una vez conocido el problema, el personal técnico encargado ejecutará inmediatamente una de las siguientes acciones:

- Si el problema fuese solucionado por el supervisor técnico, se procederá a llamar al jefe zonal y se describirá la solución del problema.

- Si el problema no puede ser resuelto por el supervisor técnico, se reportará el caso a la Dirección del Proyecto que, a su vez, hará conocer inmediatamente al encargado del diseño, éste procederá a estudiar la solución, la comunicará al supervisor y éste al Contratista.
- c. **Contingencias humanas:** Es considerado como contingencia humana, toda contingencia relacionada con: el deterioro en salubridad, el deterioro en el medio ambiente, las huelgas de trabajadores y los paros cívicos. estas contingencias se darán solución como se indica a continuación:
- En ocasiones, que se presenten problemas de salubridad como intoxicaciones o epidemias en los trabajadores, se deberá comunicar al encargado de la supervisión técnica, describiendo las posibles causas del problema y las consecuencias de no ser tratada en el normal desarrollo de la obra.
  - En los casos de darse problemas paros o huelgas perjudiquen el normal desarrollo de la obra, deberá darse aviso inmediato a la supervisión técnica y al propietario del proyecto las causas del inicio del problema. Para estos casos el Jefe Zonal es el que asumirá las responsabilidades por los retrasos y los sobrecostos originados por tal situación.

### **3.5.16 Plan de abandono**

En este plan se consideran todas las acciones que se llevaran a cabo tras finalizar las obras del mejoramiento de la carretera.

Lo que busca este plan es restablecer como mínimo, las áreas usadas temporalmente para la construcción de la carretera, a condiciones normales; para lo cual se debe realizar los siguientes puntos:

- **En el campamento:** Finalizada la etapa de construcción de la carretera, se comenzará por retirar todas las instalaciones utilizadas, limpiar el área usada y colocar los residuos en las zonas de disposición de materiales excedentes más cercano, y luego nivelar.

Posteriormente, si fuese posible se habría que revegetar el terreno con especies propias del lugar, con el fin de que el paisaje original no se vea modificado.

- **En el Patio de Maquinarias y Equipos:** Culminada la construcción de la carretera, el espacio que se ocupó con instalaciones para realizar los trabajos de mantenimiento y reparación de maquinarias serán retiradas. Los residuos desechados, así como también las partes o restos de paredes y pisos se deberá colocar en las zonas de disposición de materiales excedentes más cercanas.

El suelo contaminado por aceite, petróleo y grasas debe ser extraído a una profundidad de 10 cm. por debajo del nivel más bajo de la contaminación, realizarle tratamiento para luego trasladarlo a la zona de colocación de materiales excedentes.

- **En los Depósitos de Material Excedente:** al terminar el uso de estos depósitos se procederá a recomponer las áreas modificadas, comenzando por perfilar el terreno manteniendo una pendiente suave, para ello se colocará una capa de suelo que se haya separado durante la etapa de instalación. Sobre esta capa de suelo se deberá colocar otra capa de relleno, con el fin de evitar la erosión hacia el interior del depósito.

### **3.5.17 Conclusiones y recomendaciones**

#### **3.5.17.1 Conclusiones**

- Los impactos ambientales potenciales positivos, tienen magnitudes moderadas a altas, se producirán básicamente en la etapa de funcionamiento de la carretera proyectada, siendo el medio socioeconómico el más beneficiado, que se dará a través de sus componentes de tránsito vial, servicios, socio-culturales y comercio.
- Los impactos potenciales negativos, se presentan en su mayoría en las etapas de la construcción de la obra, afectando al aire, suelo, paisaje y salud, que serían ocasionados por el funcionamiento del campamento, las operaciones de explotación de canteras, disposición de material excedente y patio de máquinas. Siendo impactos de magnitud leve o moderada, pero con la aplicación de medidas

correctas de mitigación y corrección estos impactos se reducirían a un nivel de impacto mínimo.

- Finalmente se concluye que el mejoramiento de la carretera vecinal tramo: Las Pajillas – Kaunape, Distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco – La Libertad, resulta ser ambientalmente viable, siempre que se cumplan las especificaciones técnicas y los diseños contenidos en el presente estudio, así como, las prescripciones ambientales descritas en el Plan de Manejo Ambiental.

### 3.5.17.2 Recomendaciones

- Para el correcto manejo de la disposición de los residuos sólidos producidos durante la ejecución del proyecto, se deberá contemplar la construcción de un relleno sanitario.
- Es importante, al final de las operaciones en el proyecto se proceda con la reforestación de áreas que se vean afectadas, principalmente donde se ubican los campamentos, se recomienda usar plantas nativas de la zona.

## 3.6 Especificaciones técnicas (ver anexos)

## 3.7 Análisis de costos y presupuesto

### 3.7.1 Resumen de metrados

RESUMEN DE METRADOS			
PROYECTO		DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO: LAS PAJILLAS-KAUNAPE, DISTRITO DE QUIRUVILCA, SANTIAGO DE CHUCO-LA LIBERTAD	
			Fecha Diciembre 2018
METRADOS			
Ítem	Descripción	Und.	Metrado
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
01.01	CARTEL DE OBRA 2.40 x 3.60 - GIGANTOGRAFIA	und	1.00
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00
01.03	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	5.30
01.04	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00
01.05	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	glb	1.00
02	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>		
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	4.10

02.02	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO	m3	127348.65
02.03	PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE EN ZONAS DE CORTE	m2	25860.15
02.04	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	25,785.35
02.05	CONFORMACION Y ACOMODO DE DME	m3	78,611.03
03	<b>PAVIMENTOS</b>		
03.01	SUB-BASE GRANULAR	m3	4,007.23
03.02	BASE ESTABILIZADA	m3	11,198.63
03.03	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	41,049.66
03.04	MICROPAVIMENTO	m2	40,850.91
04	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>		
04.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	1,147.18
04.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	636.39
04.03	ALCANTARILLA T.M.C D=39"	m	127.50
04.04	ALCANTARILLA MULTIPALTE 20C D=1.50m	m	7.50
04.05	ALCANTARILLA MULTIPLATE 26C D=1.97 m	m	22.50
04.06	CABEZALES DE ALCANTARILLAS DE ALIVIO	und	17.00
04.07	CABEZALES DE ALCANTARILLAS MULTIPLATE	und	4.00
04.08	REVESTIMIENTO DE CAUSES DE ALCANTARILLA	m2	48.62
04.09	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO	m	6,425.00
05	<b>TRANSPORTE</b>		
05.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIAS ENTRE 120M Y 1000M	m3k	15,205.86
05.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES MAYORES A 1000M	m3k	362,952.12
05.03	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120M Y 1000M	m3k	38,420.61
05.04	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES MAYORES A 1000M	m3k	4,025.45
06	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>		
06.01	SEÑALES PREVENTIVAS	und	60.00
06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	12.00
06.03	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2.00
06.04	POSTE DE KILOMETRAJE	und	5.00
06.05	MARCAS EN EL MICROPAVIMENTO	m2	1,485.82
07	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>		
07.01	RECUPERACION AMBIENTAL DE AREAS AFECTADAS	ha	1.00
07.02	SEÑALIZACION AMBIENTAL	und	5.00
07.03	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	pto	1.00
07.04	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	pto	1.00
07.05	MONITOREO DE LA CALIDAD DE RUIDO	pto	12.00

### 3.7.2 Presupuesto general

Presupuesto					
Presupuesto	0201002	DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO: LAS PAJILLAS-KAUNAPE, DISTRITO DE QUIRUVILCA, SANTIAGO DE CHUCO-LA LIBERTAD			
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE CARRETERA			
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE QUIRUVILCA			Costo al	18/11/2018
Lugar	LA LIBERTAD - SANTIAGO DE CHUCO - QUIRUVILCA				
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>212,177.30</b>
01.01	CARTEL DE OBRA 2.40 x 3.60 - GIGANTOGRAFIA	und	1.00	962.65	962.65
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	164,374.25	164,374.25
01.03	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	5.30	1,049.63	5,563.04
01.04	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	22,077.36	22,077.36
01.05	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	glb	1.00	19,200.00	19,200.00
02	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS</b>				<b>704,889.08</b>
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	4.10	2,904.96	11,910.34
02.02	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO	m3	127,348.65	2.68	341,294.38
02.03	PERFILADO Y COMPACTACION DE LA SUBRASANTE EN ZONAS DE CORTE	m2	25,860.15	1.46	37,755.82
02.04	CONFORMACION DE TERRAPLENES	m3	25,785.35	6.87	177,145.35
02.05	CONFORMACION Y ACOMODO DE DME	m3	78,611.03	1.74	136,783.19
03	<b>PAVIMENTOS</b>				<b>1,668,496.49</b>
03.01	SUB-BASE GRANULAR	m3	4,007.23	29.65	118,814.37
03.02	BASE ESTABILIZADA	m3	11,198.63	30.21	338,310.61
03.03	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	41,049.66	2.77	113,707.56
03.04	MICROPAVIMENTO	m2	40,850.91	26.87	1,097,663.95
04	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				<b>802,073.27</b>
04.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	m3	1,147.18	6.89	7,904.07
04.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m3	636.39	25.80	16,418.86
04.03	ALCANTARILLA T.M.C D=39"	m	127.50	403.18	51,405.45
04.04	ALCANTARILLA MULTIPALTE 20C D=1.50m	m	7.50	660.32	4,952.40
04.05	ALCANTARILLA MULTIPLATE 26C D=1.97 m	m	22.50	1,363.60	30,681.00
04.06	CABEZALES DE ALCANTARILLAS DE ALIVIO	und	17.00	4,165.14	70,807.38
04.07	CABEZALES DE ALCANTARILLAS MULTIPLATE	und	4.00	10,466.80	41,867.20
04.08	REVESTIMIENTOS DE CAUCES DE ALCANTARILLA	m2	48.62	78.87	3,834.66
04.09	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO	m	6,425.00	89.37	574,202.25
05	<b>TRANSPORTE</b>				<b>704,394.92</b>
05.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES PARA DISTANCIAS ENTRE 120M Y 1000M	m3k	15,205.86	5.89	89,562.52
05.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES MAYORES A 1000M	m3k	362,952.12	1.07	388,358.77
05.03	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES PARA DISTANCIAS ENTRE 120M Y 1000M	m3k	38,420.61	5.75	220,918.51

05.04	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES MAYORES A 1000M	m3k	4,025.45	1.38	5,555.12
06	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>				<b>51,086.53</b>
06.01	SEÑALES PREVENTIVAS 0.6M x 0.6M	und	60.00	480.18	28,810.80
06.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	12.00	486.32	5,835.84
06.03	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2.00	2,463.52	4,927.04
06.04	POSTE DE KILOMETRAJE	und	5.00	73.84	369.20
06.05	MARCAS EN EL MICROPAVIMENTO	m2	1,485.82	7.50	11,143.65
07	<b>PROTECCION AMBIENTAL</b>				<b>16,426.25</b>
07.01	RECUPERACION AMBIENTAL DE AREAS AFECTADAS	ha	1.00	6,575.98	6,575.98
07.02	SEÑALIZACION AMBIENTAL	und	5.00	360.59	1,802.95
07.03	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	pto	1.00	4,208.00	4,208.00
07.04	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	pto	1.00	3,604.00	3,604.00
07.05	MONITOREO DE LA CALIDAD DE RUIDO	pto	12.00	19.61	235.32
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>4,159,543.84</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10%)</b>				<b>415,954.38</b>
	<b>UTILIDAD (5%)</b>				<b>207,977.19</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>4,783,475.41</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>861,025.57</b>
	<b>TOTAL_PRESUPUESTO</b>				<b>5,644,500.98</b>
	<b>SON : CINCO MILLONES SEISCIENTOS CUARENTICUATRO MIL QUINIENTOS Y 98/100 SOLES</b>				

### 3.7.3 Calculo de partida costo de movilización

MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO						
TIPO DE VEHICULO A MOVILIZAR DESMOVILIZAR	PESO (Kg)	CANTID AD	DISTRIBUCION DE VIAJES			
			CAMION	CAMION	CAMION	SEMI
			CAMA BAJA	CAMA BAJA	PLATAFOR MA	TRAYLER
			25 TON	18 TON	19 TON	35 TON
CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	16,584.00	2		2.00		
EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP 0.750 - 1.6 YD3	23,400.00	1	1.00			
MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	13,540.00	1		1.00		
PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 105 HP 10-16	12,000.00	1	1.00			
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135 HP 10-12T	11,100.00	1		1.00		
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 - 18 HP	500.00	1		1.00		
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	100.00	1		1.00		
TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	20,520.00	3	3.00			
ZARANDA VIBRATORIA 4" x 6" x 14 M.E. 15 HP	7,000.00	1		1.00		

CAMION MICROPAVIMENTADOR	30,000.00	1	1		
<b>TOTALES</b>			<b>6.00</b>	<b>7.00</b>	<b>-</b>
DURACION DEL VIAJE DE IDA			9.00	9.00	9.00
FACTOR DE RETORNO VACIO			1.40	1.40	1.40
COSTO HORARIO ALQUILER EQUIPO			249.06	248.45	248.45
MOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO			18,828.94	21,913.29	-
DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO			18,828.94	21,913.29	-
SEGUROS DE TRANSPORTE			1,882.89	2,191.33	-
<b>TOTAL MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION EQUIPO TRANSPORTADO</b>			<b>85,558.67</b>		

<b>MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD	DISTANCIA (Km)	Velocidad (Km/H)	HORAS	ALQUILER HORARIO	COSTO TOTAL S/.
CAMION CISTERNA (2500 GLNS)	2	254.10	40.00	6.00	93.08	1,117.00
CAMION IMPRIMADOR 210 HP 2000 GLS.	1	254.10	40.00	6.00	123.55	742.00
CAMIONETA PICK UP 4X2 CABINA SIMPLE 84 HP	1	254.10	50.00	5.00	49.53	248.00
CAMIÓN VOLQUETE DE 15 M3	6	254.10	40.00	6.00	194.89	7,017.00
MOVILIZACION DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO						9,124.00
DESMOVILIZACION DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO						9,124.00
SEGUROS (10%)						1,824.80
<b>TOTAL MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION EQUIPO AUTOTRANSPORTADO</b>						<b>20,072.80</b>

<b>CUADRO DE RESUMENES</b>	
TOTAL MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION EQUIPO TRANSPORTADO	85,558.67
TOTAL MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	20,072.80
TOTAL DE INSTALACION MONTAJE Y DESMONTAJE	58,742.78
<b>TOTAL</b>	<b>164,374.25</b>

### 3.7.4 Desagregado de gastos generales

RESUMEN DE ANÁLISIS DE GASTOS GENERALES					
Item	Descripción	Und.	Cantidad	Precio unitario S/.	Valor total S/.
<b>I GASTOS GENERALES FIJOS</b>					
1	Análisis de gastos generales fijos	Glb.	1.00	71190.72	71,190.72
<b>II GASTOS GENERALES VARIABLES</b>					
1	Análisis de gastos generales variables	Glb.	1.00	344,363.67	344,363.67
<b>TOTAL GASTOS GENERALES S/.</b>					<b>415,554.39</b>

RELACIÓN DE COSTO DIRECTO Y COSTO INDIRECTO				10.0%
	* Costo directo	S/.	4,159,543.84	
	* Costo indirecto	S/.	415,554.39	
	<b>Relación de costo directo/costo indirecto</b>	<b>%</b>	<b>10.0%</b>	

### 3.7.5 Análisis de costos unitarios (Ver Anexos)

### 3.7.6 Relación de insumos

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo					
Obra	0201002	DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO: LAS PAJILLAS-KAUNAPE, DISTRITO DE QUIRUVILCA, SANTIAGO DE CHUCO-LA LIBERTAD			
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE CARRETERA			
Fecha	18/11/2018				
Lugar	131006	LA LIBERTAD - SANTIAGO DE CHUCO - QUIRUVILCA			
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	1,795.4216	29.41	52,803.35
0101010003	OPERARIO	hh	2,830.0838	22.62	64,016.50
0101010004	OFICIAL	hh	4,409.5044	18.41	81,178.98
0101010005	PEON	hh	22,689.8425	16.75	380,054.86
0101030000	TOPOGRAFO	hh	56.5335	29.41	1,662.65
0103030017	SERVICIO DE ANALISIS DE LABORATORIO (todos los parámetros)	pto	6.0000	302.00	1,812.00
0103030018	SERVICIO DE MUESTREO	VECES	1.0000	6,000.00	6,000.00
					<b>587,528.34</b>
MATERIALES					
0201010031	ACEITE PARA MOTOR SAE- 40	gal	0.0790	41.25	3.26
02010300010001	GASOLINA 84	gal	47.8285	11.64	556.72
0201040001	PETROLEO D-2	gal	3.0583	12.30	37.62
02010500010003	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gal	10,981.9541	9.37	102,900.91
02010500010006	ADITIVO QUIMICO TIPO ACEITE SULFUNADO	l	604.7260	120.00	72,567.12
02010500010009	ADITIVO SOLIDO CEMENTO TIPO GU	kg	92,388.6975	0.66	60,976.54

0201050011	EMULSION ASFALTICA CRS-1 MODIFICADO CON POLIMEROS	gal	32,451.9629	8.30	269,351.29
02010700010001	BREA INDUSTRIAL	kg	10.0000	2.25	22.50
02030300010003	TRANSPORTE DE AGREGADOS PARA CONCRETO	m3	14.8283	61.41	910.61
0203030003	TRANSPORTE INTERNO	m3	0.0000	4.52	0.00
0203030004	TRANSPORTE A LA OBRA	m3	27.2693	18.20	496.30
02040100010003	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg	18.5082	2.97	54.97
0204020067	FIERRO TEE 1 1/2" X 3/16"	m	1.5120	8.24	12.46
0204020068	PERNO 3/8" x 7"	und	144.0000	1.31	188.64
0204020069	ANGULO DE FIERRO 1" X 1" X 3/16"	m	37.0800	4.85	179.84
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	288.8928	2.39	690.45
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	1.1000	3.50	3.85
0204120010	CLAVOS C/CABEZA P/CONSTRUCCION D/PROMEDIO PARA MADERA	kg	229.5582	2.97	681.79
0204160010	PLATINA 2"x1/8"	m	99.7872	2.94	293.37
0204180008	PLANCHA Fe LAC 5/8"	kg	231.0720	3.67	848.03
0204290007	ALCANTARILLA TMC D= 36" C = 14	m	140.2500	242.93	34,070.93
0204290010	ALCANTARILLA MULTIPLATE 20C	m	7.5000	625.40	4,690.50
0204290011	ALCANTARILLA MULTIPLATE 26C	m	22.5000	1,328.00	29,880.00
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	898.0241	42.70	38,345.63
0207010032	PIEDRA PARA MICROPAVIMENTO	m3	10,212.7275	26.18	267,369.21
0207020003	ARENA GRUESA	m3	598.6829	29.08	17,409.70
0207020015	ARENA PARA MICROPAVIMENTO	m3	10,212.7275	33.67	343,862.53
0207030001	HORMIGON	m3	1.3000	125.00	162.50
0207070002	AGUA	m3	225.4260	5.00	1,127.13
0208010046	TUBERIA PVC 1/2"	m	14.4000	2.62	37.73
0208020016	LETREROS- AVISOS DE TRANSITO	pza	12.0000	219.46	2,633.52
0210010008	FIBRA DE VIDRIO DE 6 mm ACABADO	m2	28.7800	247.82	7,132.26
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	9,474.1570	20.72	196,304.53
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol	2.6500	21.11	55.94
0218020007	PERNOS 14"x5/8"	und	139.2000	3.93	547.06
0222040001	ADITIVO MEJORADOR DE ADHERENCIA	kg	8,170.1820	17.15	140,118.62
0222140001	DESMOLDADOR PARA ENCOFRADO	gal	56.6401	68.01	3,852.09
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	1,845.1354	5.66	10,443.47
0231020052	MADERA EUCALIPTO DE 6m x3"	pza	3.0000	10.00	30.00
0231040002	ESTACA DE MADERA TORNILLO TRATADA	p2	132.5000	5.66	749.95
02310500010004	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 19 mm	pln	136.1930	94.81	12,912.46
02310500010010	TRIPLAY DE 4' X 8' X 12 mm	pln	5.0000	65.32	326.60
02311000010002	LISTONES DE MADERA 2" X 2" X 3.60M	pza	3.0000	19.48	58.44
02311000010003	LISTONES DE MADERA 2" X 2" X 2.40M	pza	4.0000	12.99	51.96
0238010005	LIJA	und	1.7400	20.12	35.01
0238010012	GIGANTOGRAFIA	m2	8.6400	28.00	241.92

0240010019	SELLADOR DE MADERA	gal	0.6250	19.67	12.29
0240020016	PINTURA ESMALTE SINTETICO	glb	6.4630	28.89	186.72
0240020018	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gal	5.1050	31.99	163.31
0240060005	PINTURA PARA TRAFICO STANDAR	gal	163.4402	44.28	7,237.13
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg	520.0370	3.00	1,560.11
0240060011	TINTA SERIGRAFICA TIPO 3M	gal	1.4048	1,286.85	1,807.77
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal	2.6100	24.72	64.52
0240070003	PINTURA IMPRIMANTE	gal	3.1634	18.61	58.87
0240080012	THINNER	gal	2.1009	20.12	42.27
0240080017	DISOLVENTE XILOL	gal	14.2639	27.38	390.55
0242030032	BARANDINES	pza	18.0000	17.42	313.56
02490100010017	TUBERIA FO. GO. 3"	m	17.4000	50.22	873.83
0255080018	SOLDADURA CELLOCORD	kg	4.6061	13.81	63.61
0267060018	CHALECO REFLECTIVO	und	6.0000	30.00	180.00
0267110014	TRANQUERAS	und	6.0000	60.59	363.54
0267110033	CONO DE SEGURIDAD	und	6.0000	30.73	184.38
0267110034	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2	313.8756	14.39	4,516.67
0270110167	LAMPARA INTERMITENTE (Señalización)	und	6.0000	102.25	613.50
0291020008	PLANTAS NATIVAS	kg	3.0000	4.50	13.50
0292030008	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	glb	1.0000	19,200.00	19,200.00
					<b>1,661,072.09</b>
<b>EQUIPOS</b>					
0301000009	ESTACION TOTAL	día	7.0665	120.00	847.98
0301000035	NIVEL OPTICO	día	7.0665	30.00	212.00
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			479.26
0301010045	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			14,894.62
0301010046	MAQUINA PARA PINTAR	hm	13.6695	35.00	478.43
03010400010006	SONOMETRO	hm	8.0004	6.80	54.40
0301060007	CILINDRO DE SEGURIDAD	und	6.0000	49.53	297.18
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	169.7252	32.50	5,516.07
03011000060004	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 ton	hm	718.3571	153.43	110,217.53
03011000060005	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 10.8HP 0.8-1.1 ton	hm	84.8308	37.55	3,185.40
0301100013	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	801.6825	17.18	13,772.91
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 yd3	hm	573.5681	170.08	97,552.46
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	395.5815	209.88	83,024.65
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1,187.7117	292.77	347,726.35
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	435.3574	209.55	91,229.14
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	3,257.2458	194.89	634,804.63
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	532.0952	93.03	49,500.82
03012200080003	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 2,000 gl	hm	57.4695	123.55	7,100.36
0301220019	CAMION MICROPAVIMENTADOR	hm	216.5098	145.10	31,415.57
0301250003	EQUIPO DE SOLDAR	hm	74.8534	20.64	1,544.97
0301250004	GRUPO ELECTROGENO 116HP	hm	11.0827	92.87	1,029.25

03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25"	hm	554.8515	5.23	2,901.87
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11 P3 - 18 HP	hm	561.6456	10.00	5,616.46
0301290006	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	0.3161	5.00	1.58
0301400002	FAJA TRANSPORTADORA	hm	11.0827	6.91	76.58
0301400005	ZARANDA VIBRATORIA	hm	11.0828	56.70	628.39
0301400006	ZARANDA ESTATICA	hm	0.4828	5.50	2.66
0303010023	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMINETAS	glb	1.0000	164,374.25	164,374.25
					<b>1,668,485.77</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>					
0428010098	EXTRACCION Y APILAMIENTO	m3	20,261.7775	12.00	243,141.33
0428010101	ZARANDEO ESTATICO	m3	0.0000	3.02	0.00
0428010102	ZARANDEO ARENA	m3	14.8283	1.00	14.83
					<b>243,156.16</b>
<b>Total</b>				<b>S/.</b>	<b>4,160,242.36</b>

### 3.7.7 Fórmula polinómica

Fórmula Polinómica					
Presupuesto	0201002	DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL TRAMO: LAS PAJILLAS-KAUNAPE, DISTRITO DE QUIRUVILCA, SANTIAGO DE CHUCO-LA LIBERTAD			
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE CARRETERA			
Fecha Presupuesto	18/11/2018				
Moneda	SOLES				
Ubicación Geográfica	131006	LA LIBERTAD - SANTIAGO DE CHUCO - QUIRUVILCA			
<b>K =</b>	<b><math>0.124*(Jr / Jo) + 0.367*(AACr / AACo) + 0.029*(DAMr / DAMo) + 0.313*(EQR / EQo) + 0.167*(GGUr / GGUo)</math></b>				
Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.124	100.000	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.367	50.681	AAC	13	ASFALTO
		49.319		21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
3	0.029	51.724	DAM	30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)
		48.276		09	ALCANTARILLA METALICA
4	0.313	1.278	EQ	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
		98.722		49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
5	0.167	100.000	GGU	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

#### IV. DISCUSIÓN

Del estudio topográfico que se puede conocer que las pendientes transversales en su mayoría dentro del rango de 43% y 55%, comparando con la clasificación por orografía que establece el manual de carreteras DG-2018, estaría entre terreno ondulado y accidentado. De otro lado, Peña (2017) obtuvo pendientes transversales mayores a 53%, clasificando su terreno como accidentado. Para lo cual, se adoptó clasificar el terreno como accidentado.

Del estudio de mecánica de suelos, se determinó que los suelos de subrasante presentan CBR de 6.3% y 23.02%, el manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2014), recomienda diseñar el pavimento con el suelo con CBR mas critico o con el promedio. Por su parte Reyes (2017), obtuvo valores de CBR para los suelos de subrasante de 7.37 % y 27.61%, diseñando dos tipos de estructura de pavimentos uno con subbase, base y micropavimento de 15 cm, 25 cm y 1 cm respectivamente, y el otro de base de 25 cm de base y 1 cm de micropavimento, motivado por la amplia diferencia entre los valores de CBR de los suelos. Por lo que al tener una diferencia de valores de CBR parecidas a la de Peña, se diseñara dos pavimentos que se conformaran: uno de subbase, base y micropavimento de 0.15 cm, 0.25 cm y 2.5 cm respectivamente, y el otro de base y micropavimento de 26 cm y 2.5 cm respectivamente. Valores obtenidos de la figura N° 12.4 que presenta el manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

Del estudio hidrológico, se diseñaron alcantarillas de alivio de diámetro de 0.90m y material TMC para garantizar el traslado de los caudales calculados. Por su parte, Valencia (2017) diseño alcantarillas de alivio de 0.90m y material TMC. Se observa claramente que para el diseño de aliviaderos se debe considerar materia TMC, y como diámetro mínimo 0.90m o 36" recomendado por el manual de hidrología, hidráulica y drenaje del ministerio de transportes y comunicaciones.

Para el diseño geométrico se usó como base el manual de carreteras: Diseño Geométrico (2018), diseñando una vía de dos carriles con ancho de calzada de 3m cada uno, y berma de 0.50m a cada lado, al igual que Guerrero (2017) considero las mismas características basándose en el manual de carreteras: Diseño Geométrico (2014). De tal manera, que se

puede observar que no se modifica nada en el ámbito de diseño de la sección de la carretera.

Del cuadro 63, del estudio de impacto ambiental se determinó que los mayores impactos negativos se dan en las actividades como: explotación de cantera, trabajo de las máquinas y trabajos en la planta chancadora. De igual forma Miñano (2017), concluyo que los impactos negativos se producirán durante la explotación de cantera, contaminación del lugar ocupado por la maquinaria pesada. Se observa claramente, que los impactos negativos de mayor impacto se dan en la etapa de construcción de la carretera.

De los cálculos de los costos que demandara la construcción de la carretera vecinal de 5300m, se determinó que el monto total asciende a S/. 5, 644,500.98. Por otra parte, Bonilla (2017), para una carretera de similitud estructura de pavimento y de longitud de 7408.37m su presupuesto haciende a S/7, 449,256.62. Por lo que se ve los mostos de los presupuestos están relacionados.

## V. CONCLUSIONES

- Realizado el levantamiento topográfico, se concluyó que el terreno abarca el área del proyecto presenta pendientes transversales mayormente entre 43% y 55%, clasificándose como TERRENO ACCIDENTADO (TIPO 3) según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018).
- El estudio de mecánica de suelos aplicado a las muestras, de las 5 calicatas realizadas en el proyecto, se determinó que los suelos se dividen en dos tipos diferenciados, las calicatas 1 y 5 se clasifican como “SC” (arena arcillosa) y las calicatas 2,3 y 4 como “CL” (arcilla ligera arenosa) según SUCS. Además, los valores de CBR al 95% de densidad son 23.02 para suelos “SC” y 6.03 para suelos “CL”, finalmente aplicada el EMS a la cantera se conoció que es un suelo “GM-GC” según SUCS y un CBR al 100% de densidad seca de 52.59%.
- Realizado el estudio hidrológico y obras de arte se concluyó que la precipitación máxima para un periodo de retorno de 10 años es de 47.23 mm/h, obtenido a partir de los datos de la estación meteorológica de Cachicadan. También, se delimito 4 microcuencas que cruzan el trazo de la vía, por tal motivo se diseñaron cunetas triangulares de 0.4 m x 0.9 m, 17 alcantarillas de alivio TMC de 36” de diámetro y 4 alcantarillas MULTIPLATE (1 de 1.5m, 3 de 1.97m de diámetro), con el fin de garantizar el correcto traslado y desfogue de las aguas superficiales.
- El diseño geométrico de la carretera se realizó basado en los parámetros establecidos por la DG-2018, obteniendo las siguientes características: carretera de TERCERA CLASE, velocidad de diseño 30 km/h, calzada de 6m, bermas de 0.5m de ancho para cada lado, radio mínimo de curva horizontal de 35m y 17m para curvas vuelta y bombeo de 2.5% para la calzada y 4% para la berma. De igual manera, se determinó la estructura del pavimento para los kilómetros 0+000 a 1+000 y 4+000 a 5+300 conformado por base y micropavimento de 0.26m y 0.025 m respectivamente, y para los kilómetros de 1+000 a 4+000 se conformará de subbase, base y micropavimento de 0.15m, 0.25m y 0.025m respectivamente. Finalmente, para dar mayor seguridad a la carretera se dispuso colocar 60 señales

preventivas, 12 señales reglamentarias, 2 señales informativas y por ultimo 5 hitos kilométricos.

- El estudio de impacto ambiental permitió conocer que los impactos negativos se presentaran en su mayoría en la época de ejecución del proyecto de actividades como: explotación de canteras, movimiento de tierras, disposición de materiales excedentes y ruido de las maquinarias en su etapa de trabajo para lo cual se le debe aplicar un correcto plan de medidas de mitigación. De igual forma se determinó, que los impactos positivos en su mayoría se darán en la etapa de funcionamiento de la vía aumentando el nivel socio-económico del lugar, a través de sus componentes de tránsito vial, servicios, socio-culturales y comercio.
- El presupuesto total de la obra será de S/. S/. 5, 644,500.98. (CINCO MILLONES SEISCIENTOS CUARENTICUATRO MIL QUINIENTOS Y 98/100 SOLES), y la duración del proyecto será de 4 meses.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para una correcta ejecución de los trabajos durante la construcción del proyecto, se deberán seguir los parámetros y consideraciones establecidas en este estudio, de ser necesario realizar algún cambio se deberá comunicar al ingeniero encargado, para su estudio y determinación su viabilidad.
- Es recomendable, realizar la ejecución del proyecto en los meses de estiaje o poca precipitación detallados en el capítulo del estudio hidrológico, para evitar la época de constata lluvia, que puede ocasionar que el proyecto no se ejecute según lo programado.
- Se recomienda contemplar la construcción de un espacio para la disposición de residuos sólidos producidos durante la ejecución del proyecto. Además, de las medidas mitigadoras establecidas en el estudio de impacto ambiental.
- la construcción de la carretera deberá considerarse como prioridad, por la necesidad de los caseríos involucrados en tener una vía segura y en buenas condiciones.

## VII. REFERENCIAS

ALCÁNTARA, Dante. Topografía y sus aplicaciones. México: Compañía Editorial Continental, 2014. 52pp.

ISBN: 9786074389432

BONILLA, Bryan. 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. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería, 2017. 178pp.

CASANOVA, Leonardo. Topografía plana. Venezuela: Taller de Publicaciones de Ingeniería, ULA, 2002. 283pp.

ISBN: 9801106727

CÁRDENAS, James. Diseño Geométrico de Carreteras. 2.<sup>a</sup>ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2013. 493pp.

ISBN: 9789586488594

USDA forest service northern region engineering [En Línea]. Cost Estimating Guide for Road Construction. Estados Unidos, 2017. [Fecha de consulta: 10 de abril de 2018].

Disponible en [https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb5279284.pdf](https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb5279284.pdf)

CHEREQUE, Wendor. Hidrología para estudiantes de ingeniería civil. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2003. 236pp.

GALLEGO, Áurea y SÁNCHEZ, Miguel. Manual de topografía en ingeniería. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2015. 28pp.

ISBN: 9788490481158

GUERRERO, Erick. Diseño de la carretera que une los caseríos de Muchucayda – Nueva Fortaleza – Cauchalda, Distrito de Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco,

Departamento de La Libertad. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería, 2017. 307pp.

GONZÁLES, Carlos, RINCÓN, Mario y VARGAS, Wilson. Diseño Geométrico de Vías. Bogotá: Editorial UD, 2012. 24pp.

ISBN: 9789588782232

IBAÑEZ, Walter. Manual de Costos y Presupuestos de Obras Viales. Perú: Macro E.I.R.L, 2012. 655pp.

ISBN: 9786123040499

IDROGO, Felipe. Mejoramiento de la carretera cruce La Libertad - Nuevo Oriente - Masintranca, tramo II desde Nuevo Oriente hasta Masintranca, distrito de Chalamarca, provincia de Chota, región Cajamarca. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de ingeniería, 2014. 335pp.

JUÁREZ, Eulalio y RICO, Alfonso. Mecánica de suelos: Teoría y Aplicaciones de la mecánica de suelos. 2.<sup>a</sup>ed. México: Limusa, 2010. 704pp.

ISBN: 9789681801281

LÓPEZ, Luis. Estudio y Evaluación de Impacto Ambiental en Ingeniería Civil. Alicante: Editorial Club Universitario, 2013. 3463pp.

ISBN: 9788415787358

MARTÍNEZ, Wilfredo. Environmental Impact Assessment in Road Works. Negotium [en línea]. Septiembre-Diciembre 2014, n.º 29. [Fecha de consulta: 12 de abril de 2018]

Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78232555002>

ISSN: 1856-1810

MINISTERIO de Transporte e Infraestructura (Nicaragua). Manual para la Revisión de Costos y Presupuestos. Managua: MTI, 2008. 63pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Lima: MTC, 2018. 285pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Lima: MTC, 2008. 159pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: hidrología, hidráulica y drenaje. Lima: MTC, 2011. 222pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción. Lima: MTC, 2013. 1282pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima: MTC, 2014. 222pp.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú). Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras. Lima: MTC, 2016. 395pp.

MIÑANO, Medalith. Diseño de la Carretera Cruce Huamanmarca – Loma Linda, Distrito de Mache, Provincia Otuzco, Departamento La Libertad. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería, 2017. 129pp.

OTINIANO, Walter. Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, caserío cruz de las flores - cabargón, distrito de Huamachuco - provincia de Sánchez Carrión - departamento la Libertad. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería, 2017. 384pp.

PEÑA, Rubén. Diseño de la carretera tramos: alto Huayatan -Cauchalda - Rayambara, distrito de Santiago de chuco, provincia de Santiago de chuco, departamento de La Libertad. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería, 2017. 278pp.

REYES, Deyvith. Diseño de la carretera en el tramo, el progreso – Tiopampa, distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería, 2017. 323pp.

TITO, Luis. Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Ayacucho - Abancay, tramo iv, pertenece a la ruta pe –28b. Informe técnico (Titulo Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, Facultad de ingeniería, 2014. 120pp.

VALENCIA, Rafael. Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, caserío cruz de las flores - cabargón, distrito de Huamachuco - provincia de Sánchez Carrión - departamento la Libertad. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería, 2017. 370pp.

VÁSQUEZ, José. Mejoramiento de la carretera entre: el cruce Embarcadero c.p de porcón alto y el cruce Campanario carretera a San Pablo, distrito de Cajamarca- Cajamarca- Cajamarca. Tesis (Titulo Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de ingeniería, 2014. 496pp.

## **VIII. ANEXOS**

**Anexo 1: Puntos topográficos**

**Anexo 2: Resultados de estudio de mecánica de suelos**

**Anexo 3: Metrados**

**Anexo 4: análisis de precios unitarios**

**Anexo 5: especificaciones técnicas**

**Anexo 6: panel fotográfico**

**Anexo 7: Cronograma**

**Anexo 8: planos**