



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Diseño del mejoramiento de la carretera tramo baños termales Chimú – Rancho Grande,  
distrito de Sayapullo, Gran Chimú, La Libertad”

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

**AUTORES:**

Jhon Jairo Ruiz Silva

Albert Youssef Vásquez Boza

**ASESOR:**

Dr. Alex Arquímedes Herrera Viloche

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de infraestructura vial

TRUJILLO-PERÚ

2018

## **PÁGINA DEL JURADO**

---

Ing. Hilbe Santos Rojas Salazar

Presidente

---

Ing. Marlon Gastón Farfán Córdova

Secretario

---

Dr. Alex Arquímedes Herrera Viloche

Vocal

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darnos la oportunidad de vivir y por estar con nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestra mente y por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que han sido nuestro soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A nuestros padres por ser las personas que nos han acompañado durante todo nuestro trayecto estudiantil y de vida.

A nuestros amigos, que gracias al equipo que formamos logramos llegar hasta el final del camino y que hasta el momento, seguimos siendo amigos.

A nuestros profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como también por la sabiduría que nos transmitieron en el desarrollo de nuestra formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Como prioridad en nuestra vida agradecemos a Dios por su infinita bondad, por haber estado en los momentos que más se le necesita, por darnos salud, fortaleza, responsabilidad y sabiduría, por habernos permitido culminar un peldaño más de nuestras metas.

Agradecemos a la Escuelas Profesional de Ingeniera Civil, de la Universidad Privada Cesar Vallejo, por abrir sus puertas y darnos la confianza necesaria para triunfar en la vida y transmitir sabiduría para nuestra formación profesional.

A nuestro asesor de tesis el Dr. Ing. Alex Arquímedes Herrera Viloche por estar siempre en la disposición de ofrecernos su ayuda para llevar a cabo tan importante tema de investigación.

A nuestros familiares, porque siempre estuvieron ahí para brindarnos apoyo y darnos ese empujoncito cuando nos desanimábamos, sin ustedes unidos a nosotros fuese imposible alcanzar las metas trazadas.

Gracias a todo aquel que de una manera u otra intervino para que nuestra tesis hoy fuera una realidad.

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Ruiz Silva Jhon Jairo, estudiante de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de Pregrado de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 77433262; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación, datos e información que se presenta en la presente tesis que acompaño es veraz y auténtica.

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

**Trujillo, 19 de diciembre de 2018**

---

RUIZ SILVA JHON JAIRO

DNI 77433262

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Vásquez Boza Albert Youssef, estudiante de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de Pregrado de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 77094227; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación, datos e información que se presenta en la presente tesis que acompaño es veraz y auténtica.

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

**Trujillo, 19 de diciembre de 2018**

---

VÁSQUEZ BOZA ALBERT YOUSSEF

DNI 77094227

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos, de la Universidad César Vallejo de Trujillo, tenemos a bien presentar la tesis titulada; **“Diseño del mejoramiento de la carretera tramo baños termales Chimú – Rancho Grande, distrito de Sayapullo, Gran Chimú, La Libertad”**; con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Anticipamos nuestro agradecimiento por las correcciones y sugerencias que nos podrían brindar para que nuestro trabajo de investigación se desarrolle de una mejor manera. En estos últimos años, el estado peruano ha empezado a realizar inversiones con la finalidad de interconectar al país, desarrollando mejoramientos en las carreteras. De esta manera, se incrementará el comercio y la economía del país. Así mismo, los diferentes proyectos que plantea el gobierno, genera múltiples puestos de trabajo, erradicando el desempleo.

Los Autores

## ÍNDICE DE CONTENIDO

PAGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	viii
ÍNDICE DE CUADROS .....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xvii
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT .....	xix
I. INTRODUCCIÓN .....	20
1.1. Realidad Problemática .....	20
1.1.1. Aspectos generales.....	21
1.1.1.1. Ubicación política .....	21
1.1.1.1.1. Ubicación regional.....	21
1.1.1.1.2. Ubicación provincial .....	22
1.1.1.1.3. Ubicación distrital .....	22
1.1.1.2. Ubicación geográfica .....	23
1.1.1.3. Límites .....	23
1.1.1.4. Extensión .....	23
1.1.1.5. Topografía .....	23
1.1.1.6. Altitud.....	23
1.1.1.7. Clima.....	23
1.1.1.8. Suelos .....	23
1.1.1.9. Vías de comunicación.....	24
1.1.2. Aspectos socioeconómicos .....	24
1.1.2.1. Actividad productiva .....	24
1.1.2.2. Vivienda.....	24
1.1.3. Servicios públicos .....	24
1.1.3.1. Salud.....	24
1.1.3.2. Educación .....	24
1.2. Trabajos previos .....	25
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	27



1.4. Formulación del problema .....	30
1.5. Justificación del estudio .....	30
1.6. Hipótesis.....	31
1.7. Objetivos .....	31
1.7.1. Objetivos General.....	31
1.7.2. Objetivos específicos.....	32
II. MÉTODO.....	33
2.1. Diseño de investigación.....	33
2.2. Variables, Operacionalización .....	33
2.2.1. Variable .....	33
2.2.1.1. Definición conceptual.....	33
2.2.1.2. Definición operacional .....	33
2.2.2. Operacionalización de variables.....	34
2.3. Población y muestra.....	35
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	35
2.4.1. Técnicas .....	35
2.4.2. Instrumentos .....	35
2.5. Método de análisis de datos .....	35
2.6. Aspectos éticos.....	35
III. RESULTADOS .....	36
3.1. Estudio topográfico .....	36
3.1.1. Generalidades .....	36
3.1.2. Finalidad .....	36
3.1.3. Metodología .....	36
3.1.3.1. Trabajo de campo.....	36
3.1.3.1.1. Reconocimiento del terreno .....	36
3.1.3.1.2. Punto de control planimétrico .....	36
3.1.3.1.3. Trazo de la poligonal .....	37
3.1.3.1.4. Instrumentos .....	37
3.1.3.1.5. Levantamiento topográfico de la zona .....	37
3.1.3.2 Trabajo de gabinete .....	38
3.1.3.2.1 Calidad de datos.....	38
3.1.3.2.2 Planos topográficos.....	38
3.1.4. Clasificación de la vía según la topografía del terreno.....	38
3.2. Estudio de mecánica de suelos y cantera .....	41

3.2.1. Estudio de suelos.....	41
3.2.2. Objetivos .....	41
3.2.3. Descripción .....	41
3.2.3.1. Trabajo de campo.....	41
3.2.3.2. Calicatas .....	41
3.2.3.3. Descripción de ensayos realizados.....	42
3.2.3.4. Características del proyecto .....	43
3.2.3.5. Resumen de resultados.....	46
3.2.4. Estudio de cantera.....	46
3.2.4.1. Identificación de cantera.....	46
3.2.4.2. Resumen de las características de la cantera .....	46
3.2.5. Estudio de fuente de agua .....	46
3.2.5.1. Identificación de la fuente .....	46
3.3. Estudio hidrológico y obras de arte .....	47
3.3.1. Hidrología .....	47
3.3.1.1. Generalidades .....	47
3.3.1.2. Objetivos del estudio .....	47
3.3.1.3. Estudios hidrológicos .....	47
3.3.2. Información hidrometeorológica y cartográfica .....	47
3.3.2.1. Información pluviométrica.....	47
3.3.2.2. Precipitaciones máximas en 24 horas.....	48
3.3.2.3. Análisis estadísticos de datos hidrológicos .....	51
3.3.2.3.1. Cálculo de la longitud adecuada de registro de la serie.....	51
3.3.2.3.2. Prueba de datos dudosos.....	52
3.3.2.3.3. Análisis de consistencia de datos.....	52
3.3.2.3.4. Análisis de tendencia.....	54
3.3.2.3.5. Funciones de distribución de probabilidad.....	55
3.3.2.3.6. Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov-Smirnov).....	59
3.3.2.4. Curvas de intensidad – duración – frecuencia .....	59
3.3.2.4.1. Intensidad de lluvia .....	59
3.3.2.4.2. Curvas IDF.....	60
3.3.2.5. Cálculos de caudales .....	61
3.3.2.6. Tiempo de concentración.....	61
3.3.3. Hidráulica y drenaje .....	62
3.3.3.1. Drenaje superficial .....	62

3.3.3.1.1. Finalidad del drenaje superficial .....	62
3.3.3.1.2. Criterios de funcionamiento .....	62
3.3.3.1.3. Periodo de retorno .....	62
3.3.3.1.4. Daños causados por la escorrentía .....	62
3.3.3.2. Diseño de cunetas .....	63
3.3.3.2.1. Velocidades .....	63
3.3.3.2.2. Coeficiente de escorrentía .....	63
3.3.3.2.3. Cálculo hidráulico de la cuneta .....	64
3.3.3.3. Consideraciones de alcantarillas de paso .....	64
3.3.3.4. Consideraciones de aliviadero .....	65
3.3.4. Resumen de obras de arte .....	66
3.3.4.1. Resumen de resultados para las cunetas .....	66
3.3.4.2. Resumen de resultados para alcantarillas de paso y alivio.....	68
3.4. Diseño Geométrico de la carretera .....	70
3.4.1. Generalidades .....	70
3.4.2. Normatividad.....	70
3.4.3. Estudio de tránsito .....	70
3.4.3.1. Conteo vehicular y su clasificación.....	70
3.4.3.2. Metodología .....	70
3.4.3.3. Procesamiento de datos.....	70
3.4.3.4. Factor de corrección (fc) .....	71
3.4.3.5. Conteo vehicular .....	72
3.4.3.6. Determinación del índice medio diario (IMD).....	72
3.4.3.7. Proyección de tránsito .....	72
3.4.4. Parámetros de diseño geométrico .....	75
3.4.4.1. Velocidad de diseño .....	75
3.4.4.2. Distancia de visibilidad .....	75
3.4.4.3. Vehículo de diseño .....	76
3.4.5. Diseño geométrico en planta .....	76
3.4.5.1. Tramos en tangente .....	76
3.4.5.2. Curvas circulares .....	77
3.4.5.2.1. Elementos de curvas horizontales .....	77
3.4.5.2.2. Radio mínimo .....	78
3.4.5.3. Curva de transición.....	78
3.4.5.4. Parámetro de la clotoide (A mín) .....	79

3.4.5.5. Longitud de transición.....	79
3.4.5.6. Curvas de vuelta .....	80
3.4.5.7. Transición de peralte.....	80
3.4.5.8. Sobreancho .....	81
3.4.5.8.1. Desarrollo del sobreancho .....	81
3.4.5.8.2. Valores del sobreancho.....	81
3.4.5.9. Resumen del diseño geométrico en planta.....	82
3.4.6. Diseño geométrico en perfil.....	84
3.4.6.2. Pendientes.....	84
3.4.6.2.1. Pendiente mínima .....	84
3.4.6.2.2. Pendiente máxima .....	84
3.4.6.3. Curvas verticales .....	84
3.4.6.3.1. Tipos de curvas verticales .....	85
3.4.6.3.2. Elementos de una curva vertical simétrica .....	85
3.4.6.3.3. Longitud de las curvas convexas .....	86
3.4.6.3.4. Tabla resumen del diseño geométrico en perfil .....	88
3.4.7. Diseño de la carpeta de rodadura.....	94
3.4.7.1. Generalidades .....	94
3.4.7.2. Cálculo de ejes equivalentes .....	94
3.4.7.2.1. Factor direccional y factor carril (Fd y Fc) .....	94
a. Factor direccional .....	94
b. Factor carril .....	94
3.4.7.2.2. Factor de crecimiento acumulado ( $F_{ca}$ ).....	94
3.4.7.2.3. Número de repeticiones de ejes equivalentes.....	95
3.4.7.3. Cálculo del espesor de las capas del pavimento .....	97
3.4.8. Diseño geométrico de la sección transversal.....	99
3.4.8.1. Generalidades .....	99
3.4.8.2. Calzada o superficie de rodadura.....	99
3.4.8.3. Bermas.....	100
3.4.8.3.1. Ancho de bermas .....	100
3.4.8.3.2. Inclinación de bermas .....	100
3.4.8.4. Bombeo .....	100
3.4.8.5. Peralte .....	101
3.4.8.5.1. Transición del bombeo al peralte.....	101
3.4.8.6. Taludes .....	101

3.4.8.7 Cunetas.....	101
3.4.9. Señalización.....	102
3.4.9.1. Generalidades .....	102
3.4.9.2. Señales verticales .....	102
A. Señales reguladores o reglamentarias.....	102
B. Señales de prevención .....	103
C. Señales informativas .....	104
D. Resumen de señalización.....	105
3.5. Estudio de impacto ambiental .....	108
3.5.1. Generalidades .....	108
3.5.2. Diagnóstico del área de estudio y su ámbito de influencia .....	108
3.5.2.1. Ubicación.....	108
3.5.2.2. Área de influencia del proyecto .....	108
3.5.2.2.1. Área de influencia directa e indirecta .....	108
3.5.3. Sistema de evaluación.....	108
3.5.4. Marco Legal .....	109
3.5.5. Metodología .....	109
3.5.5.1. Características del área de influencia del proyecto .....	109
3.5.5.1.1. Diagnóstico ambiental.....	109
3.5.5.2. Identificación de impactos ambientales potenciales.....	110
3.5.5.2.1. Impactos ambientales potenciales.....	110
3.5.5.3. Evaluación de impactos.....	111
3.5.5.3.1. Interpretación causa-efecto de la matriz de Leopold .....	111
3.5.6. Evaluación del proyecto .....	113
3.5.8. Plan de manejo ambiental .....	115
3.5.8.1. Programación de prevención y mitigación.....	115
3.6. Especificaciones técnicas .....	117
3.7. Análisis de costos y presupuestos.....	117
3.7.1. Cálculo de fletes a obra .....	117
3.7.2. Cálculo de costos de materiales.....	118
3.7.3. Cálculo de costos de equipos .....	120
3.7.4. Cuadro de jornales vigente diciembre 2018 .....	121
3.7.5. Movilización y desmovilización de equipo.....	124
3.7.6. Resumen de precios unitarios por partidas .....	127
3.7.7. Resumen de precios unitarios por subpartidas.....	139

3.7.8. Presupuesto de obra .....	150
3.7.9. Fórmula polinómica.....	151
IV. DISCUSIÓN.....	152
V. CONCLUSIONES .....	157
VI. RECOMENDACIONES.....	159
VII. REFERENCIAS.....	160
ANEXOS .....	164

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1- Vías de comunicación .....	24
Cuadro 2 - Operacionalización de variables .....	34
Cuadro 3 - Pendiente transversal.....	38
Cuadro 4 - Pendiente longitudinal .....	39
Cuadro 5 - Ubicación de calicatas .....	41
Cuadro 6 - Resumen de resultados de estudio de suelos .....	46
Cuadro 7 - Resumen de estudios de la cantera.....	46
Cuadro 8 - Información pluviométrica .....	48
Cuadro 9 - Información de estación de Quiruvilca.....	49
Cuadro 10 - Precipitación máxima por año.....	50
Cuadro 11 – Datos para determinar el registro de la serie .....	51
Cuadro 12 - Prueba de datos dudosos .....	52
Cuadro 13 – Serie de datos corregidos .....	54
Cuadro 14 - Prueba de bondad de ajuste .....	59
Cuadro 15 - Intensidades máximas de precipitación .....	59
Cuadro 16 - Intensidades máximas según tiempo de retorno y duración.....	60
Cuadro 17 - Velocidades máximas admisibles .....	63
Cuadro 18 - Coeficiente de Escorrentía .....	64
Cuadro 19 - Parámetros de microcuencas .....	65
Cuadro 20 – Caudales para alcantarillas de paso.....	65
Cuadro 21 – Cálculo de caudales y diseño de las cunetas .....	66
Cuadro 22 - Diseño de alcantarillas de paso y alivio .....	68
Cuadro 23 – Tránsito mensual en el peaje.....	71
Cuadro 24 – Índice medio diario mensual .....	71
Cuadro 25 - Diseño de alcantarillas de paso y alivio .....	72
Cuadro 26 – Proyección de tránsito vehicular .....	74
Cuadro 27 – Longitudes máximas y mínimas deseables.....	77
Cuadro 28 – Cálculo de radios mínimos.....	78
Cuadro 29 – Parámetros de la clotoide.....	79
Cuadro 30 – Pendiente máxima del peralte.....	80
Cuadro 31 – Resumen de elementos de curvas horizontales .....	82
Cuadro 32 – Resumen de curvas verticales .....	88
Cuadro 33 – Factor de crecimiento acumulado .....	95
Cuadro 34 – Ejes equivalentes para cada vehículo pesado .....	95
Cuadro 35 – Ejes equivalentes para cada vehículo pesado .....	96
Cuadro 36 – Espesores de las capas del pavimento.....	99
Cuadro 37 – Ancho de calzada .....	99
Cuadro 38 – Ancho de berma.....	100
Cuadro 39 – Ancho de berma.....	101
Cuadro 40 – Matriz de Leopold .....	113
Cuadro 41 – Cálculo de distancia virtual .....	117
Cuadro 42 – Cálculo de flete Lima - Obra.....	117
Cuadro 43 – Cálculo de flete Trujillo - Obra .....	118
Cuadro 44 – Cálculo de costos de materiales .....	118

Cuadro 45 – Cálculo de costos de equipos.....	120
Cuadro 46 – Cálculo del valor de HH para obreros afiliados al SNP.....	121
Cuadro 47 – Costo HH para diversos tipos de mano de obra .....	122
Cuadro 48 – Cálculo de costos de equipos.....	124
Cuadro 49 – Cálculo de movilización y desmovilización de equipo transportado.....	124
Cuadro 50 – Cálculo de movilización y desmovilización de equipo autotransportado .....	125
Cuadro 51 – Cálculo del costo por instalación, montaje y desmontaje .....	125
Cuadro 52 – Cuadro resumen de movilización y desmovilización de equipos .....	126
Cuadro 53 - Porcentaje por cada tipo de terreno .....	152



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Ubicación regional: La Libertad.....	21
Figura 2 - Ubicación provincial: Gran Chimú.....	22
Figura 3 - Ubicación distrital: Sayapullo.....	22
Figura 4 – Poligonal de apoyo.....	37
Figura 5 – Precipitación máxima anual sin corrección.....	53
Figura 6 – Precipitación máxima anual corregida.....	53
Figura 7 – Ajuste de la serie a la distribución Normal.....	55
Figura 8 – Ajuste de la serie a la distribución log-Normal 2 parámetros.....	56
Figura 9 – Ajuste de la serie a la distribución log-Normal 3 parámetros.....	56
Figura 10 – Ajuste de la serie a la distribución Gamma 2 parámetros.....	57
Figura 11 – Ajuste de la serie a la distribución Gamma de 3 parámetros.....	57
Figura 12 – Ajuste de la serie a la distribución Gumbel.....	58
Figura 13 – Ajuste de la serie a la distribución log-Gumbel.....	58
Figura 14 – Curva de intensidad-duración-frecuencia.....	61
Figura 15 – Vehículo de diseño.....	76
Figura 16 – Elementos de curva horizontal.....	77
Figura 17 – Elementos de curva vertical.....	85
Figura 18 – Señal de No Adelantar.....	103
Figura 19 – Señal de Velocidad Máxima permitida.....	103
Figura 20 – Señales de prevención P-2A y P-2B.....	103
Figura 21 – Señales de prevención P-2A y P-2B.....	104
Figura 22 – Señales de prevención P-5-1 y P-5-1A.....	104
Figura 23 – Señales de prevención P-5-2A y P-5-2B.....	104
Figura 24 – Señal informativa I-7.....	105
Figura 25 – Postes de kilometraje I-2A.....	105
Figura 26 – Esquema metodológico del EIA.....	109
Figura 27 – Esquema para el diagnóstico situacional del EIA.....	109
Figura 28 – Representación gráfica de los porcentajes de los terrenos.....	152

## RESUMEN

El Ministerio de Comercio Exterior y Turismo busca desarrollar el turismo de forma competitiva y autosostenible, mediante, entre otras cosas, la facilitación de los viajes y conectividad incorporando nuevos destinos. En el distrito de Sayapullo, Gran Chimú, La Libertad, existe un centro turístico denominado Baños Chimú; el mismo que cuenta con pozas de aguas termales. No obstante, este centro es poco conocido, debido a que faltan vías adecuadas que conecten este lugar al resto de la región. Por lo tanto, es necesario elaborar el proyecto para el diseño del mejoramiento que une el centro turístico con el caserío más cercano conocido como Rancho Grande.

Para desarrollar el proyecto se procedió a realizar el estudio topográfico, determinándose una orografía accidentada. Posteriormente se realizaron estudio de mecánica de suelos para identificar su clasificación y soporte, encontrándose suelo granulares con presencia de finos (GC, GM, SC y/o SM). Con esta información extraída del campo se procedió al trabajo de gabinete; el estudio hidrológico utilizó la estación climática de Callancas, se diseñaron cunetas y 41 alcantarillas de TMC. Se diseñó una carretera de tercera clase y velocidad de 30 km/h, la carretera tuvo una longitud de 9379 metros con 48 curvas horizontales y 28 verticales, la superficie de rodadura seleccionada fue Micropavimento. Así mismo, se realizó el estudio de impacto ambiental, el mismo que dio como resultado que la actividad que mayor impacto negativo generará será la conformación de la carpeta de rodadura. El presupuesto de la obra fue de S/ 8 026 016.30.

**Palabras clave:** diseño de carretera, Micropavimento, TMC, diseño geométrico.

## **ABSTRACT**

The Ministry of Foreign Trade and Tourism seeks to develop tourism competitively and self-sustaining, through, among other things, the facilitation of travel and connectivity by incorporating new destinations. In the district of Sayapullo, Gran Chimú, La Libertad, there is a tourist center called Baños Chimú; the same one that has pools of thermal waters. However, this center is little known, due to the lack of adequate roads that connect this place to the rest of the region. Therefore, it is necessary to elaborate the project for the design of the improvement that links the tourist center with the closest farmhouse known as Rancho Grande.

To develop the project we proceeded to carry out the topographic study, determining an uneven terrain. Subsequently, a soil mechanics study was conducted to identify its classification and support, finding granular soils with the presence of fines (GC, GM, SC and / or SM). With this information extracted from the field we proceeded to cabinet work; the hydrological study used the climate station of Callancas, ditches and 41 sewers were designed in TMC. A road of third class and speed of 30 km / h was designed, the road had a length of 9379 meters with 48 horizontal and 28 vertical curves, the selected rolling surface was Micropavimento. Likewise, the environmental impact study was conducted, which resulted in the activity that generates the greatest negative impact will be the conformation of the rolling folder. The budget of the work was S / 8 026 016.30.

Keywords: road design, Micropavimento, TMC, geometric design.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad Problemática**

El planteamiento estratégico vigente elaborado por el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR) busca desarrollar el turismo de manera competitiva y sostenible; mediante la capacitación humana, amplitud de mercado e incentivar la inversión privada. Para mejorar la competitividad plantea, entre otras cosas, fomentar la facilitación de viajes y conectividad; así como la incorporación de nuevos destinos como es el caso de la fortaleza Kuélap mediante la construcción de un teleférico reduciendo de esta manera el tiempo de traslado. (MINCETUR, 2015)

En la región La Libertad el plan estratégico de turismo comprende la creación de circuitos alternativos enfatizando el potencial y riqueza de la tierra; promoción del turismo interno mediante excursiones de corto tiempo y bajo costo; asegurar la calidad de los servicios ampliando las vías de acceso, optimizando el servicio de transporte público y cobertura de rutas requeridas. (PERTUR, 2011)

De esta manera, en congruencia con las políticas de estado, el distrito de Sayapullo tiene la necesidad de promocionar el sitio turístico denominado Baños Chimú. Los Baños Chimú son aguas termales que brotan naturalmente del cerro denominado “Los Baños” a unos 65 kilómetros de Cascas, en el distrito de Sayapullo, provincia de Gran Chimú. Este destino turístico nacional posee 4 pozas rústicas ubicadas muy cerca del río Chicama. Actualmente se puede acceder a los Baños Chimú mediante dos rutas, la primera a través de Trujillo – Desvío Cascas - Baños cuyo recorrido tiene una duración de 3:30 horas y la segunda a través de Cajamarca – Cascas – Baños cuya duración es de 5:00 horas. Otra vía alterna, pero actualmente en desuso, es la vía Cajamarca – Rancho Grande – Baños cuyo recorrido dura 3:30 horas.

La vía Cajamarca – Rancho Grande – Baños se encuentra en desuso porque la vía que une los baños termales de Chimú con el caserío de Rancho Grande se encuentra en pésimo estado. El ancho de calzada varía entre 2.5 a 3.5 metros, tiene curvas de hasta 15 metros de radio, no existen cunetas ni alcantarillas y presenta muchas imperfecciones en la superficie de rodadura. Todos estos defectos no garantizan el tránsito seguro y cómodo por esta vía, debido a esta razón los buses turísticos no la utilizan. La vía se encuentra ubicada al margen derecho del río Chicama, y no cumple con las características vigentes según el Manual de Carretera DG-2018 que

fue escrito y publicado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú (MTC) y sirve como sustento técnico para el diseño y evaluación de carreteras. Las autoridades del distrito de Sayapullo desean promocionar los Baños Chimú como destino turístico Nacional y de esta forma generar ingresos para los 350 pobladores del caserío de Rancho Grande (INEI, 2015) y del distrito. Debido a la relevancia económica de la vía Baños Chimú – Rancho Grande las autoridades solicitaron la realización del presente proyecto de investigación. Cuya realización permitirá determinar el monto de inversión para la construcción de la carretera y de esta manera considerarlo en el plan estratégico y plan operativo de la municipalidad 2019.

### 1.1.1. Aspectos generales

#### 1.1.1.1. Ubicación política

##### 1.1.1.1.1. Ubicación regional

El proyecto se desarrolló en la región de La Libertad, ubicada en la costa norte del Perú.



Figura 1 : Ubicación regional: La Libertad

### 1.1.1.1.2. Ubicación provincial

La carretera se encuentra ubicada en la provincia de Gran Chimú.

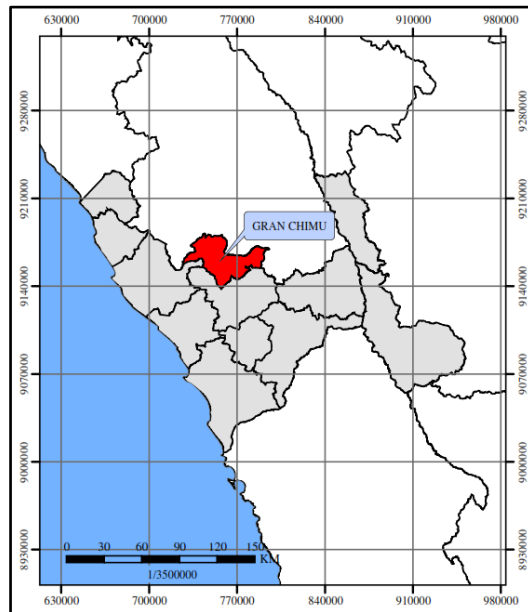


Figura 2 : Ubicación provincial: Gran Chimú

### 1.1.1.1.3. Ubicación distrital

La carretera que une el centro turístico baños termales Chimú y el caserío Rancho Grande, se ubica en el distrito de Sayapullo.

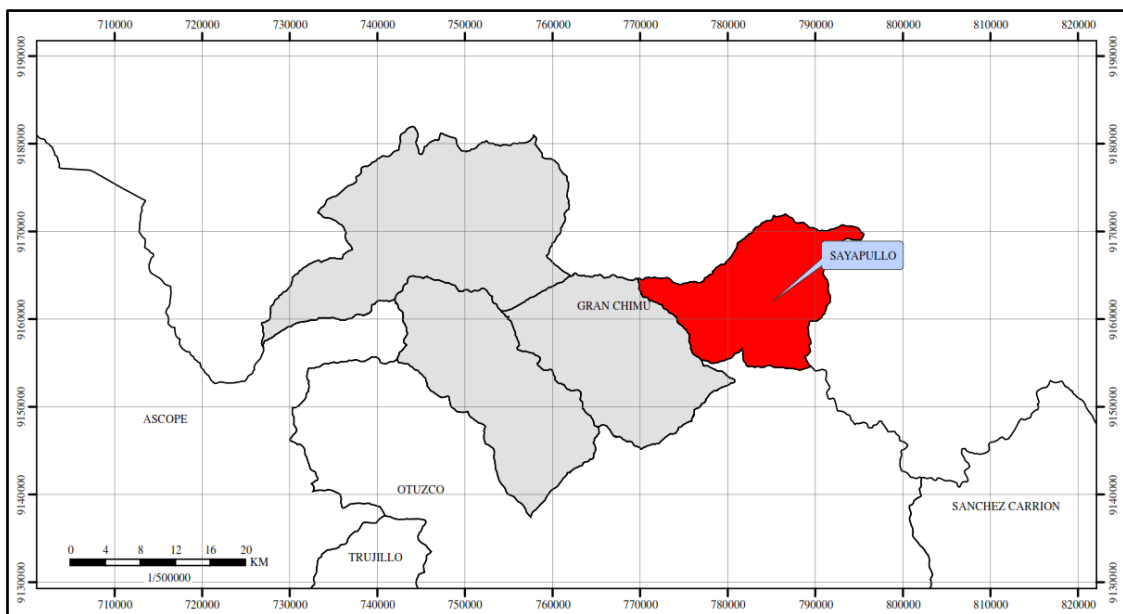


Figura 3 : Ubicación distrital: Sayapullo

### **1.1.1.2. Ubicación geográfica**

La carretera en estudio esta ubicada en la provincia de Gran Chimú, distrito de Sayapullo, departamento de La Libertad, en la zona 17M en el Perú.

### **1.1.1.3. Límites**

Sayapullo limita con las siguientes localidades:

- Por el norte : Departamento de Cajamarca
- Por el sur : Provincia de Otuzco
- Por el este : Provincia de Cajabamba
- Por el oeste : Provincia de Gran Chimú

### **1.1.1.4. Extensión**

El distrito de Sayapullo se encuentra localizado en la sierra liberteña, en la provincia de Gran Chimú. Cuenta con un área de 238.47 m<sup>2</sup> y con aproximadamente 6386 habitantes.

### **1.1.1.5. Topografía**

El distrito de Sayapullo cuenta con una orografía accidentada, con pendientes superiores al 10 %. Su riesgo sísmico es de frecuencia media.

### **1.1.1.6. Altitud**

El distrito de Sayapullo tiene una altitud media de 2357 m.s.n.m.

### **1.1.1.7. Clima**

El clima en el distrito de Sayapullo se considera cálido y templado. Con una temperatura anual de 14.1 °C y una precipitación promedio de 627 mm. En enero se registra el mes más caluroso del año; en junio, el más friolento.

### **1.1.1.8. Suelos**

El suelo del distrito de Sayapullo está compuesto en su mayoría con arena, debido a la actividad agrícola que prima en ese lugar. Además, sus suelos poseen gran cantidad de material orgánico.

### 1.1.1.9. Vías de comunicación

Desde la ciudad de Trujillo hasta el caserío de Rancho grande, existen aproximadamente 132 km, y un tiempo de viaje de 3 horas.

Cuadro 1- Vías de comunicación

Desde	Hasta	Km.	Tipo de vía	Tiempo Aprox.
Trujillo	Desvío Cascas	96	Carrera asfaltada	1:55 hr
Desvío Cascas	Baños Chimú	24	Trocha carrozable	0:40 hr.
Baños Chimú	Rancho Grande	12	Carretera asfaltada y Trocha carrozable	0:25 hr.

Fuente: Elaboración propia.

### 1.1.2. Aspectos socioeconómicos

#### 1.1.2.1. Actividad productiva

La actividad económica principal es la agricultura. El cultivo del arroz es el que más se siembra, debido a su cercanía al río Chicama. Otros de los productos con alta demanda son la papa, maíz amarillo, alfalfa, palto y granadilla.

#### 1.1.2.2. Vivienda

En el distrito de Sayapullo, cuenta con aproximadamente 1600 viviendas, construidas en su mayoría de adobe o tapia, con techos de plancha de calamina y pisos de tierra. La mayoría de casas cuenta con alumbrado y proveen agua de ríos o acequias cercanas a sus viviendas.

### 1.1.3. Servicios públicos

#### 1.1.3.1. Salud

El distrito de Sayapullo cuenta con cuatro centros de salud, El Porvenir, la Colpa, Sayapullo y Simbron, con atención durante todo el día para emergencias menores.

#### 1.1.3.2. Educación

El distrito de Sayapullo cuenta con centros educativos para cada nivel: Inicial, Primaria y Secundaria:

Inicial: I.E N° 82333 - Colpa



Primaria: I. E N° 821044 - Sayapullito  
Secundaria: Colegio Nacional de Sayapullo

## **1.2. Trabajos previos**

Según Bazán y Montoya (2017), en su tesis “Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera rural Collambay – Ñari, provincia de Trujillo, región La Libertad”, tuvieron como objetivo determinar las características del diseño geométrico para una carretera a nivel de afirmado con una topografía accidentada y una velocidad de diseño de 30 km/h. Se obtuvo un valor de 12.85% como CBR de la subrasante; la superficie de rodadura a nivel de afirmado es de 20 cm; el costo total del proyecto fue de S/ 3 239 100.65.

Según Blas (2017), en su trabajo “Diseño para el mejoramiento de la carretera del tramo: cruce de Chacato – Usurbamba, distrito de Julcán, provincia de Julcán, departamento de La Libertad”, tuvo como finalidad determinar las características para el diseño de una carretera de tercera clase en una topografía accidentada. El estudio de suelos arrojó un CBR promedio de 12.5%; se proyectaron 6 alcantarillas de 24” y 32”; se diseñó una carretera cuya velocidad de diseño fue de 30 km/h; el presupuesto de la obra fue de S/ 3 694 170.35.

Según Bonilla (2017), en su trabajo de tesis “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, Emp. L1842 (Vaquería) – Pampatac – Emp. L1838, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad”, tuvo como objetivo diseñar una carretera tercera clase para una topografía accidentada tipo 3. El tipo de suelo es en su mayoría GC y el valor del CBR de la subrasante es de 8.43%; consideró 33 alcantarillas de 24” y 60”; se diseñó una carretera cuyo ancho de calzada es de 6 metros, berma de 0.5 metros, pendiente máxima de 10% y mínima de 0.5%; el costo total del proyecto fue de S/ 7 449 256.62.

Según Cárdenas (2017), en su tesis denominada “Diseño de la carretera de Pampa Lagunas – Jolluco, distrito de Cascas – provincia de Gran Chimú – departamento La Libertad”, tuvo como finalidad determinar las características geométricas para el diseño de una carretera tercera clase de 3.750 kilómetros de longitud. La

estructura de la carpeta de rodadura estuvo compuesta de 15 cm de subbase, 18 cm de base y 2.5 cm de tratamiento bicapa; el presupuesto total del proyecto fue de S/ 3 154 015.63.

Cornejo (2017), realizó un estudio para el “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo Mungurrall – Ake, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad”, tuvo como objetivo diseñar una carretera en un terreno de topografía ondulada y accidentada con pendientes transversales entre 11-50% y pendientes longitudinales mayores a 10%. Se determinó que el suelo del proyecto es MH y SC, el valor del CBR de la subrasante es de 5.41% es decir una subrasante pobre; se diseñaron alcantarillas de 36” y 48”; se diseñó una carretera tercera clase con velocidad de diseño 40 km/h; el costo total del proyecto fue de S/ 10 591 432.29.

Según Miñano (2017), en su trabajo “Diseño de la carretera cruce Huamanmarca – Loma Linda, distrito de Mache, provincia de Otuzco, departamento La Libertad”, tuvo como finalidad determinar las características para el diseño de una carretera en una topografía accidentada. Se determinó un terreno cuyo CBR es de 9.88% clasificándolo como una subrasante regular; se diseñó una carretera tercera clase con velocidad de 30 km/h y tratamiento bicapa; el presupuesto total del proyecto fue de S/ 1 481 507.28.

Otiniano (2017), realizó un trabajo para el “Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, caserío Cruz de Las Flores – Cabargón, distrito de Huamachuco – provincia de Sánchez Carrión – departamento La Libertad”, tuvo la finalidad de realizar el diseño geométrico de una carretera tercera clase en un terreno con topografía accidentada y con pendientes transversales entre 50-80% y pendientes longitudinales de hasta 10%. Se determinó un suelo tipo CL-ML, y el valor del CBR de la subrasante es de 8.27%; se diseñó una carretera con velocidad de diseño de 30 km/h, radios mínimos de 25 metros, ancho de calzada de 6 metros, berma de 0.60 metros; el costo total del proyecto fue de S/ 6 698 361.70.

Según Paredes (2017), en su trabajo de tesis denominado “Diseño de la carretera de Ochape – Samana, distrito de Cascas – provincia de Gran Chimú, departamento La

Libertad”, tuvo como objetivo diseñar una carretera en un terreno con orografía accidentada y una pendiente máxima de 10%. El estudio de mecánica de suelos determinó que está compuesto de arcilla de baja plasticidad (CL) y arenas limosas (SM); se diseñaron 10 alcantarillas de TMC de 24” y 48”; el presupuesto total de la obra fue de S/ 3 819 384.00.

Paredes y Seijas (2017), realizaron un trabajo denominado “Diseño para el mejoramiento de la carretera: sector Bella Victoria – pampas de San Juan, caserío Conache, distrito Laredo, provincia Trujillo – La Libertad”, donde tuvieron el objetivo de diseñar una carretera en un terreno plano considerando pendientes menores de 2% mayormente. Se diseñó una carretera cuya velocidad directriz es de 40 km/h, un ancho de calzada de 3.30 metros, bermas de 0.90 metros, radio mínimo de 30 metros y peraltes máximos de 8%; se determinó que el suelo es del tipo SM y el valor del CBR de la subrasante es de 14.8%; el presupuesto total del proyecto fue de S/ 13 147 087.15.

Según Pérez (2017), en su trabajo “Diseño de la carretera entre los caseríos de Unión Muchamaca – Chugur, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad”, tuvo como objetivo diseñar una carretera tercera clase con una pendiente máxima de 9.84%. Se determinó que el terreno en su mayoría es arena limosa (SM), asimismo el CBR de la subrasante tiene un valor de 41.11%; se diseñó 12 alcantarillas de 24”, 32”, 40” y 48”; la carretera tiene una superficie de rodadura de 6 metros y 0.50 metros de berma, porcentajes de bombeo de 2.5% y micropavimento de 1 cm como superficie de rodadura.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

La topografía tiene como finalidad la representación gráfica de una parte de terreno de extensiones variables indicando los posibles ríos, cerros, edificaciones, árboles, etc. también es conocida por utilizar métodos para determinar puntos en la tierra por medio de tres medidas, y utilizando la semejanza geométrica (escala) para generar planos. Una de las ramas de la topografía es la taquimetría, que consiste en la representación del terreno de manera horizontal (planimetría) y elevación (altimetría) mediante curvas de nivel. Durante el levantamiento taquimétrico es importante considera la cota, altura de un punto, de los bench mark (BM) que son

puntos permanentes, señalados y fijados en el terreno y que nos servirán para establecer nuestra red de apoyo. (Torres, 2015)

Para realizar un levantamiento topográfico es necesario establecer redes de apoyo, para el levantamiento de una carretera existente se debe utilizar la poligonal abierta, esta red de apoyo utiliza distancias y amplitud de ángulos para su cálculo. Es recomendable para distancias medianamente extensas y terrenos no accidentados. El problema de una poligonal abierta radica en que no se puede comprobar con precisión el levantamiento. Se puede comprobar cada cierto tramo cerrando la poligonal, entonces se considera una poligonal abierta pero analíticamente cerrada. El procedimiento para el cálculo y comprobación de las alturas de la red de apoyo se llama nivelación y consiste en hallar la diferencia de alturas entre dos puntos tomando como referencia un plano horizontal. (Torres, 2015)

El estudio de mecánica de suelos hace posible predecir el comportamiento de una estructura en función de los componentes del suelo y los materiales. La mecánica de suelos ha revolucionado la ingeniería permitiendo predecir fallas futuras y explicando otras ya producidas. Conocer la clasificación de suelos es importante para predecir el comportamiento del suelo frente a las estructuras. La granulometría en suelos permite determinar la proporción de partículas de suelo de un diámetro determinado y de esta manera clasificar el suelo. En suelos de partículas gruesas es posible determinar su clasificación solo con métodos de análisis granulométricos; no obstante, para suelos finos se tiene que realizar ensayos de plasticidad. El análisis mecánico de granulometría comprende los métodos por el cual se separa el suelo en diversas partes de acuerdo a su tamaño. El método del cribado por mallas, se utiliza para obtener fracciones de suelos hasta la malla N° 200; los suelos pasan sucesivamente las diversas mallas y las fracciones que quedan retenidas son pesadas generando así curvas granulométricas de los pesos acumulados. (Juárez y Rico, 2011)

Las características plásticas del suelo, es decir la medida de su plasticidad fueron estudiadas por Atterberg. Entre los estados de consistencia determinados por Atterberg están el límite líquido y el límite plástico. El límite líquido es el valor de la humedad a la cual el suelo deja de comportarse como líquido y empieza a

comportarse como plástico. Este método utiliza la copa de Casagrande determinándose la humedad necesaria para que la ranura se cierre en 25 golpes. El límite plástico es el contenido de humedad en donde el suelo deja de comportarse como plástico y empieza a comportarse como sólido. El método utilizado es mediante la realización de cilindros de 3 milímetros de diámetro hasta el momento en que estos se agrieten por la pérdida de humedad. (Juárez y Rico, 2011)

Debido a la casi infinita variedad de tipos de suelos el primer paso para analizar científicamente un suelo es clasificarlo, existen dos sistemas comúnmente utilizados para la clasificación. El primero de ellos el Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) el cual distingue a los suelos gruesos y finos por la malla N° 200, los clasifica con las siguientes combinaciones G, S, M, L, W, P. El segundo sistema de clasificación es el propuesto por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) especialmente utilizado para carreteras, clasifica los suelos en función del índice de grupo el cual indica su capacidad de ser usado como suelo de fundación para carreteras. No obstante, existen formas para aumentar la resistencia y disminución de la deformación. Uno de estos procesos es denominado compactación de suelos, este proceso depende del tipo de suelo con el que se trabaje. Para determinar el contenido óptimo de humedad para la compactación se utiliza el ensayo de proctor. (Juárez y Rico, 2011)

Otra característica importante de los suelos es determinar la humedad natural, debido a que la resistencia de los suelos está ligada a la cantidad de agua y la densidad de los mismos. Esta humedad es compara con la humedad optima de compactación y de esta manera el proyectista determinará el mejor método de compactación. La resistencia del suelo se estable en el valor de CBR el cual será determinado al 95% de la máxima densidad seca, el valor de CBR de diseño se puede determinar dependiendo del número de ensayos, con el valor del CBR se clasifica el tipo de subrasante del terreno y determina la superficie de rodadura que corresponde. (MTC, 2013)

Otro factor importante para determinar la superficie de rodadura es la carga que soportará la carretera. Esto se obtiene realizando el cálculo de ejes equivalentes a través del estudio de tránsito. El índice medio diario anual (IMDA) representa el

promedio aritmético de la cantidad diaria de vehículos que pasan una sección de la vía. Este valor se utiliza para la proyección de la vía, características geométricas, acondicionamiento del pavimento, etc. La máxima velocidad a la que un vehículo puede transitar con seguridad y comodidad por una vía es conocida como velocidad de diseño. Esta se escoge en función de la topografía y el IMDA de la sección de la vía. Es a partir de este parámetro que se determinan las características geométricas de la carretera. Una de las características geométricas más importantes que puedan garantizar la seguridad vial, es el radio mínimo el cual es el menor radio que puede utilizar en función de la velocidad de diseño y el peralte máximo para transitar con seguridad y comodidad. (MTC, 2018)

Es necesario un ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía en los tramos en curva, que compensa el espacio que necesitan los vehículos para voltear. A este ancho adicional se le denomina sobreancho y su desarrollo se realiza en la longitud de transición de peralte o longitud de la curva de espiral. El diseño geométrico de una carretera comprende el diseño geométrico en planta u horizontal, el diseño geométrico en perfil y el diseño geométrico de la sección transversal. Este último comprende el diseño de la calzada, que es la superficie de rodadura de la carretera; la berma, que es un espacio adicional a la calzada utilizada para casos de emergencia; el bombeo que es la inclinación de la calzada con el fin de evacuar las aguas superficiales de la carretera a las cunetas; el peralte que es la inclinación de las carreteras en las curvas y tiene la función de contrarrestar la fuerza centrífuga; y los taludes que es la inclinación lateral del terreno lateral a la carretera, estos pueden ser terraplenes (relleno) o corte. (MTC, 2018)

#### **1.4. Formulación del problema**

¿Qué características técnicas deberá presentar el diseño del mejoramiento de la carretera tramo baños termales Chimú – Rancho Grande, distrito de Sayapullo, Gran Chimú, La Libertad?

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

Esta investigación nos permitió diseñar una carretera que cumple con los parámetros técnicos vigentes en el manual de carretera diseño geométrico 2018, aplicando el método científico garantizando una transitabilidad segura y cómoda de

los pobladores; como son radios mínimos en función de la velocidad de diseño, el tipo de carretera y la topografía del terreno; peralte y pendientes máximas; anchos de calzada y berma, etc. Actualmente, la carretera no cuenta con cunetas para el drenaje de precipitaciones, ni mucho menos con alcantarillas; además, el ancho de vía no es el adecuado.

Es de utilidad también para posteriores investigaciones sobre el desarrollo y diseño de infraestructura vial, diseño de drenaje y obras de arte que garanticen la evacuación rápida y eficaz del agua superficial en la carretera. Así como también las características del terreno y suelo que influyen en el diseño geométrico y diseño de la carpeta de rodadura.

Además, nos sirvió como medio comparativo de los parámetros de la norma anterior (DG-2014), utilizada en investigaciones anteriores de este tipo, y la norma actualmente vigente (DG-2018). Permitiendo el análisis de cada parámetro actualizado, observando las mejores y correcciones de algunos errores en la norma pasada.

Del mismo modo el proyecto mejorará la vida de los pobladores reactivando la economía del distrito debido al incremento del flujo turístico propiciando el desarrollo socioeconómico y cultural de la zona; con la creación de hospedajes, centros comerciales, venta de productos autóctonos, etc. Además, conocer el presupuesto total de la obra le permitirá a la Municipalidad distrital de Sayapullo incluirlo dentro del presupuesto anual del año 2019 o en caso contrario pedir el presupuesto a la entidad correspondiente.

## **1.6. Hipótesis**

La hipótesis es implícita al tratarse de un proyecto de investigación descriptiva cuya verificación se realizará por medio de los resultados.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivos General**

Realizar el diseño del mejoramiento de la carretera tramo baños termales Chimú – Rancho Grande, distrito de Sayapullo, Gran Chimú, La Libertad.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

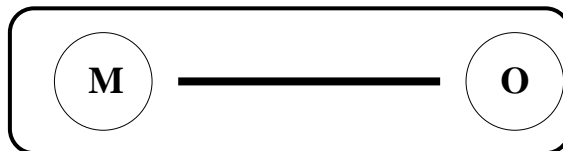
- Realizar el levantamiento topográfico de la carretera para determinar las pendientes de la carretera.
- Realizar el estudio de mecánica de suelos para conocer las propiedades mecánicas y la resistencia de los mismos.
- Realizar el estudio hidrológico para determinar los caudales máximos para el diseño de obras de arte.
- Elaborar el diseño geométrico de la carretera para garantizar la seguridad y comodidad al transitarla.
- Realizar el estudio de impacto ambiental para determinar, prevenir y mitigar los impactos generados.
- Determinar los costos unitarios y el presupuesto total del proyecto para conocer el costo total del proyecto.



## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

El diseño de la investigación es no experimental, transversal y descriptiva simple, cuyo esquema es el siguiente:



M : Área de influencia del proyecto y los beneficiarios

O : Datos obtenidos en campo

### 2.2. Variables, Operacionalización

#### 2.2.1. Variable

Diseño para el mejoramiento de la carretera.

##### 2.2.1.1. Definición conceptual

Consta de un mejoramiento que se le realiza a la carretera en perfil y en planta, elaborando un nuevo alineamiento y diseñando nuevos drenajes. La finalidad de este mejoramiento es tener una carretera más segura, cómoda, y sobre todo en armonía con el medio ambiente, garantizando un buen servicio a los usuarios.

##### 2.2.1.2. Definición operacional

Por medio de los estudios realizados como por ejemplo: estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico y diseño de obras de arte, diseño geométrico, estudio de impacto ambiental y el análisis de los costos y presupuesto.

## 2.2.2. Operacionalización de variables

Cuadro 2 - Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño para el mejoramiento de la carretera	Levantamiento topográfico	Estudio que permite realizar la representación gráfica del terreno. (Torres, 2015)	Conjunto de métodos de medición de distancias, ángulos y alturas entre dos o más puntos, poligonal abierta y nivelación directa.	Distancia (m)	Cuantitativa de razón
				Área de estudio (m <sup>2</sup> )	Cuantitativa de razón
				Ángulos (°, ', ")	Cuantitativa de intervalo
				Elevación (msnm)	Cuantitativa de razón
	Estudio de mecánica de suelos	Estudio que permite predecir el comportamiento de las estructuras frente a las características de un determinado suelo. (Juárez y Rico, 2011)	Conjunto de procedimientos para la extracción, muestreo y ensayos de laboratorio. Mediante calicatas por cada kilómetro y CBR cada 3 kilómetros.	Granulometría (%)	Cuantitativa de razón
				Contenido de humedad (%)	Cuantitativa de razón
				Límites de Atterberg (%)	Cuantitativa de razón
				Densidad seca máxima (kg/cm <sup>3</sup> )	Cuantitativa de razón
				CBR (%)	Cuantitativa de razón
	Estudio hidrológico y obras de arte	Estudio que permite determinar los caudales máximos y diseñar obras de arte. (MTC, 2011)	Conjunto de métodos probabilísticos que permiten predecir los caudales máximos. Hidroesta 2.	Precipitaciones (mm)	Cuantitativa de razón
				Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Cuantitativa de razón
				Área de cuenca (m <sup>2</sup> )	Cuantitativa de razón
				Diámetro de alcantarillas (")	Cuantitativa de razón
				Dimensiones de cunetas (m)	Cuantitativa de razón
	Diseño geométrico	Estudio que permite determinar las características geométricas de una carretera. (MTC, 2018)	Conjunto de parámetros técnicos incluidos en el manual DG-2018. Velocidad de diseño, radio mínimo, pendientes mínimas y máximas, peraltes, ancho de calzada y berma.	Velocidad de diseño (km/h)	Cuantitativa de razón
				Radio mínimo (m)	Cuantitativa de razón
				Pendiente (%)	Cuantitativa de intervalo
				Peralte (%)	Cuantitativa de intervalo
				Ancho de calzada (m)	Cuantitativa de razón
				Ancho de berma (m)	Cuantitativa de razón
	Estudio de impacto ambiental	Estudio que permite identificar los impactos que generará la carretera.	Mediante la Matriz de Leopold.	Impacto positivo (+%)	Cualitativa ordinal
				Impacto negativo (-%)	Cualitativa ordinal
	Análisis de costos y presupuesto	Estudio que permite calcular el presupuesto total del proyecto. (CAPECO, 2015)	Conjunto de métodos para metrado y análisis de precios unitarios.	Metrados	Cuantitativa de razón
				Análisis de Precios Unitarios	Cuantitativa de razón
				Fórmulas polinómicas (%)	Cuantitativa de razón
				Gastos generales (S/)	Cuantitativa de razón

### **2.3. Población y muestra**

Es toda el área de influencia de la carretera; es decir, los alrededores de los baños termales Chimú y el caserío Rancho Grande.

### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **2.4.1. Técnicas**

La técnica que se utilizó es la observación.

#### **2.4.2. Instrumentos**

Para el estudio topográfico se utilizaron equipos especializados para estos trabajos. Para el estudio de mecánica de suelos utilizamos herramientas para extracción de muestras y equipos de laboratorio para su procesamiento. Para el diseño geométrico, estudio hidrológico, estudio de impacto ambiental y el análisis de costos se utilizaron computadoras con softwares especializados.

### **2.5. Método de análisis de datos**

Los datos obtenidos del levantamiento topográfico fueron procesados con el software AutoCAD Civil 3D 2018, el mismo que nos permite generar superficies taquimétricas. El software ArcGis 10.5 se utilizó para obtener parámetros de cuenca para el diseño de alcantarillas de paso. Para realizar el diseño geométrico utilizamos el AutoCAD Civil 3D 2018 el cual genera las secciones transversales y calcula los volúmenes de los movimientos de tierra. Finalmente, el software S10 2005 lo utilizamos para realizar el presupuesto total de obra.

### **2.6. Aspectos éticos**

El investigador se compromete a trabajar en todo momento con datos reales, a desarrollar el proyecto sin afectar al medio ambiente y promoviendo el desarrollo sostenible del país. Asimismo, el investigador contará con los permisos de las autoridades de la Municipalidad Distrital de Sayapullo y de la Universidad César Vallejo.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Estudio topográfico**

##### **3.1.1. Generalidades**

El levantamiento topográfico se realiza con el objetivo de conocer las características que posee nuestro terreno en estudio. Se tuvieron diferentes puntos con su respectiva elevación y coordenadas, para después plasmarlos en un plano donde nos permita realizar el diseño geométrico de la carretera. Las coordenadas que se emplearon fueron UTM WGS 84.

##### **3.1.2. Finalidad**

La finalidad del estudio topográfico es representar gráficamente el terreno en estudio mediante los diferentes puntos tomados en campo.

##### **3.1.3. Metodología**

###### **3.1.3.1. Trabajo de campo**

Representa al trabajo que se realiza directamente en la zona de estudio. Se usan diferentes equipos lo cuales permiten realizar el levantamiento topográfico. Las personas que operen los equipos, deben estar capacitados para hacer el levantamiento sin problema alguno.

###### **3.1.3.1.1. Reconocimiento del terreno**

En el reconocimiento del terreno se obtiene información acerca de la zona en estudio, además de observar y determinar los diferentes equipos que se usaran. También se observa si es que existen obras de artes a lo largo de la carretera. Todos los datos obtenidos en el reconocimiento fueron de mucha ayuda para no tener complicaciones cuando se realizó el levantamiento topográfico.

###### **3.1.3.1.2. Punto de control planimétrico**

Son puntos ubicados de manera estratégica, visibles y seguros que no sufran perjuicios debido a que serán utilizados ante un eventual replanteo. A estos puntos también se le denomina Bm's.

### 3.1.3.1.3. Trazo de la poligonal

Es la unión de las diferentes líneas que poseen distintas direcciones y elevación, las cuales se midieron en el campo.

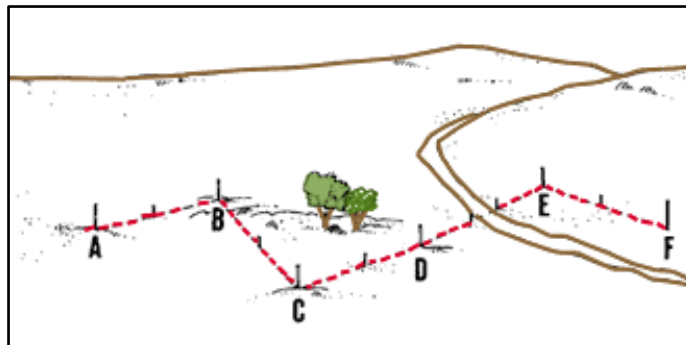


Figura 4 – Polígono de apoyo

Fuente: [www.fao.org](http://www.fao.org)

### 3.1.3.1.4. Instrumentos

Los equipos utilizados durante el levantamiento topográfico se detallan a continuación:

Equipos:

- GPS Garmin
- Nivel
- Estación total (incluye trípode).
- 03 prismas
- 02 radios transmisores
- 03 bastones
- 01 wincha de 50m
- 01 cámara fotográfica

Recurso humano:

- Topógrafo (tesista)
- Asistente de topografía (tesista)
- Tres ayudantes (bastoneros)

### 3.1.3.1.5. Levantamiento topográfico de la zona

Todo el trabajo de campo se realizó durante una semana con ayuda de la estación total, GPS, etc. Todos los datos recopilados en campo se

procesaron en gabinete. Además, se determinó si es que existen alcantarillas o puentes a lo largo del tramo de la carretera. El punto inicial de la carretera tiene las siguientes coordenadas E: 761916.50, N: 9164928.27; y el punto final E: 769302.43, N: 9164354.24.

### 3.1.3.2 Trabajo de gabinete

Recopilados todos los datos en campo, se pasan al software para su posterior procesamiento. Los puntos guardados dentro de la estación se copian en una memoria USB y se transportan a una hoja de Excel para luego ser puesto en el software. Se trabajó con el software AutoCad Civil 3D 2018 para la elaboración del diseño geométrico.

#### 3.1.3.2.1 Calidad de datos

Se deben verificar que los datos obtenidos en campo no estén errados y que no haya puntos duplicados. Una vez verificado, se procede a realizar la superficie del terreno con su respectiva triangulación.

#### 3.1.3.2.2 Planos topográficos

Los planos serán emplantillados en hojas A1, en donde se reflejará la carretera en planta y su perfil longitudinal por cada Km. La escala es variable según lo que se quiera mostrar.

### 3.1.4. Clasificación de la vía según la topografía del terreno

#### 3.1.4.1. Análisis de pendientes transversales

Se analizó la pendiente transversal (perpendicular al eje) cada 500 metros a lo largo del recorrido de la vía, obteniéndose como resultado:

Cuadro 3 - Pendiente transversal

Punto	Pendiente	Progresiva	Clase
1	41.48%	Km 0+000.00	Terreno ondulado (tipo 2)
2	90.04%	Km 0+500.00	Terreno accidentado (tipo 3)
3	74.78%	Km 1+000.00	Terreno accidentado (tipo 3)
4	-60.60%	Km 1+500.00	Terreno accidentado (tipo 3)
5	94.69%	Km 2+000.00	Terreno accidentado (tipo 3)
6	87.45%	Km 2+500.00	Terreno accidentado (tipo 3)
7	-81.19%	Km 3+000.00	Terreno accidentado (tipo 3)

8	99.26%	Km 3+500.00	Terreno accidentado (tipo 3)
9	-92.21%	Km 4+000.00	Terreno accidentado (tipo 3)
10	62.25%	Km 4+500.00	Terreno accidentado (tipo 3)
11	-87.68%	Km 5+000.00	Terreno accidentado (tipo 3)
12	70.28%	Km 5+500.00	Terreno accidentado (tipo 3)
13	-53.70%	Km 6+000.00	Terreno accidentado (tipo 3)
14	-43.76%	Km 6+500.00	Terreno ondulado (tipo 2)
15	-56.33%	Km 7+000.00	Terreno accidentado (tipo 3)
16	-83.59%	Km 7+500.00	Terreno accidentado (tipo 3)
17	65.93%	Km 8+000.00	Terreno accidentado (tipo 3)
18	-81.86%	Km 8+500.00	Terreno accidentado (tipo 3)
19	-60.23%	Km 9+000.00	Terreno accidentado (tipo 3)
20	-48.79%	Km 9+379.09	Terreno ondulado (tipo 2)

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados demuestran que un 85% del área de estudio presenta terreno accidentado (tipo 3); además, un 15% clasifica como terreno ondulado.

### 3.1.4.2. Análisis de pendientes longitudinales de la carretera

A continuación, se muestra las pendientes longitudinales que se obtuvieron del estudio preliminar de la carretera.

Cuadro 4 - Pendiente longitudinal

Tramo	Pendiente	Inicio	Final	Clase
1	8.35%	Km 0+000	Km 0+110	Terreno escarpado (tipo 4)
2	-4.69%	Km 0+110	Km 0+600	Terreno ondulado (tipo 2)
3	8.30%	Km 0+600	Km 1+070	Terreno escarpado (tipo 4)
4	-6.00%	Km 1+070	Km 1+320	Terreno ondulado (tipo 2)
5	2.75%	Km 1+320	Km 1+720	Terreno plano (tipo 1)
6	0.62%	Km 1+720	Km 2+040	Terreno plano (tipo 1)
7	5.24%	Km 2+040	Km 2+250	Terreno ondulado (tipo 2)
8	-4.44%	Km 2+250	Km 2+610	Terreno ondulado (tipo 2)
9	3.67%	Km 2+610	Km 3+155	Terreno ondulado (tipo 2)
10	-8.48%	Km 3+155	Km 3+320	Terreno escarpado (tipo 4)
11	0.78%	Km 3+320	Km 3+575	Terreno plano (tipo 1)
12	8.24%	Km 3+575	Km 3+745	Terreno escarpado (tipo 4)
13	-9.17%	Km 3+745	Km 3+865	Terreno escarpado (tipo 4)
14	4.14%	Km 3+865	Km 4+420	Terreno ondulado (tipo 2)
15	-3.12%	Km 4+420	Km 4+580	Terreno ondulado (tipo 2)
16	8.57%	Km 4+580	Km 4+825	Terreno escarpado (tipo 4)
17	-2.81%	Km 4+825	Km 5+145	Terreno plano (tipo 1)
18	4.29%	Km 5+145	Km 6+055	Terreno ondulado (tipo 2)

19	2.34%	Km 6+055	Km 7+125	Terreno plano (tipo 1)
20	8.84%	Km 7+125	Km 7+340	Terreno escarpado (tipo 4)
21	-2.86%	Km 7+340	Km 7+515	Terreno plano (tipo 1)
22	6.74%	Km 7+515	Km 7+960	Terreno accidentado (tipo 3)
23	-2.40%	Km 7+960	Km 8+085	Terreno plano (tipo 1)
24	8.57%	Km 8+085	Km 8+225	Terreno escarpado (tipo 4)
25	-0.75%	Km 8+225	Km 8+490	Terreno plano (tipo 1)
26	4.95%	Km 8+490	Km 8+975	Terreno ondulado (tipo 2)
27	-7.83%	Km 8+975	Km 9+090	Terreno accidentado (tipo 3)
28	9.02%	Km 9+090	Km 9+223	Terreno escarpado (tipo 4)
29	-3.93%	Km 9+223	Km 9+379	Terreno ondulado (tipo 2)

Fuente: Elaboración propia.

Podemos visualizar que un 44% del trayecto de la vía se puede calificar como terreno ondulado tipo 2; no obstante, un 6% pertenece a un terreno accidentado.



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

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

El estudio de mecánica de suelos se realiza directamente sobre la zona en estudio. Se realizan diferentes calicatas para la extracción de las muestras de suelos, para luego ser procesadas en laboratorios.

### **3.2.2. Objetivos**

La finalidad del estudio de mecánica de suelos es evaluar las características físicas y mecánicas del suelo por donde irá la carretera diseñada.

### **3.2.3. Descripción**

El proyecto Diseño para el mejoramiento de la carretera que une el centro turístico baños termales Chimú y el caserío Rancho Grande, ubicado en Sayapullo – Gran Chimú, que tienen las coordenadas E: 779711.86 N: 9159599.16, con una elevación de 2374 m.s.n.m.

#### **3.2.3.1. Trabajo de campo**

Se ubicaron las calicatas y se procedió a la excavación para la posterior extracción de las muestras.

#### **3.2.3.2. Calicatas**

Se realizaron 9 calicatas a lo largo del tramo de la carretera con una profundidad de 1.5 m. La extracción de muestras para los ensayos de CBR y Proctor modificado se debe realizar a una profundidad de 0.6 m.

Cuadro 5 - Ubicación de calicatas

Nº Calicata	Ubicación	Profundidad
C-1	Km 00+500	1.5 m
C-2	Km 01+500	1.5 m
C-3	Km 02+500	1.5 m
C-4	Km 03+500	1.5 m
C-5	Km 04+500	1.5 m
C-6	Km 05+500	1.5 m
C-7	Km 06+500	1.5 m
C-8	Km 07+500	1.5 m
C-9	Km 08+500	1.5 m

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.2.3.3. Descripción de ensayos realizados**

#### **a. Análisis granulométrico**

Este ensayo consiste en seca la muestra en el horno por un tiempo de 15-24 horas, posteriormente es pesado y lavado para eliminar el material fino (limos y arcillas), finalmente se realiza el tamizado del material sobrante desde el tamiz 3" hasta el tamiz N°200.

#### **b. Contenido de humedad**

El objetivo es conocer la cantidad de agua que contiene la muestra. Este ensayo se debe desarrollar de manera inmediata luego de su extracción.

#### **c. Límites de consistencia**

Son los diferentes comportamientos que muestra el suelo a diferentes cantidades de agua. Este ensayo se realiza con la muestra tamizada por el tamiz N° 40 y combinada con agua destilada hasta encontrar el límite líquido y límite plástico.

##### **- Límite líquido**

Para este ensayo se debe mezcla un poco de suelo con agua destilada hasta lograr una pasta, la cual se unta encima de la copa Casagrande y se golpea hasta cerrar la ranura. Los rangos de golpes son de 15 a 25, 20 a 30 y 25 a 35.

##### **- Límite plástico**

Con el material sobrante del límite líquido se usa para hacer rollitos de 2 mm sobre una placa de vidrio hasta el punto que los rollitos se agrieten.

#### **d. Clasificación de suelos**

Se refiere a la denominación que recibe el suelo de acuerdo a las características que muestra luego de haber sido analizado en el laboratorio. Se utilizan dos sistemas de clasificación de suelos, uno de ellos es el sistema unificado de clasificación de suelos, más conocido por las siglas SUCS; y también está la clasificación AASHTO, la cual se considera para la construcción de carreteras.

#### **e. Proctor modificado**

La finalidad del ensayo de Proctor modificado es conocer la densidad máxima de compactación del suelo a un óptimo contenido de humedad. Este dato es muy importante para saber cuándo compactar el suelo y evitar que el suelo presente fallas.

#### **f. Relación de soporte de California, CBR**

Tiene como finalidad conocer la capacidad de soporte de carga vial del suelo. En otras palabras, se conocerá cuanta carga vehicular soportará nuestro suelo. El CBR está definido como la fuerza en la que un pistón penetra a una profundidad determinada.

### **3.2.3.4. Características del proyecto**

#### **Calicata N°1**

Contenido de humedad:	3.82 %
Límite líquido:	NP
Límite plástico:	NP
Índice de plasticidad:	NP
Clasificación SUCS:	GM, Grava limosa con arena.
Clasificación AASHTO:	A-1-b (0), Material granular. Fragmento de roca, grava y arena. Excelente a bueno como subrasante. Con un 28.70% de finos.

#### **Calicata N°2**

Contenido de humedad:	4.09 %
Límite líquido:	22
Límite plástico:	15
Índice de plasticidad:	7
CBR (100 %):	47.75 %
Clasificación SUCS:	GC, Grava arcillosa con arena.
Clasificación AASHTO:	A-2-4 (0), Material granular. Grava y arena arcillosa o limosa. Excelente a bueno como subrasante. Con un 31.74 % de finos.

### **Calicata N°3**

Contenido de humedad:	4.06 %
Límite líquido:	NP
Límite plástico:	NP
Índice de plasticidad:	NP
Clasificación SUCS:	GM, Arena limosa con arena.
Clasificación AASHTO:	A-4 (0), Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subrasante. Con un 41.55 % de finos.

### **Calicata N°4**

Contenido de humedad:	13.86 %
Límite líquido:	22
Límite plástico:	8
Índice de plasticidad:	14
Clasificación SUCS:	GC, Grava arcillosa con arena.
Clasificación AASHTO:	A-6 (2), Material limo arcilloso. Suelo arcilloso. Pobre a malo como subrasante con un 45.43% de finos.

### **Calicata N°5**

Contenido de humedad:	17.20 %
Límite líquido:	14
Límite plástico:	9
Índice de plasticidad:	5
CBR (100 %):	35.04 %
Clasificación SUCS:	SC-SM, Arena limo-arcillosa con grava.
Clasificación AASHTO:	A-4 (0), Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subrasante. Con un 47.75% de finos.

### **Calicata N°6**

Contenido de humedad:	7.32 %
Límite líquido:	NP
Límite plástico:	NP
Índice de plasticidad:	NP
Clasificación SUCS:	SM, Arcilla limosa con grava.

Clasificación AASHTO: A-4 (0), Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subrasante. Con un 43.19% de finos.

#### **Calicata N°7**

Contenido de humedad: 8.19 %  
Límite líquido: 10  
Límite plástico: 7  
Índice de plasticidad: 3  
Clasificación SUCS: SM, Arena limosa con grava.  
Clasificación AASHTO: A-4 (0), Material limo arcilloso. Suelo limoso. Pobre a malo como subrasante. Con un 44.01% de finos.

#### **Calicata N°8**

Contenido de humedad: 6.93 %  
Límite líquido: NP  
Límite plástico: NP  
Índice de plasticidad: NP  
CBR (100 %): 44.49 %  
Clasificación SUCS: SM, Arena limosa con grava.  
Clasificación AASHTO: A-2-4 (0), Material granular. Grava y arena arcillosa o limosa. Excelente a bueno como subrasante. Con un 29.93% de finos.

#### **Calicata N°9**

Contenido de humedad: 10.40 %  
Límite líquido: NP  
Límite plástico: NP  
Índice de plasticidad: NP  
Clasificación SUCS: GM, Arena limosa con arena.  
Clasificación AASHTO: A-1-b (0), Material granular. Fragmentos de roca, grava y arena. Excelente a bueno como subrasante. Con un 18.48% de finos.

### 3.2.3.5. Resumen de resultados

Cuadro 6 - Resumen de resultados de estudio de suelos

Calicatas	Clas. SUCS	Clas. AASHTO	% de Humedad	CBR-100%
C-1	GM	A-1-b(0)	3.82	
C-2	GC	A-2-4(0)	4.09	47.75
C-3	GM	A-4(0)	4.06	
C-4	GC	A-6(2)	13.86	
C-5	SC-SM	A-4(2)	17.2	35.04
C-6	SM	A-4(0)	7.32	
C-7	SM	A-4(0)	8.19	
C-8	SM	A-2-4(0)	6.93	44.49
C-9	GM	A-1-b(0)	10.4	

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.4. Estudio de cantera

#### 3.2.4.1. Identificación de cantera

Se define como cantera a un lugar donde se explota y posteriormente se extrae material que se utiliza para el afirmado de la carretera. Se ubicaron dos canteras a los costados del río, una de ellas está en la progresiva 4+000.00 y la otra en la progresiva 5+800.00. Las dos canteras suman un aproximado de 298000 m<sup>3</sup>.

#### 3.2.4.2. Resumen de las características de la cantera

Cuadro 7 - Resumen de estudios de la cantera

DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ						INDICE DE PLASTICIDAD	LIMITE LIQUIDO	CBR (100%)
		1 "	3/8 "	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200			
CANTERA	Km 5+800	100	55.22	34.60	25.81	15.87	5.07	4	12	90.29

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.5. Estudio de fuente de agua

#### 3.2.5.1. Identificación de la fuente

Es de suma importancia contar con una fuente de agua cercana. Para el presente proyecto se tomará como fuente la quebrada ubicada en la progresiva 8+350. La quebrada atraviesa la vía, por lo tanto tiene fácil acceso.

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

#### **3.3.1. Hidrología**

##### **3.3.1.1. Generalidades**

El presente estudio hidrológico muestra la información hidrométrica disponible, la misma que ha sido tratada y procesada para lo cálculo subsiguientes. La prioridad es determinar los caudales máximos de cada tiempo de retorno con el fin de diseñar la obra de arte que se desee.

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

El objetivo es determinar los requerimientos de drenaje de la carretera

##### **3.3.1.3. Estudios hidrológicos**

El objetivo de un estudio hidrológico permite determinar los caudales máximos en ciertos tiempos de retorno para las obras de arte. Sin embargo, lo diversos factores que intervienen en un ciclo hidrológico no son posible de predecir con exactitud; por ello los estudios hidrológicos adoptan teoremas probabilísticos, estadísticos y experimentales en su determinación.

#### **3.3.2. Información hidrometeorológica y cartográfica**

##### **3.3.2.1. Información pluviométrica**

Para inferir acertadamente la esorrentía superficial máxima en el área de estudio, se usó la información precipitaciones máximas en 24 horas correspondientes a la estación más cercana. En el Perú la información pluviométrica es administrada por el SENAMHI.

La estación más cercana al proyecto vial es la estación de Sayapullo (UTM WGS84 17S E: 781483.338 N: 9179380.700 Z: 3432 msnm) la cual cuenta con información desde 1980 al 2004, un total de 25 años con algunos datos faltantes; sin embargo, la altitud de la estación está 2403 metros sobre la altitud media de la vía (1029 msnm) consecuentemente usar esta estación no garantizaría resultados óptimos.

Por esta razón fue necesario buscar otra estación cercana, con una buena cantidad de datos y además que la altitud sea similar a la altitud media de la

carretera. La estación que cumplía con esas características fue la estación de Callancas-Charat-Otuzco (UTM WGS84 17S E: 778238.323 N: 9140589.283 Z: 1501 msnm), estación que cuenta con datos desde 1971 a 2009, un total de 39 años con algunos datos faltantes; además los datos son más actuales y la diferencia con la altitud media de la vía es de 472 metros.

### 3.3.2.2. Precipitaciones máximas en 24 horas

La serie de datos obtenida de SENAMHI es la que se muestra a continuación:

Cuadro 8 - Información pluviométrica

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1971	SD	SD	SD	SD	SD	4.9	0	4.5	4	7.9	5.1	7.9
1972	21.2	18.3	24	6.2	5.5	2.1	0	0	4.2	3.2	11.1	14.6
1973	20.2	9.4	20	23.1	7.3	5.1	1.3	0	12.1	9.2	4.9	8.5
1974	15.9	19.4	14.9	10.6	0	5.5	0	0	6.1	9.5	2.1	6
1975	13.2	29	31	15.5	5.9	3.3	1.3	11	5.6	14.5	6.1	4.3
1976	22.5	23.4	25.5	8.9	3.9	8.9	0	0	0	6.4	0	12.6
1977	32.4	26.6	19.2	12.4	2.7	0	1.8	0	5.3	14.4	0.4	11.6
1978	23.7	13.7	14.9	9.2	9.7	0	0	0	8.6	1.4	8.4	6.5
1979	8.6	8.6	30.7	6.4	3.2	0	3.8	4.3	3.2	1.5	0	2.6
1980	5.1	5.8	15	19.9	1.2	0	0	0	0	9.6	17.4	17.7
1981	19.5	35.5	15.6	7.8	0	1.3	0	2.1	1.8	8.8	4.7	16.1
1982	10	15.5	6.3	12.7	4.4	0	0	0	SD	SD	SD	SD
1983	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
1984	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
1985	1.8	30.4	15.2	9.4	0	0	0	3.2	4.2	0	0	6.1
1986	17.2	17.3	19.1	15.2	3.2	0	3	3.1	0	3.3	6	7.5
1987	26.7	16.7	20	16.5	3.1	0.3	4.1	4.2	0.6	5	8.4	9.5
1988	18	12	15.5	11.4	4.8	2.5	0.2	0	1	8	4.2	6.4
1989	12.2	23.2	17.2	11.7	1.5	1.3	0	3	4.5	0	1.1	4.2
1990	1.1	0	6.4	7.5	2	0	0	0	4.2	7.7	5.2	3.2
1991	1.1	10.1	14.1	12	2.2	1.1	0	0	0	6.2	11.2	6.4
1992	0	4.5	10.6	2.4	0	0	0	0	0	0	0	1.2
1993	0	13.4	12.7	13.1	5.3	0	0	0	22.2	15.3	4.2	9.8
1994	7.8	10	12.4	4.4	6.8	0	3	0	2.7	0	10.4	13.8
1995	9.6	15	5.2	33.6	3.2	5	2.5	1.7	8.5	11.7	4.3	16.9
1996	8.6	21.6	22.7	6.9	3.2	0	0	0	3.4	8.1	0	2.4
1997	5.6	16.1	9.2	10	8.6	3.4	0	0	4.6	21	6.6	23.3
1998	22.3	42.5	22.1	21.4	5.3	3.4	0	0	3.4	11.3	6.2	11.8
1999	14.9	37.5	12.8	16.4	9.1	6.9	2.5	0	8.3	4.7	7.8	13.8
2000	13.7	20.8	17.1	14.6	22	3.2	0	4.3	5.1	SD	9	17.6
2001	15.9	8.8	33.6	14.4	5.5	3.1	0	0	6.2	17	8.3	8.8
2002	5.7	32.4	26	23.4	0.9	4	0	0	0.8	7.8	23.7	9.5
2003	13.4	28.8	7.6	9	5.1	SD	1.5	0.2	3.1	4	3.2	22.2
2004	4.2	17.5	23.1	5.6	12.4	0	1.1	0	7.5	18.6	4.3	21
2005	8	11.2	32	4.8	0	0.1	0	0	0	7.7	3.9	9.9
2006	15	19.3	19.6	12.9	8.3	6.5	3.6	1	1.9	1.3	5.8	9.6
2007	10.6	6.3	19.9	15.5	31.9	0	0	0.1	1	9.5	10.5	9.5
2008	25.8	31.9	19.8	16.8	1.6	3	0.7	0.7	1.4	11.6	7.8	0.5



2009	28.7	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
------	------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Fuente: SENAMHI

Como se puede observar existen algunos datos faltantes (SD); por lo tanto, es necesario realizar un completamiento de series. Para realizar el completamiento de la serie se utilizó la información complementaria de la estación de Quiruvilca y el método de los promedios.

Cuadro 9 - Información de estación de Quiruvilca

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1965	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	19	6	18	10	14
1966	9	11	10	9	0	0	0	0	11	12	9	12
1967	13	12	13	9	10.5	5	7.5	13	13	11.5	13	11.5
1968	12	13	11.5	8	5	5.5	4	4.5	7.5	4.5	4	4.5
1969	3	7	8	6.5	3.5	5	2.5	2.5	2.5	5	6	5.5
1970	7	4	4.5	5	4	2	4.5	3	4.5	5	4.5	4.5
1971	3.5	5	5.5	6	3.5	3.5	2	5	6	4	5.5	6.5
1972	4.5	4.5	4.5	3	4.5	4	3	2	3	4	3.5	4.5
1973	6.5	4.5	4.5	4.5	6.5	3	5	5.5	3.5	4	5.5	4
1974	3.5	5	6	SD	3	3.5	2.5	1.5	3	3.5	3.5	5
1975	6	10.5	17	7	5	3	4	4.5	4.5	4	4	4.5
1976	4.5	6	9.5	9.8	9.7	6.5	3.5	4.5	5.5	7	4.5	15.5
1977	10.8	17.5	11.5	14.5	11	6	12.3	7	6	10	9.5	7.5
1978	6.5	8.5	10.5	10.5	9.5	4	8	2.5	11.5	22.3	16.8	13.7
1979	9.7	15.5	36.3	22.8	12.7	7.3	12.5	6.7	15.7	8.8	6	9.5
1980	14.5	14.4	19.4	24.4	22.8	9.5	0	6.5	5.3	19.7	18.5	17.6
1981	14	23.9	15.2	11.6	7.5	11.3	0	8	12.8	14.3	14.5	19.8
1982	14	15.3	16.6	16.2	13.2	3.6	0	10.5	12.2	28.6	16.9	20.2
1983	27.1	15.6	42	27.7	15.9	10.8	3.2	3.8	10.4	15.2	8.8	10.7
1984	20.9	47.5	27.8	21.6	11.8	22.6	9.7	5.2	16.2	17.4	16.3	7.8
1985	4.3	16.6	27.3	15.5	11.5	8.7	6.3	7.3	7.8	23.8	8.4	21.7
1986	34.3	23.2	24.5	27.7	20.7	9.6	10.8	5.3	11.2	23.7	22.7	29.6
1987	22.5	22.9	7.7	12.8	17.7	0	3.5	5.8	21.7	25.4	22	19.4
1988	19.7	21.4	14.8	21.6	18.2	8.3	0	3.5	17.3	16.3	11.8	17.8
1989	20.4	24.8	29.5	24.4	23.8	7.7	0	3.2	14.7	SD	SD	SD
1990	14.3	16.8	25.5	22.9	20.9	2.3	0	0	10.5	18.8	25.8	20.9
1991	9.2	18.9	16.7	18.3	19.4	8.5	5.6	0	7.6	6.2	0	8
1992	5.5	9.2	29.5	24.4	23.8	7.7	0	3.2	18.6	16.3	11.8	17.8
1993	17.8	27.5	35.1	30.4	27.5	12.9	5.5	7.3	23.6	25.6	35.8	38.6
1994	22.5	29.5	29.5	30.7	33.7	24.8	9.3	5.3	18.5	24.2	5.1	34.2
1995	22.7	10	12.7	18.8	13.8	9	6.6	4.3	12.2	20.8	32.4	17.3
1996	32.9	25.4	31.8	19.5	7.8	3.3	1.1	12.2	9.5	18.7	11.6	12.5
1997	10	29.3	24	SD	10.3	11.9	7.1	7.7	16.2	14.6	23	28.6
1998	23.7	32.5	42.6	16.7	9.7	2.5	2.5	24.9	16.7	26.5	4.3	12.9
1999	19.8	37.2	24.1	33.2	20.6	17	11.6	4.3	26.6	11.5	12.2	21.3
2000	28.6	23	30.3	18	21.9	11	7.9	7.5	11.4	7.2	28.9	36.3
2001	20.9	16.8	32.3	27.7	26.3	9.7	5	SD	14.2	23.6	32.4	25.7
2002	32.3	17.6	24	44.7	8	19.1	12.4	0	30.1	30.9	22.5	28.8

2003	34.6	24.4	24.5	14.1	13.6	12.6	5	0	10.6	14.6	11.2	26.6
2004	37	29.3	27.4	28.8	17.2	SD	17.7	0	16.3	24.8	22.6	26.3
2005	20.4	38.5	29.3	14	6.4	3.5	9.2	14.7	18.4	22.7	17	26.2
2006	18.1	22.9	27.5	13.3	14.1	11.3	4.8	8.1	12.9	31.2	14.8	21.7
2007	28.9	21.6	35.3	17.7	22.4	4.8	11.1	6	9.8	16.3	12.4	40.4
2008	31.4	25.5	32.2	20.8	21.5	13.5	10.7	8.8	17.5	16	19.3	9.2
2009	25.2	15.9	24.5	23.4	22	3.8	8.6	10.2	3.1	13.7	19.3	23.2
2010	12.6	18.8	35.3	19.4	32.4	9.2	9.9	17.5	18.4	9.7	22.4	17.1
2011	21.6	9.8	25.4	26.1	9.9	5.5	12	2.7	10.3	17.3	23.2	39.2
2012	20.7	24.7	28.9	18.1	17.9	4.5	0	4.3	7.8	22.7	16.2	16.5
2013	14.1	17.1	31.7	20.9	13.9	5.9	7.5	9	31.8	10	1.6	10
2014	9	10.1	6.7	11.9	20	10	10	3.6	10.1	12.8	11.6	22.8
2015	11.6	12.8	15.2	8.9	5.1	2.9	3	0	11.3	30.9	16.2	83.3
2016	21.6	32.2	32.4	23.5	4.2	10.4	9.6	5.2	28.9	12.3	5.6	38.2

**Fuente:** SENAMHI

Con este tratamiento se completaron los datos de la estación de Callancas correspondiente a los años 1983-1984-1990-1992-2009, no pudiéndose completar los datos del año 1971; luego se obtuvieron los máximos anuales para proceder a realizar su análisis estadístico.

**Cuadro 10 - Precipitación máxima por año**

<b>Año</b>	<b>Max</b>
1972	24.00
1973	23.10
1974	19.40
1975	31.00
1976	25.50
1977	32.40
1978	23.70
1979	30.70
1980	19.90
1981	35.50
1982	15.50
1983	38.79
1984	43.87
1985	30.40
1986	19.10
1987	26.70
1988	18.00
1989	23.20
1990	23.83
1991	14.10
1992	27.25
1993	22.20
1994	13.80
1995	33.60
1996	22.70
1997	23.30

1998	42.50
1999	37.50
2000	22.00
2001	33.60
2002	32.40
2003	28.80
2004	23.10
2005	32.00
2006	19.60
2007	31.90
2008	31.90
2009	23.27

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.3. Análisis estadísticos de datos hidrológicos

La información procedente de las estaciones meteorológicas debe ser analizada para determinar si es consistente o confiable, además si la cantidad de datos es lo necesario para predecir los caudales de la escorrentía con calidad.

#### 3.3.2.3.1. Cálculo de la longitud adecuada de registro de la serie

Este método permite conocer si tenemos los datos de suficientes años para predecir los caudales máximos. Este método permitió determinar que la cantidad de años necesarios fue de 12 y nosotros tenemos 38 años de datos; por lo tanto, contamos con datos necesarios. La fórmula utilizada es la siguiente (Mockus, 1960)

$$Y_m = (4.30 \cdot \tau \cdot \log R)^2 + 6$$

$$R = \frac{Tr_{50}}{Tr_2}$$

Cuadro 11 – Datos para determinar el registro de la serie

Descripción		Valor
$n$ :	Grados de libertad (datos -6).	32 años
$\tau_{(0.05,n)}$ :	T-student al 97.5%.	2.037
$Tr_2$ :	Precipitación para un tiempo de retorno de 2 años según Gumbel.	25.69
$Tr_{50}$ :	Precipitación para un tiempo de retorno de 50 años según Gumbel.	48.90
$R$ :	Relación de caudales.	1.903
$Y_m$ :	Longitud adecuada de registros.	12 años

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.3.2. Prueba de datos dudosos

Este análisis determina el límite para los datos más altos y más bajos. Los datos por encima o debajo de los límites son considerados dudosos y por lo tanto faltantes.

$$Y_{sup} = \overline{X_{\log PMA}} + Kn \cdot \sigma_{\log PMA}$$

$$Y_{inf} = \overline{X_{\log PMA}} - Kn \cdot \sigma_{\log PMA}$$

$$L_{sup} = 10^{(Y_{sup})}$$

$$L_{inf} = 10^{(Y_{inf})}$$

Cuadro 12 - Prueba de datos dudosos

	Descripción	Valor
$PMA_{m\acute{a}x}$ :	Máximo valor de las precipitaciones máximas anuales.	43.87 mm
$PMA_{m\acute{i}n}$ :	Mínimo valor de las precipitaciones máximas anuales.	13.80 mm
$Kn$ :	Coficiente para datos dudosos.	2.661
$\overline{X_{\log PMA}}$ :	Media de los valores de los logaritmos de PMA.	1.41
$\sigma_{\log PMA}$ :	Desviación estándar de los logaritmos de PMA.	0.12
$Y_{sup}$ :	Umbral de dato dudoso alto.	1.743
$Y_{inf}$ :	Umbral de dato dudoso bajo.	1.082
$L_{sup}$ :	Límite máximo superior.	55.28 mm
$L_{inf}$ :	Límite mínimo inferior.	12.07 mm

**Fuente:** Elaboración propia.

Podemos observar que tanto nuestras precipitaciones máximas en 24 horas anuales están cumpliendo y no se salen de los límites permitidos; por lo tanto, no estamos ante la presencia de datos dudosos.

### 3.3.2.3.3. Análisis de consistencia de datos

Este procedimiento nos permitió analizar y corregir la serie de datos de precipitaciones máximas en 24 horas. En la figura N°5 podemos observar las curvas de los datos actuales y en la figura N°6, se muestra la curva con los datos corregidos.

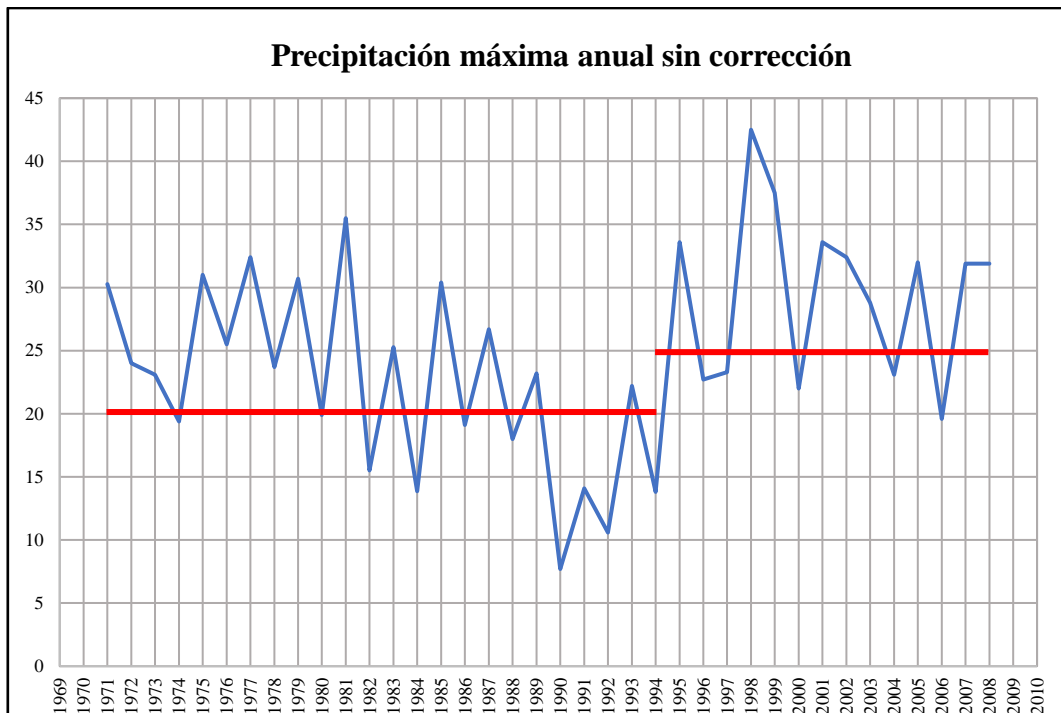


Figura 5 – Precipitación máxima anual sin corrección  
Fuente: Elaboración propia.

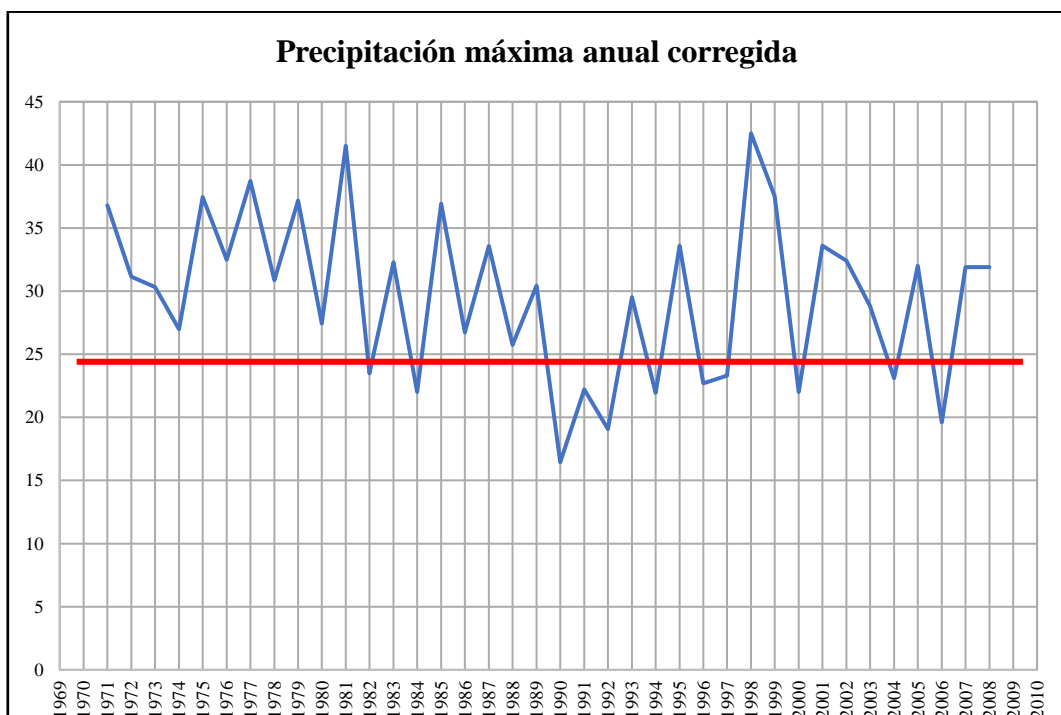


Figura 6 – Precipitación máxima anual corregida  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.3.4. Análisis de tendencia

Este proceso permitió verificar la tendencia; la misma que estuvo correcta y de esta manera aseguramos que la serie de datos sea adecuada.

Cuadro 13 – Serie de datos corregidos

<b>Año</b>	<b>Anual</b>
1972	28.10
1973	27.33
1974	24.16
1975	34.09
1976	29.38
1977	35.29
1978	27.84
1979	33.83
1980	24.59
1981	37.94
1982	20.82
1983	40.76
1984	45.11
1985	33.58
1986	23.90
1987	30.41
1988	22.96
1989	27.41
1990	27.95
1991	19.62
1992	30.88
1993	26.56
1994	19.37
1995	33.60
1996	22.70
1997	23.30
1998	42.50
1999	37.50
2000	22.00
2001	33.60
2002	32.40
2003	28.80
2004	23.10
2005	32.00
2006	19.60
2007	31.90
2008	31.90
2009	23.27

### 3.3.2.3.5. Funciones de distribución de probabilidad

Las funciones de distribución de probabilidad, asignan a cada suceso la probabilidad de que vuelvan a ocurrir. Se procede a aplicar las funciones a los datos de precipitaciones máximas en 24 horas anuales para los diversos periodos o tiempos de retorno para determinar cuál es la función más adecuada para nuestra serie de datos, a través de la prueba de bondad de ajuste. Las funciones aplicadas fueron:

#### A. Distribución Normal

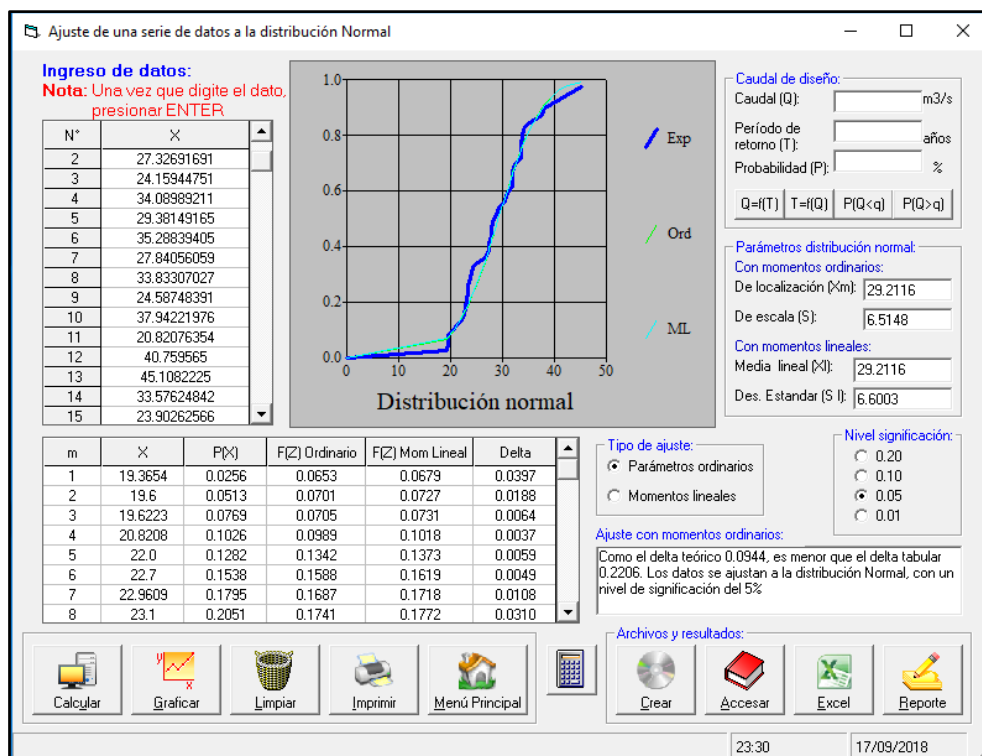


Figura 7 – Ajuste de la serie a la distribución Normal

Fuente: Elaboración propia.

## B. Distribución log-Normal 2 parámetros

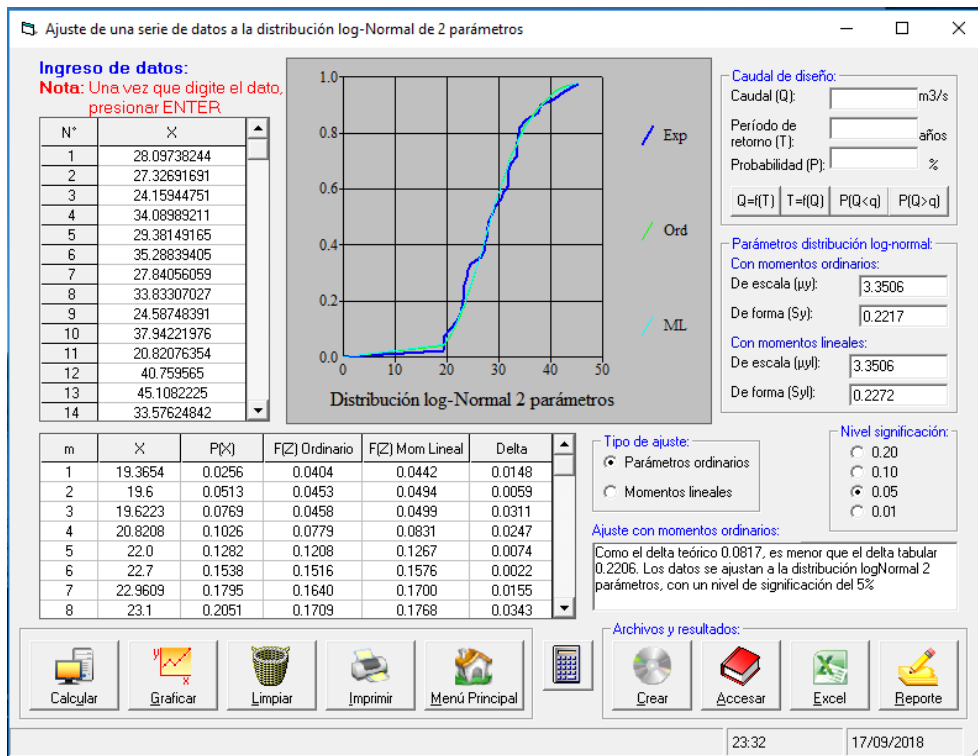


Figura 8 – Ajuste de la serie a la distribución log-Normal 2 parámetros  
 Fuente: Elaboración propia.

## C. Distribución log-Normal 3 parámetros

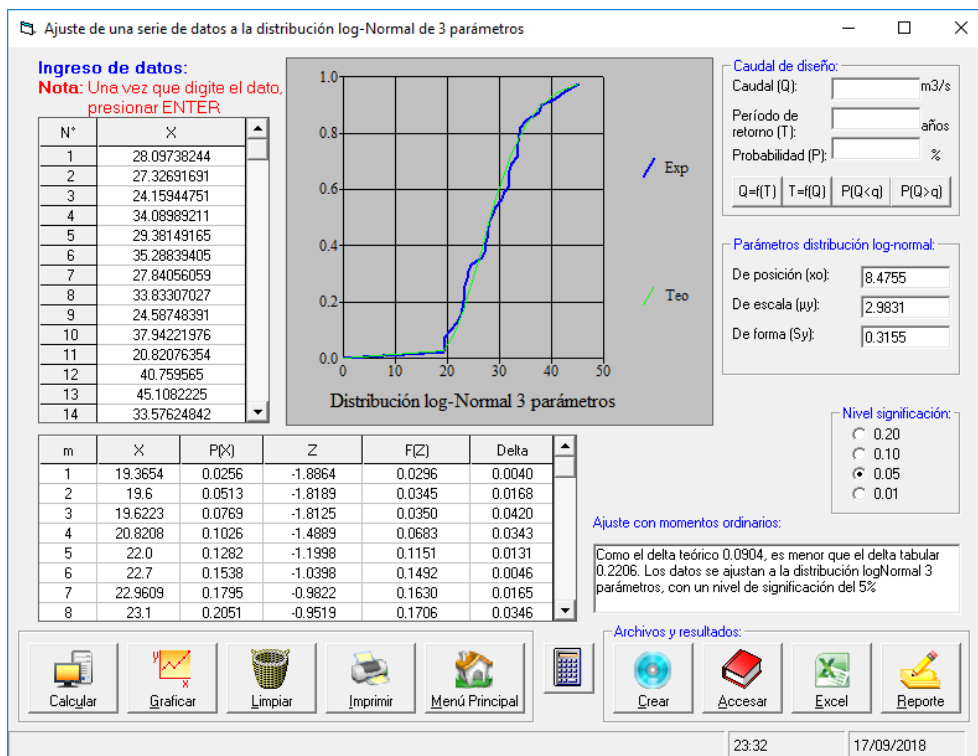


Figura 9 – Ajuste de la serie a la distribución log-Normal 3 parámetros  
 Fuente: Elaboración propia.



## D. Distribución Gamma 2 parámetros

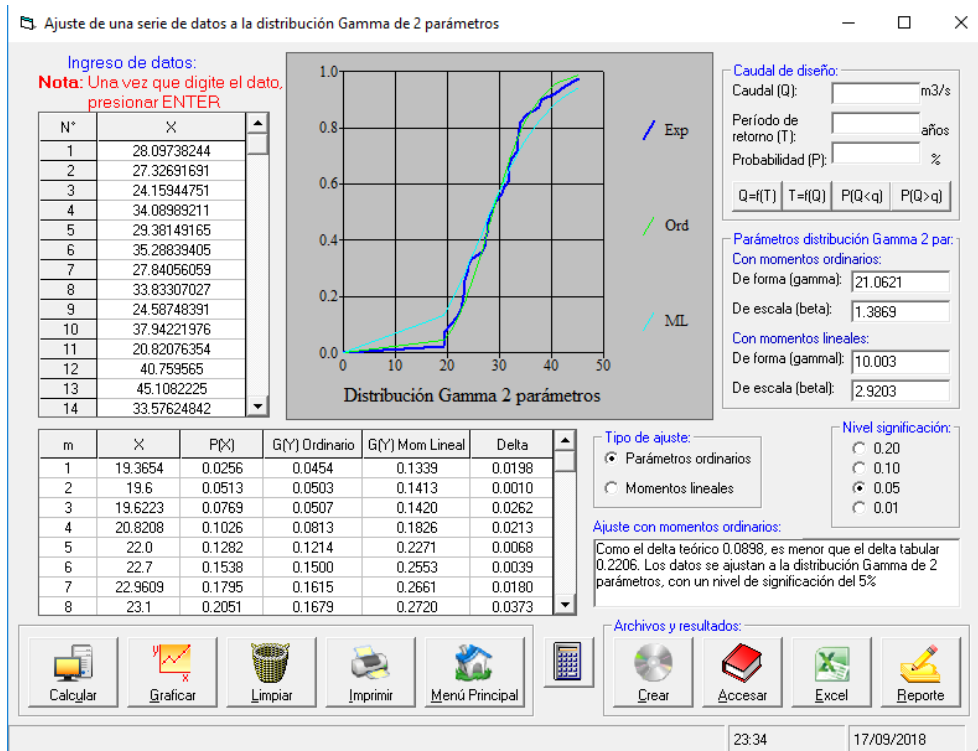


Figura 10 – Ajuste de la serie a la distribución Gamma 2 parámetros  
 Fuente: Elaboración propia.

## E. Distribución Gamma de 3 parámetros

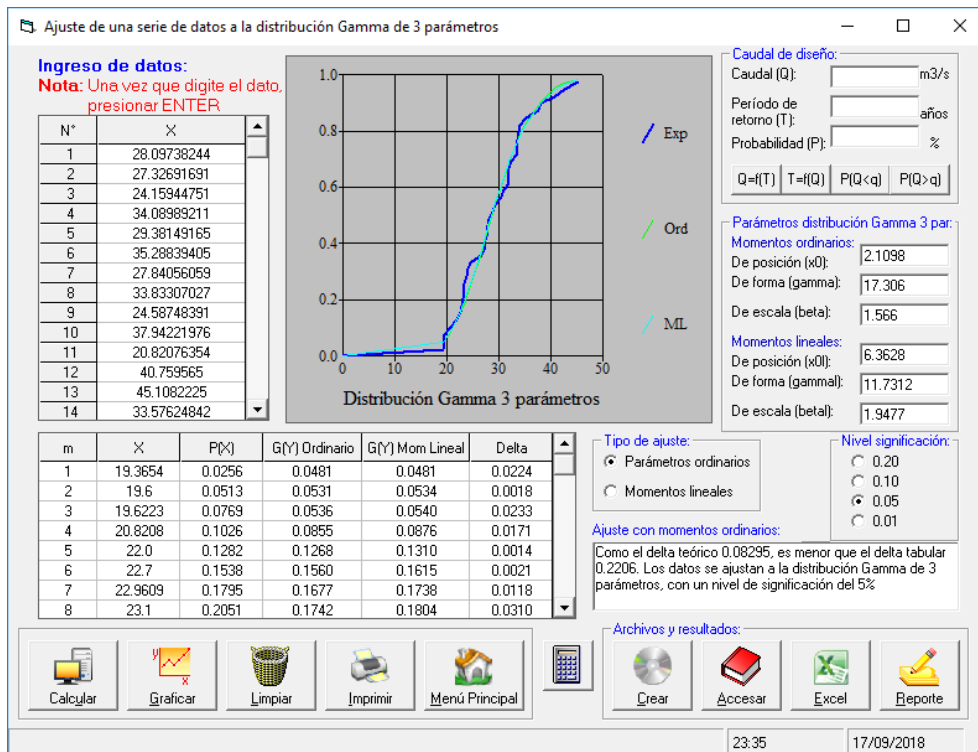


Figura 11 – Ajuste de la serie a la distribución Gamma de 3 parámetros  
 Fuente: Elaboración propia.

## F. Distribución de Gumbel

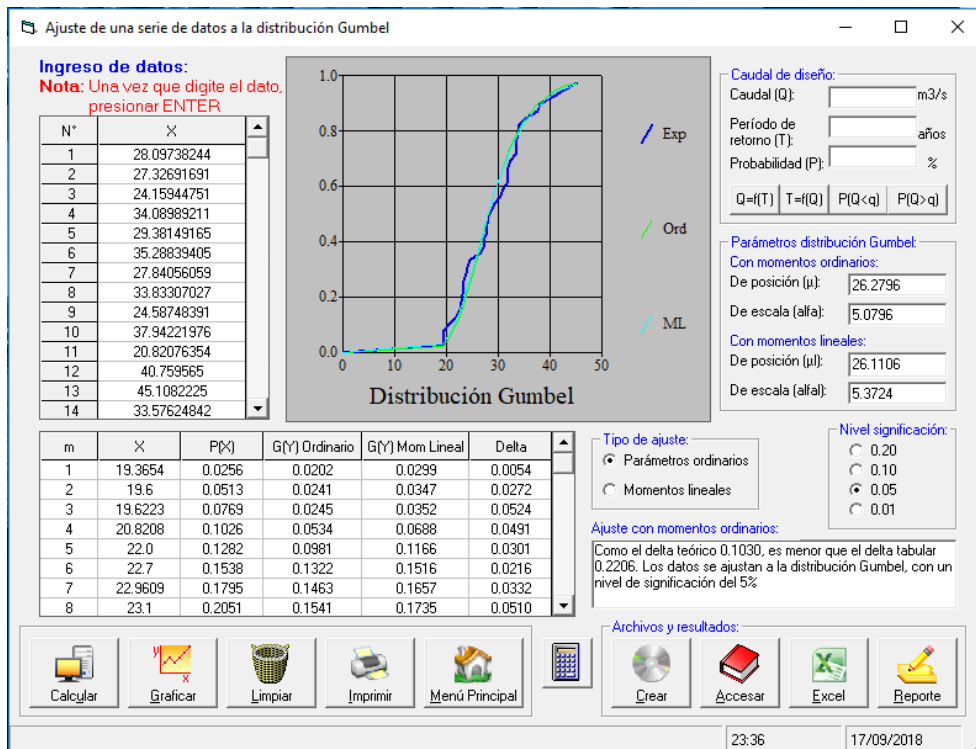


Figura 12 – Ajuste de la serie a la distribución Gumbel

Fuente: Elaboración propia.

## G. Distribución log-Gumbel

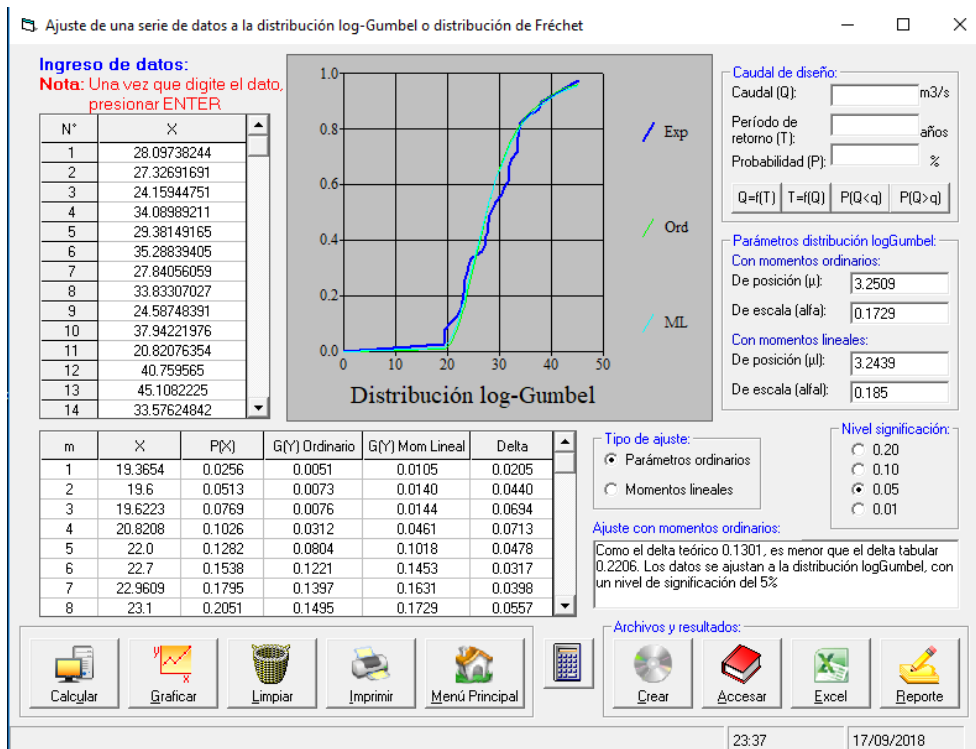


Figura 13 – Ajuste de la serie a la distribución log-Gumbel

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.3.6. Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov-Smirnov)

Mediante esta prueba determinados cuál de las funciones de distribución de probabilidad se ajusta más al proyecto. Esto se consigue comparando el delta teórico y la función que contenga el menor valor.

Cuadro 14 - Prueba de bondad de ajuste

FDP	Normal	Log-Normal 2	Log-Normal 3	Gamma 2	Gamma 3	Gumbel	Log-Gumbel
Delta teórico	0.0944	0.0817	0.0904	0.0898	0.0830	0.1030	0.1301
Delta tabular	0.2206	0.2206	0.2206	0.2206	0.2206	0.2206	0.2206

Fuente: Elaboración propia.

Podemos observar que la función que es más apropiada a data es la log-Normal 2 parámetros.

### 3.3.2.4. Curvas de intensidad – duración – frecuencia

#### 3.3.2.4.1. Intensidad de lluvia

Para calcular la lluvia máxima con distintos tiempos de retorno, se utilizó el método de Frederick Bell, que utiliza la siguiente ecuación:

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

Donde:

- $I$  : Intensidad máxima (mm/h)
- $a, b$  : Parámetros de modelo (a=0.460 y b=0.876)
- $P_{24}$  : Precipitación máxima en 24 horas

Cuadro 15 - Intensidades máximas de precipitación

Intensidades máximas (mm/hr) a diferente duración y tiempo de retorno							
Tr	Pp	Duración					
		5	10	15	20	30	60
500	53.99	44.554	33.346	27.178	23.255	18.445	12.110
300	52.05	42.644	31.916	26.013	22.258	17.654	11.591
100	47.78	38.536	28.842	23.508	20.114	15.954	10.474
50	44.97	35.945	26.902	21.927	18.761	14.881	9.770
25	42.05	33.353	24.963	20.346	17.408	13.808	9.065
20	41.08	32.519	24.338	19.837	16.973	13.463	8.839
10	37.89	29.927	22.399	18.256	15.620	12.390	8.134
5	34.37	27.336	20.459	16.675	14.268	11.317	7.430
2	28.52	23.910	17.895	14.585	12.479	9.898	6.499

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.4.2. Curvas IDF

Es una expresión que relaciona la intensidad de precipitación, duración y frecuencia. Su cálculo depende de caracteres de zona y se calcula con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{kT^m}{t^n}$$

Donde:

- $I$  : Intensidad máxima (mm/h)
- $k, m, n$  : Factores característicos de la zona
- $T$  : Periodo de retorno (años)
- $t$  : Duración de la precipitación (tiempo de concentración)

El análisis de regresión múltiple permite conocer los valores de  $k, m, n$

Formula de intensidad	
$I =$	$\frac{56.343 \bullet T^{0.111}}{t^{0.527}}$

Cuadro 16 - Intensidades máximas según tiempo de retorno y duración

Tr	Duración					
	5	10	15	20	30	60
500	48.054	33.353	26.938	23.150	18.697	12.977
300	45.409	31.517	25.456	21.876	17.668	12.263
100	40.203	27.904	22.537	19.368	15.643	10.857
50	37.231	25.841	20.871	17.936	14.486	10.055
25	34.478	23.930	19.328	16.610	13.415	9.311
20	33.635	23.346	18.856	16.204	13.087	9.084
10	31.148	21.620	17.461	15.006	12.120	8.412
5	28.845	20.021	16.170	13.896	11.223	7.790
2	26.060	18.088	14.609	12.554	10.140	7.038

**Fuente:** Elaboración propia.

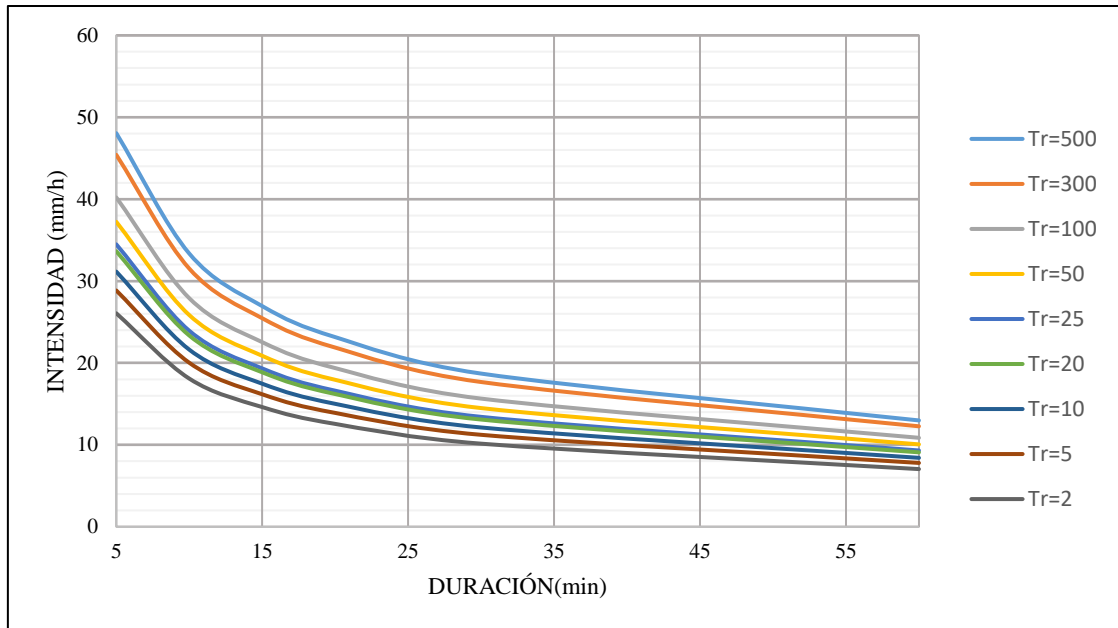


Figura 14 – Curva de intensidad-duración-frecuencia  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.5. Cálculos de caudales

Los caudales de diseño fueron estimados a partir de la importancia de obra, intensidad de lluvia y el área tributaria. Los caudales fueron calculados mediante el método racional:

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

Donde:

- $Q$  : Descarga pico ( $m^3/s$ )
- $C$  : Coeficiente de escorrentía
- $I$  : Intensidad de precipitación (mm/h)
- $A$  : Área de cuenca ( $km^2$ )

### 3.3.2.6. Tiempo de concentración

Se conoce como tiempo de concentración el tiempo que le toma una gota para recorrer el punto más lejano de la cuenca hasta la salida de la cuenca. Existen varias fórmulas para su cálculo, cada una de las cuales se adecua mejor a un tipo específico de terreno. Se utilizó el método de Kirpich (1940), que es recomendable para pendientes empinadas y cuencas pequeñas, para el cálculo del tiempo de concentración:

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

Donde:

- $L$  : Longitud de cuenca (m)  
 $S$  : Pendiente promedio de la cuenca (m/m)

### **3.3.3. Hidráulica y drenaje**

#### **3.3.3.1. Drenaje superficial**

##### **3.3.3.1.1. Finalidad del drenaje superficial**

El objetivo es evacuar las aguas que caen sobre la carretera, ayudando a mantener el confinamiento de la estructura y por consiguiente su libre tránsito. Las dimensiones de las estructuras fueron determinadas hidráulicamente luego del tratamiento de la información pluviométrica existente. La evacuación de la escorrentía sobre el pavimento es dirigida hacia las cunetas por medio del bombeo, además en zonas de corte las aguas también son dirigidas a las cunetas.

##### **3.3.3.1.2. Criterios de funcionamiento**

Los criterios de funcionamiento son las condiciones necesarias para favorecer el drenaje y la duración de las obras de drenaje. Por lo tanto, es necesario conocer las velocidades máximas admisibles según el material de la cuneta y a la vez, las velocidades bajas que podrían generar sedimentación de partículas.

##### **3.3.3.1.3. Periodo de retorno**

Es el tiempo en años (T) donde el caudal máximo anual tiene una probabilidad de ser excedido igual a  $1/T$ . La probabilidad de que el caudal máximo para el tiempo de retorno sea superado se expresa de la siguiente manera:

$$p(Q > Q_T) = \frac{1}{T}$$

##### **3.3.3.1.4. Daños causados por la escorrentía**

Las quebradas al activarse pueden desgastar las capas de la carretera y generar desniveles. Además, los daños no solamente pueden ser causados

por las quebradas, la escorrentía proveniente de los taludes podría también afectar una vía. Por lo tanto, es necesario ubicar y diseñar correctamente las cunetas y alcantarillas a fin de prevenir obstrucciones y deterioros de la carretera.

### 3.3.3.2. Diseño de cunetas

Se le conoce como cunetas a las obras hidráulicas que recolectan las aguas superficiales que caen sobre la carretera y por los taludes de corte, para conducir las hacia las alcantarillas de paso o alivio. Dependiendo del diseño geométrico de la sección transversal de la vía, las cunetas pueden ubicarse a un lado (sección corte-relleno) o a ambos lados (sección corte-corte). Las secciones transversales de las cunetas pueden ser triangulares, trapezoidales o rectangulares.

#### 3.3.3.2.1. Velocidades

Cuidar la velocidad es importante para evitar la erosión debido a las velocidades altas. El MTC nos recomienda valores de velocidades máximas admisibles en función del material de construcción:

Cuadro 17 - Velocidades máximas admisibles

<b>Velocidad máxima admisible</b>	
<b>Tipo de superficie</b>	<b><math>V_{m\acute{a}x}</math> (m/s)</b>
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20-0.60
Arena arcillosa dura, margas duras	0.60-0.90
Terreno parcialmente cubierta de vegetación	0.60-1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20-1.50
Hierba	1.20-1.80
Conglomerado, pizarras duras, rocas blandas	1.40-2.40
Mampostería, rocas duras	3.00-4.50*
Concreto	4.50-6.00*

**Fuente:** Manual de diseño de carretera pavimentadas de bajo volumen de tránsito - MTC

#### 3.3.3.2.2. Coeficiente de escorrentía

El valor del coeficiente de escorrentía se tomó en función de las características hidrológicas y geomorfológicas del terreno. El MTC recomienda valores para los coeficientes de escorrentía:

Cuadro 18 - Coeficiente de Escorrentía

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		Pronunciada	Alta	Media	Suave	Despreciable
		> 50%	> 20%	> 5%	> 1%	< 1%
Sin vegetación	Impermeable	0.8	0.75	0.7	0.65	0.6
	Semipermeable	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
	Permeable	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3
Cultivos	Impermeable	0.7	0.65	0.6	0.55	0.5
	Semipermeable	0.6	0.55	0.5	0.45	0.1
	Permeable	0.4	0.35	0.3	0.25	0.2
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.6	0.55	0.5	0.45
	Semipermeable	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
	Permeable	0.35	0.3	0.25	0.2	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.6	0.55	0.5	0.45	0.4
	Semipermeable	0.5	0.45	0.4	0.35	0.3
	Permeable	0.3	0.25	0.2	0.15	0.1
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0.55	0.5	0.45	0.4	0.35
	Semipermeable	0.45	0.4	0.35	0.3	0.25
	Permeable	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3.3.2.3. Cálculo hidráulico de la cuneta

#### A. Caudal de aporte

Los caudales se calcularon a partir de un ancho tributario, el cual se consideró 100 metros, el cual se multiplica por la distancia del tramo obteniendo el área tributaria. Para el cálculo de la intensidad de lluvia se utilizó tiempo de retención igual a 10 años y un tiempo de concentración igual a 10 minutos. Estos datos fueron introducidos a la fórmula racional.

### 3.3.3.3. Consideraciones de alcantarillas de paso

La función de las alcantarillas de paso es conducir las aguas de las quebradas que atraviesan la carretera y los aportes de las cunetas aledañas hacia el otro lado de la carretera. Para este proyecto se utilizaron alcantarillas de TMC, cuyo coeficiente de rugosidad es de 0.025. En el comercio de TMC, se tiene los siguientes diámetros: 24", 32", 36", 48", 60", 72" y 80". Este material se usa más debido a elevada resistencia a la compresión y corrosión.



### 3.3.3.3.1. Parámetros de microcuencas

Se ubicaron 2 quebradas que afectarán el área del proyecto, las que fueron delimitadas y analizadas en ArcMap. Los caudales máximos de aporte de las quebradas, fueron calculados siempre bajo la fórmula del método racional. Los parámetros de cada microcuenca son las siguientes (Ver Plano H-01):

Cuadro 19 - Parámetros de microcuencas

Parámetros de microcuencas										
N°	Progresiva	Desc.	Área	P (Km)	CC	Z máx	Z mín	L (m)	S	Tc
1	Km 4 + 392	Alc. de paso	14.58	18.90	1.40	2850	1000	7342.29	0.252	31.37
2	Km 7 + 925	Alc. de paso	3.98	9.58	1.35	2250	1100	3280.53	0.351	14.86

**Fuente:** Elaboración propia.

Cuadro 20 – Caudales para alcantarillas de paso

Cálculo del caudal total en las quebradas										
N°	Progresivas	Obra de drenaje	Área	C	Tc	T	I	Q1	Q2	QT
1	Km 4 + 392	Alc. de paso	14.58	0.5	31.37	50	14.149	28.643	0.060	28.703
2	Km 7 + 925	Alc. de paso	3.98	0.5	14.86	50	20.977	11.610	0.051	11.661

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3.3.4. Consideraciones de aliviadero

La función de los aliviaderos es dirigir el agua por debajo de la carretera. El manual del MTC propone para zonas lluviosas que las alcantarillas no se separen más de 250 metros. De igual manera que las alcantarillas de paso, se utilizaron canales cerrados de sección circular del tipo TMC.

### 3.3.4. Resumen de obras de arte

#### 3.3.4.1. Resumen de resultados para las cunetas

Cuadro 21 – Cálculo de caudales y diseño de las cunetas

Cálculo de caudales y diseño de las cunetas																							
N°	Progresivas		Drenaje del talud de corte								Drenaje de la carpeta de rodadura						QT (m <sup>3</sup> /s)	S (m/m)	Dimensiones	Material	n	Q <sub>máx</sub>	V <sub>máx</sub> (m/s)
	Desde	Hasta	L (km)	at (Km)	A (Km <sup>2</sup> )	C	T (años)	tr (min)	I (mm/hr)	Q1 (m <sup>3</sup> /s)	A (Km <sup>2</sup> )	C	T (años)	tr (min)	I (mm/hr)	Q2 (m <sup>3</sup> /s)							
1	Km 0 + 000	Km 0 + 110	0.110	0.100	0.0110	0.50	10	10.00	21.620	0.033	0.0003	0.65	10	5.00	31.148	0.002	0.035	0.084	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.125	1.641
2	Km 0 + 110	Km 0 + 355	0.245	0.100	0.0245	0.50	10	10.00	21.620	0.074	0.0007	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.078	0.084	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.125	1.641
3	Km 0 + 355	Km 0 + 600	0.245	0.100	0.0245	0.50	10	10.00	21.620	0.074	0.0007	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.078	0.047	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.093	1.230
4	Km 0 + 600	Km 0 + 835	0.235	0.100	0.0235	0.50	10	10.00	21.620	0.071	0.0007	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.075	0.047	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.093	1.230
5	Km 0 + 835	Km 1 + 070	0.235	0.100	0.0235	0.50	10	10.00	21.620	0.071	0.0007	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.075	0.083	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.124	1.635
6	Km 1 + 070	Km 1 + 195	0.125	0.100	0.0125	0.50	10	10.00	21.620	0.038	0.0004	0.65	10	5.00	31.148	0.002	0.040	0.083	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.124	1.635
7	Km 1 + 195	Km 1 + 320	0.125	0.100	0.0125	0.50	10	10.00	21.620	0.038	0.0004	0.65	10	5.00	31.148	0.002	0.040	0.060	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.106	1.391
8	Km 1 + 320	Km 1 + 520	0.200	0.100	0.0200	0.50	10	10.00	21.620	0.060	0.0006	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.063	0.060	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.106	1.391
9	Km 1 + 520	Km 1 + 720	0.200	0.100	0.0200	0.50	10	10.00	21.620	0.060	0.0006	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.063	0.028	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.071	0.941
10	Km 1 + 720	Km 1 + 880	0.160	0.100	0.0160	0.50	10	10.00	21.620	0.048	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.051	0.028	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.071	0.941
11	Km 1 + 880	Km 2 + 040	0.160	0.100	0.0160	0.50	10	10.00	21.620	0.048	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.051	0.006	0.40 x 0.75 m	Roca	0.035	0.055	0.518
12	Km 2 + 040	Km 2 + 250	0.210	0.100	0.0210	0.50	10	10.00	21.620	0.063	0.0006	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.067	0.006	0.50 x 0.75 m	Roca	0.035	0.081	0.575
13	Km 2 + 250	Km 2 + 430	0.180	0.100	0.0180	0.50	10	10.00	21.620	0.054	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.057	0.052	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.099	1.299
14	Km 2 + 430	Km 2 + 610	0.180	0.100	0.0180	0.50	10	10.00	21.620	0.054	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.057	0.044	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.091	1.197
15	Km 2 + 610	Km 2 + 792	0.182	0.100	0.0182	0.50	10	10.00	21.620	0.055	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.058	0.044	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.091	1.197
16	Km 2 + 792	Km 2 + 973	0.182	0.100	0.0182	0.50	10	10.00	21.620	0.055	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.058	0.037	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.083	1.088
17	Km 2 + 973	Km 3 + 155	0.182	0.100	0.0182	0.50	10	10.00	21.620	0.055	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.058	0.037	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.083	1.088
18	Km 3 + 155	Km 3 + 320	0.165	0.100	0.0165	0.50	10	10.00	21.620	0.050	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.052	0.037	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.083	1.088
19	Km 3 + 320	Km 3 + 448	0.128	0.100	0.0128	0.50	10	10.00	21.620	0.038	0.0004	0.65	10	5.00	31.148	0.002	0.040	0.085	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.126	1.654
20	Km 3 + 448	Km 3 + 575	0.128	0.100	0.0128	0.50	10	10.00	21.620	0.038	0.0004	0.65	10	5.00	31.148	0.002	0.040	0.008	0.40 x 0.75 m	Roca	0.035	0.062	0.580
21	Km 3 + 575	Km 3 + 745	0.170	0.100	0.0170	0.50	10	10.00	21.620	0.051	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.054	0.008	0.40 x 0.75 m	Roca	0.035	0.062	0.580
22	Km 3 + 745	Km 3 + 865	0.120	0.100	0.0120	0.50	10	10.00	21.620	0.036	0.0004	0.65	10	5.00	31.148	0.002	0.038	0.082	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.124	1.629
23	Km 3 + 865	Km 4 + 041	0.176	0.100	0.0176	0.50	10	10.00	21.620	0.053	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.056	0.092	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.131	1.719
24	Km 4 + 041	Km 4 + 216	0.176	0.100	0.0176	0.50	10	10.00	21.620	0.053	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.056	0.041	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.088	1.156
25	Km 4 + 216	Km 4 + 392	0.176	0.100	0.0176	0.50	10	10.00	21.620	0.053	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.056	0.041	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.088	1.156
26	Km 4 + 392	Km 4 + 420	0.028	0.100	0.0028	0.50	10	10.00	21.620	0.008	0.0001	0.65	10	5.00	31.148	0.000	0.009	0.041	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.088	1.156

27	Km 4 + 420	Km 4 + 580	0.160	0.100	0.0160	0.50	10	10.00	21.620	0.048	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.051	0.041	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.088	1.156
28	Km 4 + 580	Km 4 + 825	0.245	0.100	0.0245	0.50	10	10.00	21.620	0.074	0.0007	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.078	0.031	0.40 x 0.75 m	Roca	0.035	0.124	1.158
29	Km 4 + 825	Km 4 + 985	0.160	0.100	0.0160	0.50	10	10.00	21.620	0.048	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.051	0.086	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.126	1.662
30	Km 4 + 985	Km 5 + 145	0.160	0.100	0.0160	0.50	10	10.00	21.620	0.048	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.051	0.028	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.072	0.952
31	Km 5 + 145	Km 5 + 373	0.228	0.100	0.0228	0.50	10	10.00	21.620	0.068	0.0007	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.072	0.028	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.072	0.952
32	Km 5 + 373	Km 5 + 600	0.228	0.100	0.0228	0.50	10	10.00	21.620	0.068	0.0007	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.072	0.043	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.089	1.175
33	Km 5 + 600	Km 5 + 828	0.228	0.100	0.0228	0.50	10	10.00	21.620	0.068	0.0007	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.072	0.043	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.089	1.175
34	Km 5 + 828	Km 6 + 055	0.228	0.100	0.0228	0.50	10	10.00	21.620	0.068	0.0007	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.072	0.043	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.089	1.175
35	Km 6 + 055	Km 6 + 269	0.214	0.100	0.0214	0.50	10	10.00	21.620	0.064	0.0006	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.068	0.043	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.089	1.175
36	Km 6 + 269	Km 6 + 483	0.214	0.100	0.0214	0.50	10	10.00	21.620	0.064	0.0006	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.068	0.023	0.40 x 0.75 m	Roca	0.035	0.107	1.002
37	Km 6 + 483	Km 6 + 697	0.214	0.100	0.0214	0.50	10	10.00	21.620	0.064	0.0006	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.068	0.023	0.40 x 0.75 m	Roca	0.035	0.107	1.002
38	Km 6 + 697	Km 6 + 911	0.214	0.100	0.0214	0.50	10	10.00	21.620	0.064	0.0006	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.068	0.023	0.40 x 0.75 m	Roca	0.035	0.107	1.002
39	Km 6 + 911	Km 7 + 125	0.214	0.100	0.0214	0.50	10	10.00	21.620	0.064	0.0006	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.068	0.023	0.40 x 0.75 m	Roca	0.035	0.107	1.002
40	Km 7 + 125	Km 7 + 340	0.215	0.100	0.0215	0.50	10	10.00	21.620	0.065	0.0006	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.068	0.023	0.40 x 0.75 m	Roca	0.035	0.107	1.002
41	Km 7 + 340	Km 7 + 515	0.175	0.100	0.0175	0.50	10	10.00	21.620	0.053	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.056	0.088	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.128	1.688
42	Km 7 + 515	Km 7 + 720	0.205	0.100	0.0205	0.50	10	10.00	21.620	0.062	0.0006	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.065	0.029	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.073	0.960
43	Km 7 + 720	Km 7 + 925	0.205	0.100	0.0205	0.50	10	10.00	21.620	0.062	0.0006	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.065	0.067	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.112	1.474
44	Km 7 + 925	Km 7 + 960	0.035	0.100	0.0035	0.50	10	10.00	21.620	0.011	0.0001	0.65	10	5.00	31.148	0.001	0.011	0.067	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.112	1.474
45	Km 7 + 960	Km 8 + 085	0.125	0.100	0.0125	0.50	10	10.00	21.620	0.038	0.0004	0.65	10	5.00	31.148	0.002	0.040	0.067	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.112	1.474
46	Km 8 + 085	Km 8 + 225	0.140	0.100	0.0140	0.50	10	10.00	21.620	0.042	0.0004	0.65	10	5.00	31.148	0.002	0.044	0.024	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.067	0.879
47	Km 8 + 225	Km 8 + 358	0.133	0.100	0.0133	0.50	10	10.00	21.620	0.040	0.0004	0.65	10	5.00	31.148	0.002	0.042	0.086	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.126	1.662
48	Km 8 + 358	Km 8 + 490	0.133	0.100	0.0133	0.50	10	10.00	21.620	0.040	0.0004	0.65	10	5.00	31.148	0.002	0.042	0.008	0.40 x 0.75 m	Roca	0.035	0.061	0.569
49	Km 8 + 490	Km 8 + 733	0.243	0.100	0.0243	0.50	10	10.00	21.620	0.073	0.0007	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.077	0.008	0.50 x 0.75 m	Roca	0.035	0.089	0.632
50	Km 8 + 733	Km 8 + 975	0.243	0.100	0.0243	0.50	10	10.00	21.620	0.073	0.0007	0.65	10	5.00	31.148	0.004	0.077	0.049	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.096	1.263
51	Km 8 + 975	Km 9 + 090	0.115	0.100	0.0115	0.50	10	10.00	21.620	0.035	0.0003	0.65	10	5.00	31.148	0.002	0.036	0.049	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.096	1.263
52	Km 9 + 090	Km 9 + 223	0.133	0.100	0.0133	0.50	10	10.00	21.620	0.040	0.0004	0.65	10	5.00	31.148	0.002	0.042	0.078	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.121	1.588
53	Km 9 + 223	Km 9 + 379	0.156	0.100	0.0156	0.50	10	10.00	21.620	0.047	0.0005	0.65	10	5.00	31.148	0.003	0.050	0.090	0.30 x 0.75 m	Roca	0.035	0.129	1.705

### 3.3.4.2. Resumen de resultados para alcantarillas de paso y alivio

Cuadro 22 - Diseño de alcantarillas de paso y alivio

Diseño de alcantarillas de paso y alivio														
Descripción				Dimensiones de alcantarilla						Parámetros hidráulicos según caudal máximo				
N°	Progresivas	Obra	QT (m3/s)	Ø		# de tub.	Material	n	Q <sub>máx</sub> (m3/s)	Y (m)	S (m/m)	V (m/s)	N. Froude	Régimen
				(m)	(")									
1	Km 0 + 000	Alc. de alivio	0.113	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.246	0.010	1.031	0.664	SubCrítico
2	Km 0 + 355	Alc. de Alivio	0.078	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.202	0.010	0.932	0.663	SubCrítico
3	Km 0 + 600	Alc. de Alivio	0.075	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.197	0.010	0.920	0.662	SubCrítico
4	Km 0 + 835	Alc. de Alivio	0.114	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.248	0.010	1.036	0.664	SubCrítico
5	Km 1 + 195	Alc. de Alivio	0.040	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.143	0.010	0.768	0.650	SubCrítico
6	Km 1 + 320	Alc. de Alivio	0.063	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.181	0.010	0.880	0.660	SubCrítico
7	Km 1 + 520	Alc. de Alivio	0.063	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.181	0.010	0.880	0.660	SubCrítico
8	Km 1 + 720	Alc. de Alivio	0.051	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.162	0.010	0.826	0.656	SubCrítico
9	Km 1 + 880	Alc. de Alivio	0.051	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.162	0.010	0.826	0.656	SubCrítico
10	Km 2 + 040	Alc. de Alivio	0.124	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.259	0.010	1.057	0.663	SubCrítico
11	Km 2 + 430	Alc. de Alivio	0.057	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.172	0.010	0.853	0.658	SubCrítico
12	Km 2 + 610	Alc. de Alivio	0.058	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.173	0.010	0.857	0.658	SubCrítico
13	Km 2 + 792	Alc. de Alivio	0.058	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.173	0.010	0.857	0.658	SubCrítico
14	Km 2 + 973	Alc. de Alivio	0.110	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.243	0.010	1.025	0.664	SubCrítico
15	Km 3 + 320	Alc. de Alivio	0.040	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.144	0.010	0.774	0.650	SubCrítico
16	Km 3 + 448	Alc. de Alivio	0.040	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.144	0.010	0.774	0.650	SubCrítico
17	Km 3 + 575	Alc. de Alivio	0.092	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.221	0.010	0.977	0.664	SubCrítico
18	Km 3 + 865	Alc. de Alivio	0.056	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.170	0.010	0.849	0.658	SubCrítico
19	Km 4 + 041	Alc. de Alivio	0.056	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.170	0.010	0.849	0.658	SubCrítico
20	Km 4 + 216	Alc. de Alivio	0.056	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.170	0.010	0.849	0.658	SubCrítico
21	Km 4 + 392	Alc. de Paso	28.703	2.00	80	4	TMC	0.025	28.875	1.492	0.010	2.854	0.746	SubCrítico
22	Km 4 + 580	Alc. de Alivio	0.128	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.265	0.010	1.068	0.663	SubCrítico
23	Km 4 + 985	Alc. de Alivio	0.051	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.162	0.010	0.826	0.656	SubCrítico
24	Km 5 + 145	Alc. de Alivio	0.072	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.194	0.010	0.913	0.662	SubCrítico
25	Km 5 + 373	Alc. de Alivio	0.072	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.194	0.010	0.913	0.662	SubCrítico

26	Km 5 + 600	Alc. de Alivio	0.072	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.194	0.010	0.913	0.662	SubCrítico
27	Km 5 + 828	Alc. de Alivio	0.072	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.194	0.010	0.913	0.662	SubCrítico
28	Km 6 + 055	Alc. de Alivio	0.068	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.188	0.010	0.897	0.661	SubCrítico
29	Km 6 + 269	Alc. de Alivio	0.068	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.188	0.010	0.897	0.661	SubCrítico
30	Km 6 + 483	Alc. de Alivio	0.068	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.188	0.010	0.897	0.661	SubCrítico
31	Km 6 + 697	Alc. de Alivio	0.068	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.188	0.010	0.897	0.661	SubCrítico
32	Km 6 + 911	Alc. de Alivio	0.068	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.188	0.010	0.897	0.661	SubCrítico
33	Km 7 + 125	Alc. de Alivio	0.124	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.259	0.010	1.057	0.663	SubCrítico
34	Km 7 + 515	Alc. de Alivio	0.065	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.184	0.010	0.886	0.660	SubCrítico
35	Km 7 + 720	Alc. de Alivio	0.065	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.184	0.010	0.886	0.660	SubCrítico
36	Km 7 + 925	Alc. de Paso	11.661	1.50	60	4	TMC	0.025	13.408	1.009	0.010	2.307	0.734	SubCrítico
37	Km 8 + 085	Alc. de Alivio	0.086	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.213	0.010	0.959	0.663	SubCrítico
38	Km 8 + 358	Alc. de Alivio	0.042	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.147	0.010	0.783	0.651	SubCrítico
39	Km 8 + 490	Alc. de Alivio	0.077	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.200	0.010	0.929	0.662	SubCrítico
40	Km 8 + 733	Alc. de Alivio	0.113	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.247	0.010	1.033	0.664	SubCrítico
41	Km 9 + 090	Alc. de Alivio	0.092	0.60	24	1	TMC	0.025	0.291	0.220	0.010	0.975	0.664	SubCrítico

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.4. Diseño Geométrico de la carretera**

#### **3.4.1. Generalidades**

El objetivo principal es realizar el diseño de la carretera, garantizando un uso cómodo y de calidad a los usuarios. El diseño de la carretera debe realizarse de acuerdo a los parámetros dados en las normas.

#### **3.4.2. Normatividad**

Las normas que se usaron para el diseño geométrico de la carretera fueron publicadas por el Ministerio de transportes y comunicaciones. Se utilizaron los manuales de carreteras DG-2018 y “Suelos, geología, geotecnia y pavimentos”.

#### **3.4.3. Estudio de tránsito**

El estudio de tránsito se realiza con el propósito de conocer cuántos vehículos transitan por la vía en estudio. Es aquí donde se establece un periodo de diseño para poder saber el volumen de tráfico futuro que tendrá la carretera. Se determinó un periodo de diseño de 20 años.

##### **3.4.3.1. Conteo vehicular y su clasificación**

La carretera se clasifica según el volumen de tráfico que transite sobre ella, por tal razón, se debe realizar el conteo de vehículos con la finalidad de obtener su clasificación.

##### **3.4.3.2. Metodología**

El conteo de vehículos debe realizarse durante todos los días que contiene la semana y en las horas donde se tenga mayor registro de volumen vehicular. Se tomó como base al control vehicular más cercano, en este caso fue el peaje de Chicama. Finalmente, para obtener el crecimiento vehicular, se utilizan datos obtenidos por el INEI.

##### **3.4.3.3. Procesamiento de datos**

Los datos obtenidos se pueden observar en el Anexo N° 3

### 3.4.3.4. Factor de corrección (fc)

El factor de corrección se calcula con el fin de dar un ajuste al conteo vehicular y prevenir obtener posibles errores que pueda ocurrir. Los errores ocurren cuando el conteo se pudo haber realizado en fechas festivas de la ciudad y haya habido gran volumen vehicular.

En el siguiente cuadro, se puede observar el flujo vehicular registrado en el peaje de Chicama el último año:

Cuadro 23 – Tránsito mensual en el peaje

<b>Peaje Chicama</b>	
Enero 2016	139586
Febrero 2016	133981
Marzo 2016	136107
Abril 2016	121956
Mayo 2016	127150
Junio 2016	125700
Julio 2016	143577
Agosto 2016	136436
Septiembre 2016	127745
Octubre 2016	135382
Noviembre 2016	130794
Diciembre 2016	152516

**Fuente:** INEI.

Posteriormente se utilizó la data del cuadro anterior para generar el índice medio diario mensual dividiendo el tránsito mensual entre los días de cada mes.

Cuadro 24 – Índice medio diario mensual

<b>Peaje Chicama</b>	
Enero 2016	4503
Febrero 2016	4785
Marzo 2016	4391
Abril 2016	4065
Mayo 2016	4102
Junio 2016	4190
Julio 2016	4632
Agosto 2016	4401
Septiembre 2016	4258
Octubre 2016	4367
Noviembre 2016	4360

Diciembre 2016	4920
IMD <sub>M</sub>	4415

**Fuente:** Elaboración propia.

El factor se obtiene dividiendo el índice medio diario mensual del mes entre el índice medio diario mensual promedio.

Cuadro 25 - Diseño de alcantarillas de paso y alivio

Tramo	Estación	Peaje	FC - Julio 2018
Baños termales Chimú - Caserío Rancho Grande	E-01	Menocucho (Quirihuac)	0.95315

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.4.3.5. Conteo vehicular

Es el promedio de vehículos por día. Se calcula sumando todos los vehículos registrados durante la semana dividido entre 7.

$$\text{Conteo Vehicular} = \left( \frac{\text{Volumen} * (\text{L} + \text{M} + \text{MI} + \text{J} + \text{V} + \text{S} + \text{D})}{7} \right)$$

### 3.4.3.6. Determinación del índice medio diario (IMD)

Se puede obtener con la siguiente ecuación:

$$\text{IMD} = (\text{Conteo vehicular}) \times \text{Fc}$$

### 3.4.3.7. Proyección de tránsito

Se debe realizar la proyección de tránsito para obtener la población futura que tenga la ciudad. Para ello, se debe conocer las tasas de crecimiento para vehículos de pasajeros como de carga. Las tasas fueron 0.04% y 4.30% respectivamente.

$$P_f = P_0(1 + T_c)^n$$

Donde:

P<sub>f</sub>= Tránsito final

P<sub>0</sub>= Tránsito inicial



$T_c$  = Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo entre 0.95% y 4.40% según el INEI debido al crecimiento poblacional y socio-económico

$n$  = año en el que se va estimar.

Cuadro 26 – Proyección de tránsito vehicular

	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
Auto	80	81	82	82	83	84	85	85	86	87	88	89	90	91	91	92	93	94	95	96	97	98
Camioneta	61	62	62	63	63	64	65	65	66	66	67	68	68	69	70	70	71	72	72	73	74	74
Combi	44	44	45	45	46	46	47	47	47	48	48	49	49	50	50	51	51	52	52	53	53	54
Micro	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	20
2E	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18
3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2E	25	26	27	28	30	31	32	34	35	37	38	40	42	44	46	48	50	52	54	57	59	62
3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3S3	7	7	8	8	8	9	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13	14	15	15	16	17	17
2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	248	251	255	257	263	267	271	273	277	281	286	292	296	301	305	309	315	322	325	332	337	343

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.4. Parámetros de diseño geométrico

#### 3.4.4.1. Velocidad de diseño

Se determina la velocidad de diseño según la orografía del terreno. La velocidad de diseño debe garantizar seguridad y comodidad al usuario. Según la DG-2018, recomienda mantener una velocidad de diseño constante a lo largo de la carretera cuando la velocidad oscila entre los 20 y 50 km/h. Se obtuvo una orografía accidentada. Por consiguiente, se escogió una velocidad de diseño 30 Km/h.

#### 3.4.4.2. Distancia de visibilidad

##### a. Distancia de visibilidad de parada

Es aquella distancia en la carretera en la que un vehículo tiene la capacidad para frenar si es caso se presente un obstáculo en la carretera. La DG-2018 recomienda que el tiempo de reacción sea de 2.5 segundos. Dividiendo la aceleración sobre la gravedad se obtiene el coeficiente de fricción. Siendo  $a = 3.4 \text{ m/s}^2$ . La siguiente expresión calcula la  $D_p$ :

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

Dónde:

$D_p$  : Distancia de parada (m)

$V$  : Velocidad de diseño (km/h)

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

$f$  : Coeficiente de fricción, pavimento húmedo

$i$  : Pendiente longitudinal (tanto por uno)

+ $i$  : cuando se sube

- $i$  : cuando se baja

##### b. Distancia de visibilidad de adelantamiento

Es la distancia mínima en la que un vehículo tiene para poder sobrepasar a otro en una carretera de tal manera que se garantice su seguridad y sin causar problemas a otros carros. Según la DG-2018, se debe ser una distancia de visibilidad de para de 120 m para una velocidad de 30 km/h.

### 3.4.4.3. Vehículo de diseño

El vehículo de diseño es aquel que transitará por la carretera, es por eso, que la carretera se diseña en función del vehículo asignado. Según el vehículo de diseño que se determine, se hallan los anchos de calzada, radio mínimo, pendiente máxima, etc. En esta investigación, se utilizó un ómnibus de 2 ejes (B2), con una longitud de 10.55 m.

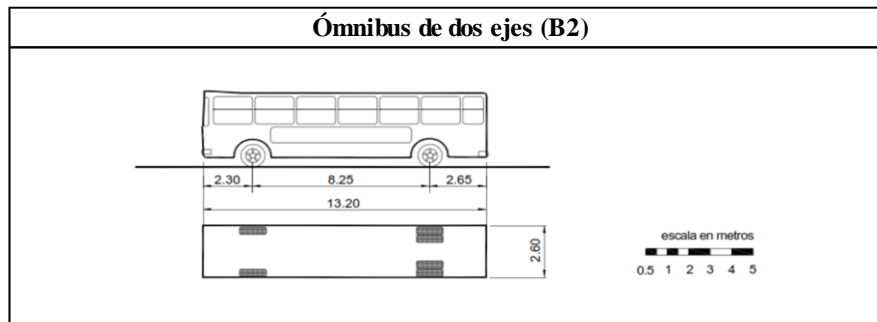


Figura 15 – Vehículo de diseño  
Fuente: DG-2018.

### 3.4.5. Diseño geométrico en planta

En el diseño en planta se elabora el alineamiento de la carretera, las curvas horizontales, transiciones, sobre anchos, entre otros. Es preferible evitar que la carretera tenga tramos largos en tangente, debido a que causará cansancio en el conductor y puede ocasionar accidentes.

#### 3.4.5.1. Tramos en tangente

La longitud mínima en tangente se puede calcular utilizando la siguiente ecuación en función de la velocidad de diseño:

$$L_{mín.s} = 1.39 V$$

La longitud mínima entre curvas del mismo sentido, se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$L_{mín.o} = 2.78 V$$

La máxima longitud de tangente deseable ( $L_{máx}$ ) se expresa de la siguiente manera:

$$L_{máx} = 16.70 V$$

A continuación, se muestra una tabla de la DG-2018, en donde se detalla las distancias mínimas entre curvas del mismo sentido y de diferente sentido.

Cuadro 27 – Longitudes máximas y mínimas deseables

Velocidad de diseño	$L_{mín.s} = 1.39V$		$L_{mín.o} = 2.78V$		$L_{máx} = 16.70V$	
	m	m	m	m	m	m
20 km/h	27.8	30 m	55.6	60 m	334	330 m
30 km/h	41.7	45 m	83.4	85 m	501	500 m

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.5.2. Curvas circulares

Tienen forma de arcos de circunferencia que poseen un radio en específico con la finalidad de unir tangente. Existen dos tipos de curvas circulares: horizontales y verticales.

#### 3.4.5.2.1. Elementos de curvas horizontales

El radio de curvatura, punto de inflexión, PC y PT, son algunos de los elementos de la curva a tener en cuenta. Según la DG-2018, podemos observar los diferentes elementos de curva en la siguiente figura:

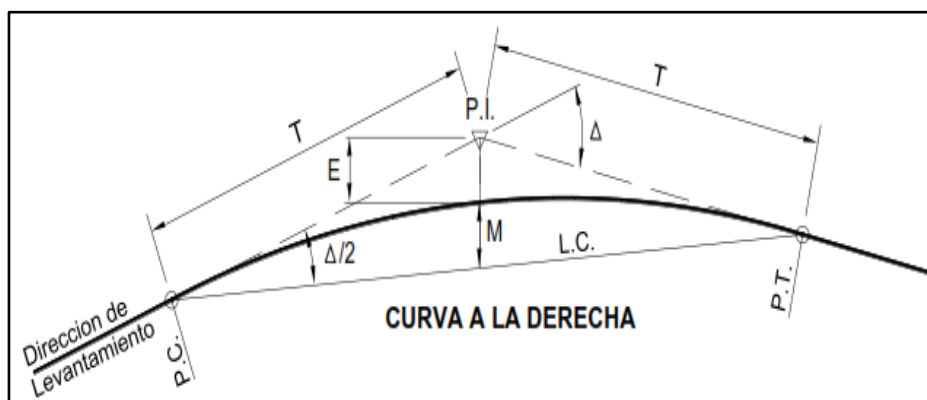


Figura 16 – Elementos de curva horizontal  
Fuente: DG-2018.

- PC: Punto de inicio de la curva
- PI: Punto de inflexión
- PT: Punto de término de la curva

Externa (m):	$E = R[\sec(\Delta/2) - 1]$
Radio de curvatura (m):	$R$
Tangente (m) (PC-PI o PI-PT):	$T = R \tan(\Delta/2)$
Longitud de la curva (m):	$L = 2\pi R(\Delta/360)$
Longitud de la cuerda (m):	$L. C. = 2R \sin(\Delta/2)$
Ángulo de deflexión:	$\Delta$

### 3.4.5.2.2. Radio mínimo

Se determina según la velocidad de diseño asignada a la vía. El radio mínimo de curvatura garantiza seguridad y tranquilidad a los usuarios. Para calcular el radio mínimo, podemos usar la siguiente ecuación:

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127 (P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Dónde:

$R_{\text{mín}}$  : Radio mínimo (m):

$V$  : Velocidad de diseño (km/h)

$P_{\text{máx}}$  : Peralte máximo asociado a la velocidad de diseño

$f_{\text{máx}}$  : Coeficiente de fricción transversal asociado a la velocidad de diseño.

Cuadro 28 – Cálculo de radios mínimos

V	P <sub>máx</sub>	f <sub>máx</sub>	R <sub>mín</sub>	R <sub>mín</sub>
20 km/h	0.17	12.00%	10.9	15 m
30 km/h	0.17	12.00%	24.4	25 m

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.4.5.3. Curva de transición

Se diseñan con la finalidad de evitar la discontinuidad en la carretera; también, le dan más seguridad a la vía. La curva de transición permite que el peralte se desarrolle gradualmente. La forma geométrica de una curva de transición es una clotoide o radiode de arcos. La clotoide tiene la siguiente ecuación:

$$R L = A^2$$

Dónde:

$R$ : Radio de curvatura

$L$ : Longitud de la curva de transición

$A$ : Parámetro de la clotoide

#### 3.4.5.4. Parámetro de la clotoide ( $A$ mín)

En la DG-2018 podemos encontrar la siguiente expresión para calcular el parámetro de la clotoide:

$$A_{\text{mín}} = \sqrt{\frac{VR}{46.656J} \left( \frac{V^2}{R} - 1.27p \right)}$$

Dónde:

$V$ : Velocidad de diseño (km/h)

$R$ : Radio de curvatura (m)

$J$ : Variación uniforme de la aceleración (m/s<sup>3</sup>)

$p$  : Peralte correspondiente a  $V$  y  $R$  (%)

Con una velocidad de diseño de 30 km/h, radio mínimo de 25 m, peralte de 12% y un  $J=0.5$ , se obtiene un parámetro de la clotoide de 25.83 m.

#### 3.4.5.5. Longitud de transición

Se utiliza la ecuación de la DG-2018, para carreteras tercera clase:

$$L_{\text{mín}} = 0.0178 \frac{V^3}{R}$$

$$L_{\text{máx}} = (24 R)^{0.5}$$

Los parámetros de clotoides para el proyecto son:

Cuadro 29 – Parámetros de la clotoide

V	R	L	A	V	R	L	A
30 km/h	50 m	10 m	22 m	20 km/h	20 m	10 m	14 m
30 km/h	45 m	15 m	26 m	20 km/h	18 m	10 m	13 m
30 km/h	40 m	15 m	24 m	20 km/h	18 m	10 m	13 m
30 km/h	35 m	15 m	23 m	20 km/h	18 m	10 m	13 m
30 km/h	30 m	20 m	24 m	20 km/h	18 m	10 m	13 m
30 km/h	25 m	20 m	22 m	20 km/h	15 m	10 m	12 m

**Fuente:** Elaboración propia.

La curva de transición no será necesario si el radio de curvatura es mayor o igual a 55 metros, teniendo en cuenta que la velocidad sea de 30 km/h y carretera de tercera clase. Y de 24 metros para una velocidad de 20 km/h.

### 3.4.5.6. Curvas de vuelta

La principal necesidad para diseñar curvas de vuelta es llegar a cotas mayores sin excederse de la pendiente máxima permitida. En terrenos accidentados es donde se dan mayormente las curvas de vuelta. Para las curvas de vuelta se debe disminuir la velocidad de diseño en 10 km/h, siendo esta de 20 km/h.

### 3.4.5.7. Transición de peralte

Peralte es la inclinación que tiene la calzada, la cual está diseñada para disminuir la fuerza centrífuga que generan los vehículos al girar. La transición de peralte representa a la distancia que existe entre una parte de la carretera que tiene bombeo normal hasta una que tenga peralte.

La Pendiente máxima del peralte se determinó con la siguiente expresión:

$$ip_{m\acute{a}x} = 1.8 - 0.01 V$$

Dónde:

$ip_{m\acute{a}x}$  : Máxima inclinación de cualquier borde de la calzada (%)

$V$  : Velocidad de diseño (km/h)

Cuadro 30 – Pendiente máxima del peralte

Velocidad de diseño	$ip_{m\acute{a}x}$
20 km/h	1.60%
30 km/h	1.50%

**Fuente:** Elaboración propia.

La longitud de transición de peralte se determinó con la siguiente expresión:

$$L_{m\acute{i}n} = \frac{P_f - P_i}{ip_{m\acute{a}x}} B$$

Dónde:

$P_f$  : Peralte determina para la curva (con su símbolo)

$P_i$  : Bombeo inicial de la calzada

$B$  : Distancia del eje de giro al borde de la calzada



Según la DG-2018, para la carretera diseñada se tomó como bombeo 3 % y un ancho de calzada de 6 m.

### **3.4.5.8. Sobreancho**

Representa a una ampliación que se le da a la calzada con el fin de poder tener una mejor visión cuando exista una curva y evitar accidentes. El sobre ancho esta dado según el vehículo de diseño.

#### **3.4.5.8.1. Desarrollo del sobreancho**

EL sobreancho debe desarrollarse gradualmente a lo largo de la curva y está situado por la parte interna de la curva.

#### **3.4.5.8.2. Valores del sobreancho**

Para poder determinar el valor del sobreancho, se debe tener el dato de la longitud del vehículo de diseño, así como, el radio de la curva y la velocidad de diseño.

Se puede calcular con la siguiente expresión:

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

Dónde:

$Sa$  : Sobreancho (m)

$n$  : Número de carriles

$R$  : Radio de curvatura

$L$  : Distancia entre el eje posterior y la parte frontal del vehículo de diseño

$V$  : Velocidad de diseño (km/h)

El número de carriles es 2, y  $L=10.55$  m.

### 3.4.5.9. Resumen del diseño geométrico en planta

Cuadro 31 – Resumen de elementos de curvas horizontales

Elementos de la curva horizontal circular																	
N°	S	Ángulo de inflexión			R	T	LC	E	PC	PI	PT	Este	Norte	SA	p%	Ls	Ltp
		°	'	''													
PI-1	I	81	6	54	80	68.465	113.258	25.297	Km 0+009.08	Km 0+077.55	Km 0+122.34	761948.825	9164857.861	1.8	6.9%	SE	19.8
PI-2	I	19	33	52	55	9.483	18.780	0.811	Km 0+210.69	Km 0+220.18	Km 0+229.48	762108.776	9164903.383	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-3	I	25	1	35	55	12.207	24.024	1.338	Km 0+488.86	Km 0+501.07	Km 0+512.89	762337.745	9165066.406	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-4	D	157	21	6	70	349.546	192.241	286.486	Km 0+617.92	Km 0+967.46	Km 0+810.16	762567.764	9165472.583	2.0	7.6%	SE	21.2
PI-5	I	55	23	32	55	28.871	53.173	7.117	Km 0+861.47	Km 0+890.34	Km 0+914.64	762516.327	9165045.943	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-6	I	38	35	31	55	19.256	37.046	3.274	Km 1+011.97	Km 1+031.23	Km 1+049.02	762625.298	9164949.594	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-7	D	50	0	55	55	25.656	48.011	5.690	Km 1+262.55	Km 1+288.21	Km 1+310.57	762883.416	9164936.561	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-8	I	36	59	57	55	18.402	35.517	2.997	Km 1+401.16	Km 1+419.56	Km 1+436.68	762964.629	9164829.156	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-9	I	24	51	19	100	22.037	43.381	2.399	Km 1+612.76	Km 1+634.80	Km 1+656.14	763172.86	9164769.815	1.5	5.9%	SE	17.8
PI-10	I	22	8	5	55	10.758	21.248	1.042	Km 1+758.40	Km 1+769.16	Km 1+779.64	763306.268	9164790.822	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-11	D	44	30	6	25	10.228	19.418	2.011	Km 2+032.19	Km 2+042.42	Km 2+051.61	763545.268	9164934.903	5.3	12.0%	20.0	30.0
PI-12	I	41	26	32	55	20.806	39.782	3.804	Km 2+124.09	Km 2+144.89	Km 2+163.87	763601.012	9164841.188	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-13	I	37	33	53	55	18.705	36.059	3.094	Km 2+289.25	Km 2+307.96	Km 2+325.31	763758.004	9164790.745	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-14	D	2	2	38	35	0.624	1.249	0.006	Km 2+405.70	Km 2+406.32	Km 2+406.95	763852.284	9164824.599	3.8	11.1%	15.0	28.2
PI-15	D	19	29	8	25	4.293	8.502	0.366	Km 2+619.20	Km 2+623.49	Km 2+627.70	764066.682	9164767.021	5.3	12.0%	20.0	30.0
PI-16	I	128	26	27	40	82.819	89.669	51.973	Km 2+724.05	Km 2+806.87	Km 2+813.72	764086.579	9164476.339	3.4	10.5%	15.0	27.0
PI-17	D	97	4	9	55	62.242	93.180	28.060	Km 2+891.50	Km 2+953.74	Km 2+984.68	764193.81	9164787.843	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-18	I	48	20	9	55	24.681	46.399	5.284	Km 3+067.03	Km 3+091.71	Km 3+113.43	764345.868	9164713.467	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-19	I	30	53	28	55	15.197	29.653	2.061	Km 3+328.75	Km 3+343.95	Km 3+358.40	764582.03	9164810.187	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-20	D	84	51	40	55	50.276	81.461	19.516	Km 3+578.94	Km 3+629.22	Km 3+660.40	764753.508	9165039.094	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-21	I	33	56	24	55	16.784	32.580	2.504	Km 3+713.06	Km 3+729.84	Km 3+745.64	764855.363	9164976.19	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-22	I	35	30	47	55	17.613	34.090	2.751	Km 4+010.63	Km 4+028.24	Km 4+044.72	765154.524	9164987.898	2.5	8.8%	SE	23.6

PI-23	D	109	4	39	55	77.218	104.707	39.803	Km 4+129.96	Km 4+207.18	Km 4+234.67	765296.895	9165098.151	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-24	I	66	0	2	55	35.718	63.356	10.580	Km 4+284.52	Km 4+320.23	Km 4+347.87	765349.023	9164943.941	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-25	D	51	46	28	55	26.691	49.700	6.135	Km 4+495.33	Km 4+522.02	Km 4+545.03	765557.987	9164924.474	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-26	D	28	1	49	55	13.728	26.907	1.687	Km 4+645.35	Km 4+659.08	Km 4+672.26	765634.439	9164806.312	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-27	I	76	24	47	55	43.291	73.351	14.994	Km 4+776.10	Km 4+819.39	Km 4+849.45	765648.103	9164646.034	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-28	I	42	10	52	55	21.212	40.491	3.949	Km 4+967.58	Km 4+988.79	Km 5+008.07	765828.628	9164618.364	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-29	D	33	27	25	55	16.531	32.116	2.431	Km 5+142.63	Km 5+159.17	Km 5+174.75	765972.369	9164713.385	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-30	I	23	14	37	55	11.312	22.312	1.151	Km 5+451.35	Km 5+462.66	Km 5+473.66	766276.808	9164713.438	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-31	I	22	39	32	55	11.019	21.751	1.093	Km 5+743.89	Km 5+754.91	Km 5+765.64	766545.604	9164828.941	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-32	D	60	49	39	55	32.286	58.390	8.776	Km 6+037.79	Km 6+070.08	Km 6+096.18	766765.083	9165055.524	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-33	D	28	39	8	55	14.046	27.504	1.765	Km 6+402.90	Km 6+416.95	Km 6+430.41	767106.243	9164964.652	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-34	I	41	32	35	55	20.861	39.878	3.823	Km 6+728.56	Km 6+749.42	Km 6+768.43	767347.563	9164735.107	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-35	D	18	9	46	55	8.791	17.435	0.698	Km 6+943.63	Km 6+952.42	Km 6+961.06	767552.282	9164727.871	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-36	I	23	9	33	55	11.270	22.231	1.143	Km 7+254.56	Km 7+265.83	Km 7+276.79	767846.574	9164619.667	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-37	D	16	25	50	55	7.941	15.772	0.570	Km 7+373.61	Km 7+381.55	Km 7+389.38	767962.451	9164625.683	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-38	D	71	7	34	55	39.323	68.276	12.611	Km 7+465.58	Km 7+504.90	Km 7+533.86	768082.523	9164596.948	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-39	I	21	9	24	55	10.271	20.309	0.951	Km 7+656.74	Km 7+667.01	Km 7+677.05	768098.8	9164425.243	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-40	I	44	6	58	55	22.286	42.348	4.344	Km 7+757.83	Km 7+780.12	Km 7+800.18	768149.5	9164323.875	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-41	I	109	33	13	25	35.409	47.802	18.345	Km 7+921.72	Km 7+957.13	Km 7+969.52	768386.781	9164240.724	5.3	12.0%	20.0	30.0
PI-42	D	118	38	22	25	42.138	51.766	23.996	Km 8+079.60	Km 8+121.74	Km 8+131.36	768101.623	9164515.346	5.3	12.0%	20.0	30.0
PI-43	I	14	9	16	55	6.828	13.587	0.422	Km 8+293.12	Km 8+299.95	Km 8+306.71	768406.7	9164350.407	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-44	I	16	7	33	55	7.791	15.480	0.549	Km 8+663.30	Km 8+671.09	Km 8+678.78	768766.495	9164259.075	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-45	D	57	33	22	55	30.209	55.250	7.750	Km 8+800.17	Km 8+830.38	Km 8+855.42	768925.805	9164264.311	2.5	8.8%	SE	23.6
PI-46	I	105	57	20	30	39.779	55.478	19.824	Km 8+919.64	Km 8+959.42	Km 8+975.12	769026.661	9164116.607	4.4	11.6%	20.0	29.2
PI-47	D	74	58	16	25	19.173	32.712	6.506	Km 9+060.55	Km 9+079.72	Km 9+093.26	769032.102	9164321.52	5.3	12.0%	20.0	30.0
PI-48	I	69	34	59	55	38.214	66.795	11.972	Km 9+166.93	Km 9+205.14	Km 9+233.72	769156.321	9164242.905	2.5	8.8%	SE	23.6

Fuente: Elaboración propia.

### **3.4.6. Diseño geométrico en perfil**

Es aquí donde se diseña el alineamiento vertical, el cual consta de tangentes y curvas verticales parabólicas. Es muy importante diseñar el alineamiento respetando la máxima pendiente permitida para dar seguridad a los usuarios.

#### **3.4.6.1. Consideraciones de diseño**

Se debe tener el perfil del terreno para poder diseñar la rasante y las curvas verticales (Cóncavas o Convexas). Se debe evitar el diseño de contrapendientes y alineamientos verticales muy quebrados.

#### **3.4.6.2. Pendientes**

##### **3.4.6.2.1. Pendiente mínima**

Toda carretera debe tener una pendiente mínima para drenar el agua de las precipitaciones. Según la DG-2018, la pendiente máxima debe ser de 0.5 %, en caso el bombeo sea mayor a 2.5 %, se puede considerar 0 %.

##### **3.4.6.2.2. Pendiente máxima**

La pendiente máxima está dada por la orografía del terreno y la clase de carretera. En caso la carretera se encuentre encima de los 3000 msnm se deberá disminuir 1%.

La carretera en estudio está sobre los 3000 m.s.n.m, por ese motivo, se le disminuyo 1 % a la pendiente máxima que era 10 %. Finalmente, se diseñó con 9 % de pendiente máxima.

#### **3.4.6.3. Curvas verticales**

Las curvas verticales tienen la función de unir tangentes de tal forma que suavizan el cambio de pendiente. Su forma geométrica es de una parábola. En caso la diferencia algebraica sea menor a 2 %, no se diseñará curvas verticales.

Parámetro de curvatura:

$$K = L/A$$

Dónde:

*K*: Parámetro de curvatura

*L*: Longitud de la curva vertical

A: Valor absoluto de las diferencias algebraicas de las pendientes

### 3.4.6.3.1. Tipos de curvas verticales

Pueden ser simétricas o asimétricas según la proporción de sus ramas y pueden ser cóncavas y convexas según la forma de la curva vertical. Es preferible trabajar con curvas simétricas.

### 3.4.6.3.2. Elementos de una curva vertical simétrica

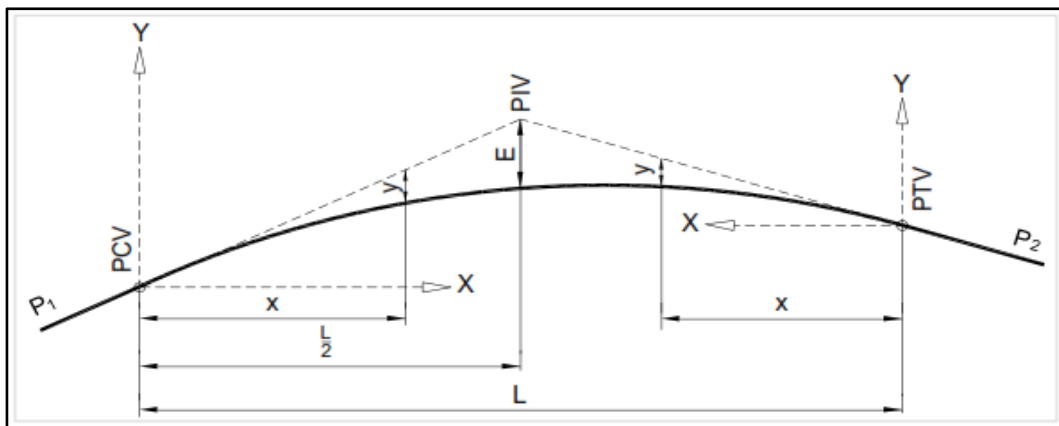


Figura 17 – Elementos de curva vertical

Fuente: DG-2018.

PCV : Principio de la curva vertical

PIV : Punto de intersección

PTV : Término de la curva vertical

L : Longitud de proyección horizontal de la curva vertical (m)

$S_1$  : Pendiente de entrada (%)

$S_2$  : Pendiente de salida (%)

A : Diferencia algebraica de pendientes (%)

$$A = |S_1 - S_2|$$

E : Externa, distancia vertical desde PIV hasta la curva

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

x : Distancia horizontal desde el PCV

y : Distancia vertical a cualquier punto de la curva

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

### 3.4.6.3.3. Longitud de las curvas convexas

#### a. Visibilidad de parada ( $D_p$ )

➤ Si  $D_p < L$ :

$$L = \frac{A D_p^2}{100 (\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

➤ Si  $D_p > L$ :

$$L = 2D_p - \frac{200 (\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}{A}$$

Dónde:

$L$  : Longitud de la curva vertical (m)

$D_p$  : Distancia de visibilidad de parada (m)

$A$  : Diferencia algebraica de pendientes (%)

$h_1$  : Altura del ojo sobre la rasante (m)

$h_2$  : Altura del objeto sobre la rasante (m)

Los valores de  $h_1$  y  $h_2$ , según el acápite 202.02, es de 1.07 m y 0.15 m respectivamente.

#### b. Visibilidad de adelantamiento ( $D_a$ )

➤ Si  $D_a < L$ :

$$L = \frac{A D_a^2}{946}$$

➤ Si  $D_a > L$ :

$$L = 2D_a - \frac{946}{A}$$

Dónde:

$L$  : Longitud de la curva vertical (m)

$D_a$  : Distancia de visibilidad de adelantamiento o paso (m)

$A$  : Diferencia algebraica de pendientes (%)

Y para una longitud controlada por la visibilidad y velocidad de diseño el índice de curvatura  $K$  es de 46.

#### c. Longitud de las curvas cóncavas

➤ Cuando  $D_p < L$

$$L = \frac{AD_p^2}{120 + 3.5D_p}$$

➤ **Cuando  $D_p > L$**

$$L = 2D_p - \left( \frac{120 + 3.5D_p}{A} \right)$$

Para la longitud controlada por la visibilidad de parada y velocidad de diseño el Parámetro de Curvatura K es 6.

### 3.4.6.3.4. Tabla resumen del diseño geométrico en perfil

Cuadro 32 – Resumen de curvas verticales

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>1</b>	<b>Km 0+110</b>	<b>8.35%</b>	<b>-4.69%</b>	<b>13.04</b>	<b>34.32</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>38.01</b>	<b>198.57</b>	<b>200.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	X	Km 0+010	Km 0+030	Km 0+050	Km 0+070	Km 0+090	Km 0+110	Km 0+130	Km 0+150	Km 0+170	Km 0+190	Km 0+210
	Y	0.000	0.130	0.522	1.174	2.087	3.261	2.087	1.174	0.522	0.130	0.000
	Z	947.649	949.189	950.468	951.486	952.243	952.739	952.974	952.948	952.662	952.114	951.306

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>2</b>	<b>Km 0+600</b>	<b>-4.69%</b>	<b>8.30%</b>	<b>12.99</b>	<b>32.67</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>63.65</b>		<b>80.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	X		Km 0+560	Km 0+570	Km 0+580	Km 0+590	Km 0+600	Km 0+610	Km 0+620	Km 0+630	Km 0+640	
	Y		0.000	0.081	0.325	0.731	1.299	0.731	0.325	0.081	0.000	
	Z		982.878	982.327	981.614	980.739	979.701	981.099	982.335	983.408	984.319	

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>3</b>	<b>Km 1+070</b>	<b>8.30%</b>	<b>-6.00%</b>	<b>14.30</b>	<b>34.29</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>41.59</b>	<b>217.64</b>	<b>220.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	X		Km 0+960	Km 0+980	Km 1+010	Km 1+040	Km 1+070	Km 1+100	Km 1+130	Km 1+160	Km 1+180	
	Y		0.000	0.130	0.812	2.080	3.932	2.080	0.812	0.130	0.000	
	Z		966.872	968.402	970.209	971.431	972.068	972.120	971.588	970.470	969.400	

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple
<b>4</b>	<b>Km 1+320</b>	<b>-6.00%</b>	<b>2.75%</b>	<b>8.75</b>	<b>33.21</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>40.86</b>		<b>60.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>
	X			Km 1+290	Km 1+300	Km 1+310	Km 1+320	Km 1+330	Km 1+340	Km 1+350	
	Y			0.000	0.073	0.292	0.656	0.292	0.073	0.000	
	Z			1071.800	1071.127	1070.308	1069.344	1069.983	1070.477	1070.825	

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple
<b>5</b>	<b>Km 1+720</b>	<b>2.75%</b>	<b>0.63%</b>	<b>2.13</b>	<b>31.95</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>5.37</b>	<b>32.35</b>	<b>40.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>
	X			Km 1+700	Km 1+710	Km 1+720	Km 1+730	Km 1+740			
	Y			0.000	0.027	0.106	0.027	0.000			
	Z			1120.450	1120.698	1120.894	1121.036	1121.125			

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple
----	------------	----	----	---	----	----	-------	----------	----------	---	--------



<b>6</b>	<b>Km 2+040</b>	<b>0.63%</b>	<b>5.24%</b>	<b>4.61</b>	<b>31.26</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>21.23</b>		<b>30.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>
X				Km 2+025	Km 2+030	Km 2+040	Km 2+050	Km 2+055			
Y				0.000	0.019	0.173	0.019	0.000			
Z				-0.094	-0.082	-0.173	0.505	0.786			

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple
<b>7</b>	<b>Km 2+250</b>	<b>5.24%</b>	<b>-4.44%</b>	<b>9.68</b>	<b>32.89</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>25.91</b>	<b>147.37</b>	<b>150.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>
X		Km 2+175	Km 2+190	Km 2+210	Km 2+230	Km 2+250	Km 2+270	Km 2+290	Km 2+310	Km 2+325	
Y		0.000	0.073	0.395	0.976	1.815	0.976	0.395	0.073	0.000	
Z		-3.929	-3.215	-2.491	-2.024	-1.815	-1.865	-2.173	-2.739	-3.332	

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple
<b>8</b>	<b>Km 2+610</b>	<b>-4.44%</b>	<b>3.67%</b>	<b>8.11</b>	<b>32.58</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>36.79</b>		<b>50.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>
X			Km 2+585	Km 2+590	Km 2+600	Km 2+610	Km 2+620	Km 2+630	Km 2+635		
Y			0.000	0.020	0.183	0.507	0.183	0.020	0.000		
Z			1.111	0.868	0.262	-0.507	0.184	0.714	0.918		

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple
<b>9</b>	<b>Km 3+155</b>	<b>3.67%</b>	<b>-8.48%</b>	<b>12.16</b>	<b>32.28</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>35.56</b>	<b>185.03</b>	<b>190.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>
X	Km 3+060	Km 3+075	Km 3+095	Km 3+115	Km 3+135	Km 3+155	Km 3+175	Km 3+195	Km 3+215	Km 3+235	Km 3+250
Y	0.000	0.072	0.392	0.968	1.799	2.887	1.799	0.968	0.392	0.072	0.000
Z	-3.487	-3.008	-2.594	-2.436	-2.533	-2.887	-3.496	-4.362	-5.483	-6.860	-8.061

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple
<b>10</b>	<b>Km 3+320</b>	<b>-8.48%</b>	<b>0.78%</b>	<b>9.27</b>	<b>34.39</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>45.60</b>		<b>60.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>
X			Km 3+290	Km 3+300	Km 3+310	Km 3+320	Km 3+330	Km 3+340	Km 3+350		
Y			0.000	0.077	0.309	0.695	0.309	0.077	0.000		
Z			2.545	1.620	0.540	-0.695	-0.231	0.080	0.235		

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple
<b>11</b>	<b>Km 3+575</b>	<b>0.78%</b>	<b>8.24%</b>	<b>7.45</b>	<b>31.31</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>36.45</b>		<b>50.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>
X			Km 3+550	Km 3+555	Km 3+565	Km 3+575	Km 3+585	Km 3+595	Km 3+600		

	<b>Y</b>			0.000	0.019	0.168	0.466	0.168	0.019	0.000		
	<b>Z</b>			-0.196	-0.175	-0.246	-0.466	0.656	1.628	2.059		

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>12</b>	<b>Km 3+745</b>	<b>8.24%</b>	<b>-9.17%</b>	<b>17.40</b>	<b>34.26</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>51.98</b>	<b>264.89</b>	<b>270.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	<b>X</b>	Km 3+610	Km 3+625	Km 3+655	Km 3+685	Km 3+715	Km 3+745	Km 3+775	Km 3+805	Km 3+835	Km 3+865	Km 3+880
	<b>Y</b>	0.000	0.073	0.653	1.813	3.553	5.873	3.553	1.813	0.653	0.073	0.000
	<b>Z</b>	-11.118	-9.955	-8.064	-6.754	-6.023	-5.873	-6.303	-7.313	-8.903	-11.073	-12.375

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>13</b>	<b>Km 3+865</b>	<b>-9.17%</b>	<b>4.14%</b>	<b>13.31</b>	<b>34.75</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>66.52</b>		<b>80.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	<b>X</b>		Km 3+825	Km 3+835	Km 3+845	Km 3+855	Km 3+865	Km 3+875	Km 3+885	Km 3+895	Km 3+905	
	<b>Y</b>	0.000	0.083	0.333	0.749	1.331	0.749	0.333	0.083	0.000		
	<b>Z</b>	3.667	2.667	1.501	0.168	-1.331	-0.334	0.496	1.160	1.658		

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>14</b>	<b>Km 4+420</b>	<b>4.14%</b>	<b>-3.13%</b>	<b>7.27</b>	<b>32.46</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>18.95</b>	<b>110.65</b>	<b>120.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	<b>X</b>			Km 4+360	Km 4+380	Km 4+400	Km 4+420	Km 4+440	Km 4+460	Km 4+480		
	<b>Y</b>		0.000	0.121	0.485	1.090	0.485	0.121	0.000			
	<b>Z</b>		-2.486	-1.779	-1.313	-1.090	-1.110	-1.371	-1.875			

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>15</b>	<b>Km 4+580</b>	<b>-3.13%</b>	<b>8.57%</b>	<b>11.70</b>	<b>32.09</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>57.66</b>		<b>80.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	<b>X</b>		Km 4+540	Km 4+550	Km 4+560	Km 4+570	Km 4+580	Km 4+590	Km 4+600	Km 4+610	Km 4+620	
	<b>Y</b>		0.000	0.073	0.292	0.658	1.170	0.658	0.292	0.073	0.000	
	<b>Z</b>		1.250	0.864	0.333	-0.345	-1.170	0.199	1.422	2.498	3.429	

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>16</b>	<b>Km 4+825</b>	<b>8.57%</b>	<b>-2.81%</b>	<b>11.38</b>	<b>34.43</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>33.39</b>	<b>173.29</b>	<b>180.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	<b>X</b>	Km 4+735	Km 4+745	Km 4+765	Km 4+785	Km 4+805	Km 4+825	Km 4+845	Km 4+865	Km 4+885	Km 4+905	Km 4+915
	<b>Y</b>	0.000	0.032	0.285	0.791	1.549	2.561	1.549	0.791	0.285	0.032	0.000
	<b>Z</b>	-7.714	-6.889	-5.427	-4.219	-3.264	-2.561	-2.112	-1.916	-1.972	-2.282	-2.531

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple
<b>17</b>	<b>Km 5+145</b>	<b>-2.81%</b>	<b>4.29%</b>	<b>7.10</b>	<b>31.98</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>32.10</b>		<b>50.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>
	<b>X</b>		Km 5+120	Km 5+125	Km 5+135	Km 5+145	Km 5+155	Km 5+165	Km 5+170		
	<b>Y</b>		0.000	0.018	0.160	0.444	0.160	0.018	0.000		
	<b>Z</b>		0.703	0.545	0.122	-0.444	0.269	0.839	1.071		

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple
<b>18</b>	<b>Km 6+055</b>	<b>4.29%</b>	<b>2.34%</b>	<b>1.95</b>	<b>32.52</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>5.10</b>	<b>29.67</b>	<b>30.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>
	<b>X</b>			Km 6+040	Km 6+045	Km 6+055	Km 6+065	Km 6+070			
	<b>Y</b>			0.000	0.008	0.073	0.008	0.000			
	<b>Z</b>			-0.643	-0.437	-0.073	0.226	0.350			

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple
<b>19</b>	<b>Km 7+125</b>	<b>2.34%</b>	<b>8.84%</b>	<b>6.50</b>	<b>31.81</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>32.24</b>		<b>40.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>
	<b>X</b>			Km 7+105	Km 7+115	Km 7+125	Km 7+135	Km 7+145			
	<b>Y</b>			0.000	0.081	0.325	0.081	0.000			
	<b>Z</b>			-0.467	-0.315	-0.325	0.802	1.767			

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>20</b>	<b>Km 7+340</b>	<b>8.84%</b>	<b>-2.86%</b>	<b>11.69</b>	<b>34.57</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>34.58</b>	<b>178.01</b>	<b>180.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	<b>X</b>	Km 7+250	Km 7+260	Km 7+280	Km 7+300	Km 7+320	Km 7+340	Km 7+360	Km 7+380	Km 7+400	Km 7+420	Km 7+430
	<b>Y</b>	0.000	0.032	0.292	0.812	1.592	2.631	1.592	0.812	0.292	0.032	0.000
	<b>Z</b>	-7.953	-7.102	-5.595	-4.347	-3.359	-2.631	-2.163	-1.955	-2.007	-2.318	-2.571

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple
<b>21</b>	<b>Km 7+515</b>	<b>-2.86%</b>	<b>6.74%</b>	<b>9.60</b>	<b>31.99</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>45.49</b>		<b>60.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>
	<b>X</b>		Km 7+485	Km 7+495	Km 7+505	Km 7+515	Km 7+525	Km 7+535	Km 7+545		
	<b>Y</b>		0.000	0.080	0.320	0.720	0.320	0.080	0.000		
	<b>Z</b>		0.857	0.491	-0.034	-0.720	0.354	1.268	2.022		

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple
<b>22</b>	<b>Km 7+960</b>	<b>6.74%</b>	<b>-2.40%</b>	<b>9.14</b>	<b>33.54</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>25.44</b>	<b>139.15</b>	<b>140.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>

	<b>X</b>		Km 7+890	Km 7+900	Km 7+920	Km 7+940	Km 7+960	Km 7+980	Km 8+000	Km 8+020	Km 8+030	
	<b>Y</b>		0.000	0.033	0.294	0.816	1.600	0.816	0.294	0.033	0.000	
	<b>Z</b>		-4.719	-4.078	-2.990	-2.165	-1.600	-1.296	-1.254	-1.473	-1.680	

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>23</b>	<b>Km 8+085</b>	<b>-2.40%</b>	<b>8.57%</b>	<b>10.97</b>	<b>31.83</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>54.08</b>		<b>70.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	<b>X</b>		Km 8+050	Km 8+055	Km 8+065	Km 8+075	Km 8+085	Km 8+095	Km 8+105	Km 8+115	Km 8+120	
	<b>Y</b>		0.000	0.020	0.176	0.490	0.960	0.490	0.176	0.020	0.000	
	<b>Z</b>		0.840	0.700	0.304	-0.250	-0.960	0.367	1.538	2.552	3.000	

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>24</b>	<b>Km 8+225</b>	<b>8.57%</b>	<b>-0.75%</b>	<b>9.33</b>	<b>34.43</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>27.35</b>	<b>141.96</b>	<b>150.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	<b>X</b>		Km 8+150	Km 8+165	Km 8+185	Km 8+205	Km 8+225	Km 8+245	Km 8+265	Km 8+285	Km 8+300	
	<b>Y</b>		0.000	0.070	0.381	0.940	1.749	0.940	0.381	0.070	0.000	
	<b>Z</b>		-6.429	-5.213	-3.809	-2.655	-1.749	-1.091	-0.683	-0.523	-0.566	

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>25</b>	<b>Km 8+490</b>	<b>-0.75%</b>	<b>4.95%</b>	<b>5.70</b>	<b>31.30</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>26.10</b>		<b>40.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	<b>X</b>			Km 8+470	Km 8+480	Km 8+490	Km 8+500	Km 8+510				
	<b>Y</b>			0.000	0.071	0.285	0.071	0.000				
	<b>Z</b>			0.151	0.004	-0.285	0.424	0.990				

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>26</b>	<b>Km 8+975</b>	<b>4.95%</b>	<b>-7.83%</b>	<b>12.77</b>	<b>32.78</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>36.65</b>	<b>194.45</b>	<b>200.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	<b>X</b>	Km 8+875	Km 8+895	Km 8+915	Km 8+935	Km 8+955	Km 8+975	Km 8+995	Km 9+015	Km 9+035	Km 9+055	Km 9+075
	<b>Y</b>	0.000	0.128	0.511	1.150	2.044	3.194	2.044	1.150	0.511	0.128	0.000
	<b>Z</b>	-4.948	-4.087	-3.480	-3.129	-3.034	-3.194	-3.609	-4.280	-5.207	-6.389	-7.826

N°	Progresiva	S1	S2	A	Dp	Da	Curva	L por Dp	L por Da	L	Cumple	
<b>27</b>	<b>Km 9+090</b>	<b>-7.83%</b>	<b>8.89%</b>	<b>16.71</b>	<b>34.06</b>	<b>120.00</b>	<b>Cóncava</b>	<b>83.00</b>		<b>110.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>	
	<b>X</b>		Km 9+035	Km 9+050	Km 9+070	Km 9+090	Km 9+110	Km 9+130	Km 9+145			

<b>Y</b>			0.000	0.171	0.931	2.298	0.931	0.171	0.000		
<b>Z</b>			4.304	2.959	0.634	-2.298	0.847	3.385	4.889		

<b>N°</b>	<b>Progresiva</b>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>A</b>	<b>Dp</b>	<b>Da</b>	<b>Curva</b>	<b>L por Dp</b>	<b>L por Da</b>	<b>L</b>	<b>Cumple</b>
<b>28</b>	<b>Km 9+225</b>	<b>8.89%</b>	<b>-3.93%</b>	<b>12.82</b>	<b>34.60</b>	<b>120.00</b>	<b>Convexa</b>	<b>37.97</b>	<b>195.19</b>	<b>200.00</b>	<b>Para Dp y Da</b>
<b>X</b>	Km 9+125	Km 9+145	Km 9+165	Km 9+185	Km 9+205	Km 9+225	Km 9+245	Km 9+265	Km 9+285	Km 9+305	Km 9+325
<b>Y</b>	0.000	0.128	0.513	1.154	2.052	3.206	2.052	1.154	0.513	0.128	0.000
<b>Z</b>	-8.889	-7.239	-5.846	-4.710	-3.829	-3.206	-2.838	-2.728	-2.873	-3.275	-3.934

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.4.7. Diseño de la carpeta de rodadura**

#### **3.4.7.1. Generalidades**

En la actualidad, se tiene muchas maneras de poder diseñar la carpeta de rodadura; en el Perú, el método más usado para la construcción de carreteras es el método ASSHTO 93, el cual se basa en las cargas vehiculares que transitan sobre la vía y la resistencia que tiene la subrasante. Durante el periodo de diseño asignado, se debe estimar las cargas vehiculares acumuladas, lo cual representa al número de ejes equivalentes ( $W_{18}$ ). Se tomó como carga por eje simple 8.2 toneladas.

#### **3.4.7.2. Cálculo de ejes equivalentes**

##### **3.4.7.2.1. Factor direccional y factor carril ( $F_d$ y $F_c$ )**

###### **a. Factor direccional**

Se le denomina factor direccional a la relación que existe entre la cantidad de vehículos pesados en un sentido de la vía con la cantidad de la otra vía. En las normas del MTC podemos encontrar un valor estimado cuando se tiene una carretera de una calzada con dos carriles en diferente sentido. El manual de carreteras asigna un factor direccional de 0.5.

###### **b. Factor carril**

Se le denomina factor carril a la relación que existe entre los volúmenes vehiculares de cada carril de la vía. Según el manual de carreteras, se le debe asignar un valor de 1.0 si se está trabajando con una carretera con dos carriles.

##### **3.4.7.2.2. Factor de crecimiento acumulado ( $F_{ca}$ )**

Para poder determinar el número de repeticiones acumuladas, se debe calcular el factor de crecimiento acumulado, el cual está basado en el periodo de diseño y la tasa de crecimiento anual de la zona. En toda carretera transitan tanto vehículos pesados de carga (camiones) como vehículos pesados de pasajeros (ómnibus), por lo tanto, para la determinación de las tasas de crecimiento se debe tener una por cada tipo de vehículo. Las tasas de crecimiento se determinaron según el INEI. En cuanto a los vehículos pesados de pasajeros se usó la tasa de crecimiento poblacional de la zona; y

para los vehículos pesados de carga, la tasa de crecimiento económico. Las tasas fueron de 0.95% y 4.40 %, respectivamente.

El factor de crecimiento se estima usando la siguiente ecuación:

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Donde:

- $r$  : Tasa anual de crecimiento  
 $n$  : Periodo de diseño

Cuadro 33 – Factor de crecimiento acumulado


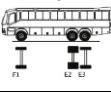

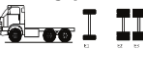
	<b>n</b>	<b>r</b>	<b>Fca</b>
<b>Veh. Pasajeros</b>	20	0.95%	21.92
<b>Veh. Carga</b>	20	4.40%	31.04


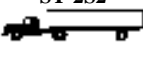

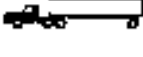

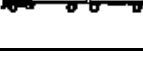
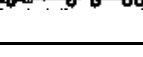
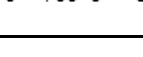
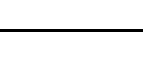
**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.4.7.2.3. Número de repeticiones de ejes equivalentes

Se entiende por número de repeticiones de ejes equivalente a la suma de todas las cargas vehiculares que soportará la carretera durante su periodo de diseño. Los vehículos que más carga proporcionan al pavimento son los ómnibus y los camiones, por lo tanto, se usaron esos vehículos para realizar el cálculo. Teniendo el resultado del conteo de vehículos tanto de camiones como de ómnibus, se procede a calcular el número de ejes equivalente por vehículo.

Cuadro 34 – Ejes equivalentes para cada vehículo pesado

<b>Vehículo</b>	<b>Ejes</b>	<b>E1</b>	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E4</b>	<b>Total</b>	<b>#</b>	<b>Es</b>
<b>B-2E</b> 	Peso	7	10			<b>3.477</b>	15	<b>52.157</b>
	Tipo	EE-S1	EE-S2					
	F. E.E.	1.265	2.212	0.000	0.000			
<b>B-3E</b> 	Peso	7	15			<b>2.321</b>	0	<b>0.000</b>
	Tipo	EE-S1	EE-TA1					
	F. E.E.	1.265	1.055	0.000	0.000			
<b>C-2E</b> 	Peso	7	10			<b>3.477</b>	25	<b>86.929</b>
	Tipo	EE-S1	EE-S2					
	F. E.E.	1.265	2.212	0.000	0.000			
<b>C-3E</b> 	Peso	7	16			<b>2.526</b>	0	<b>0.000</b>
	Tipo	EE-S1	EE-TA2					
	F. E.E.	1.265	1.261	0.000	0.000			

 C-4E	Peso	7	23			2.498	0	0.000
	Tipo	EE-S1	EE-TR2					
	F. E.E.	1.265	1.232	0.000	0.000			
 ST-2S2	Peso	7	10	10		5.689	0	0.000
	Tipo	EE-S1	EE-S2	EE-S2				
	F. E.E.	1.265	2.212	2.212	0.000			
 ST-2S3	Peso	7	10	23		4.710	0	0.000
	Tipo	EE-S1	EE-S2	EE-TR2				
	F. E.E.	1.265	2.212	1.232	0.000			
 ST-3S2	Peso	7	16	10		4.738	0	0.000
	Tipo	EE-S1	EE-TA2	EE-S2				
	F. E.E.	1.265	1.261	2.212	0.000			
 ST-3S3	Peso	7	16	23		3.758	7	26.309
	Tipo	EE-S1	EE-TA2	EE-TR2				
	F. E.E.	1.265	1.261	1.232	0.000			
 T-2T2	Peso	7	10	10	10	7.901	0	0.000
	Tipo	EE-S1	EE-S2	EE-S2	EE-S2			
	F. E.E.	1.265	2.212	2.212	2.212			
 T-2T3	Peso	7	10	10	16	6.950	0	0.000
	Tipo	EE-S1	EE-S2	EE-S2	EE-TA2			
	F. E.E.	1.265	2.212	2.212	1.261			
 T-3T2	Peso	7	16	10	10	6.950	0	0.000
	Tipo	EE-S1	EE-TA2	EE-S2	EE-S2			
	F. E.E.	1.265	1.261	2.212	2.212			
 T-3T3	Peso	7	16	10	16	5.998	0	0.000
	Tipo	EE-S1	EE-TA2	EE-S2	EE-TA2			
	F. E.E.	1.265	1.261	2.212	1.261			

**Fuente:** Elaboración propia.

Realizando la suma de los ejes equivalentes, se obtiene el número de repeticiones de ejes equivalentes.

Cuadro 35 – Ejes equivalentes para cada vehículo pesado

Ejes equivalentes veh. Pasajeros	52.157
Ejes equivalentes veh. de carga	113.238

**Fuente:** Elaboración propia.

El número de ejes equivalentes por día por carril se estiman usando la siguiente expresión:



$$EE_{\text{día-carril}} = IMD_p * Fd * Fc * Fvp * F_{EE}$$

Con la siguiente ecuación, podemos obtener el número de repeticiones de ejes equivalentes:

$$N_{\text{rep de EE 8.2 tn}} = \Sigma(EE_{\text{día-carril}} * Fca * 365)$$

$$N_{\text{rep de EE 8.2 tn}} = (52.16 * 21.92 + 113.24 * 31.04) * 365 * 0.5 * 1 = 850222.4$$

### 3.4.7.3. Cálculo del espesor de las capas del pavimento

Una carretera se puede clasificar según el número de sus ejes equivalente. La carretera diseñada representa un TP-4 debido a que sus ejes equivalentes oscilan entre los 750000 a 1000000. La subrasante de la zona se clasificó como excelente, teniendo un CBR de diseño de 42.43 %. Teniendo del CBR, se puede calcular el módulo de resiliencia usando la siguiente expresión:

$$Mr(\text{psi}) = 2555 * CBR^{0.64}$$

Obteniendo un  $Mr = 28124.18 \text{ psi}$

Como primer coeficiente tenemos a la Confiabilidad (R%) la cual se estima en porcentaje y representa a la probabilidad en que la estructura diseñada soporte de acuerdo a lo previsto. Este valor lo podemos determinar usando el manual de carretera de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, en donde la confiabilidad esta en base al tipo de la carretera, en nuestro caso se determinó una confiabilidad de 80 % para un tipo TP4.

Teniendo en cuenta la confiabilidad se puede estimar el coeficiente de Desviación Estándar (Zr). El manual de carreteras otorga un valor de desviación estándar por cada valor de confiabilidad asignado. Para nuestro valor de confiabilidad le corresponde una desviación estándar de -0.842.

Se tiene también la desviación estándar combinada (S0), cuya función es determinar las variaciones que afectan al comportamiento de los pavimentos. El manual de carreteras nos otorga un valor de 0.45 siempre y cuando se esté trabajando con pavimento flexible.

La comodidad que se garantiza a los usuarios está representada por el índice de serviciabilidad. Se determina según el tipo de carretera, para un TP1 le corresponde un índice de serviciabilidad inicial ( $P_i$ ) de 3.80; y uno final terminal ( $P_t$ ) de 2.00.

Por consiguiente, la variación de serviciabilidad es la diferencia de índices; teniendo como valor un 1.80 de variación.

En cuanto al coeficiente de drenaje, se le otorga mayormente el valor de 1.00 par capas de base y subbase.

Obteniendo el valor de número estructural ( $SN$ ) se puede conocer los espesores de cada capa del pavimento. El método ASSHTO proporciona la siguiente ecuación para el cálculo del número estructural:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

$W_{18}$	:	Número de repeticiones
$Z_R$	:	Desviación estándar normal
$S_0$	:	Desviación estándar combinada
$SN$	:	Número estructural
$\Delta PSI$	:	Variación de la serviciabilidad
$M_R$	:	Módulo de resiliencia

Los espesores de cada capa se calculan usando la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 x d_1 + a_2 x d_2 x m_2 + a_3 x d_3 x m_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$	:	Coefficientes estructurales de la capa superficial, la base y la subbase.
$d_1, d_2, d_3$	:	Espesores de las capas (cm).
$m_2, m_3$	:	Coefficientes de drenaje para la capa de base y subbase.

Con los datos de cada coeficiente, se obtuvo el valor del número estructural:

$$SN = 1.874$$

Si es número estructural requerido es menor al número estructural generado por cada capa del pavimento quiere decir que nuestro diseño es óptimo.

Los números estructurales de cada capa se muestran a continuación:

Cuadro 36 – Espesores de las capas del pavimento

Componente del pavimento	Coefficiente estructural	Espesores (cm)	Coefficiente de drenaje	SN <sub>n</sub>	SN <sub>total</sub>
Capa superficial				0.325	1.905
Micropavimento 25 mm	0.130	2.5	-		
Base				0.780	
Base granular CBR 80%	0.052	15.0	1		
Sub base				0.800	
Sub base granular CBR 60%	0.050	16.0	1		

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.4.8. Diseño geométrico de la sección transversal

#### 3.4.8.1. Generalidades

La sección transversal es un corte vertical que le hace al alineamiento horizontal con la finalidad de poder definir las dimensiones de los elementos que conforman la carretera en relación al terreno natural.

#### 3.4.8.2. Calzada o superficie de rodadura

La calzada es la parte de la carretera por donde transitan los vehículos sin considerar las bermas. En ancho de calzada se puede obtener según la velocidad de diseño y la orografía del terreno en la DG-2018.

Cuadro 37 – Ancho de calzada

Según la orografía	Según la demanda	V.D.	Ancho de Calzada
Terreno accidentado (tipo 3)	Carretera de tercera clase	20 km/h	6.00 m
		30 km/h	6.00 m

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.4.8.3. Bermas

Berma es aquella parte de la carretera ubicada al costado de cada carril. Este espacio puede ser utilizado como estacionamiento temporal o también, cuando se requiera realizar una maniobra de emergencia.

#### 3.4.8.3.1. Ancho de bermas

Al igual que la calzada, el ancho de berma depende de la velocidad de diseño, orografía y demanda. Por lo tanto, la DG-2018 nos proporcionó un ancho de berma de 0.50 m.

Cuadro 38 – Ancho de berma

Según la orografía	Según la demanda	V.D.	Ancho de berma
Terreno accidentado (tipo 3)	Carretera de tercera clase	20 km/h	0.50 m
		30 km/h	0.50 m

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 3.4.8.3.2. Inclinación de bermas

Las inclinaciones de bermas se estiman según la cantidad de precipitación que hay en la zona. La DG-2018 nos muestra una tabla donde podemos elegir la inclinación de la berma. El valor elegido fue de 6 %.

#### 3.4.8.4. Bombeo

El bombeo es la inclinación que posee la calzada con el propósito de facilitar el escurrimiento de las aguas provenientes de las precipitaciones. El valor del bombeo se asigna según el tipo de carretera y, además, según la región. Para una carretera asfalta y con región lluviosa, se obtiene un valor de 3 % para el bombeo.

### 3.4.8.5. Peralte

El peralte es una pendiente transversal que se le otorga a las curvas de una calzada de una carretera con el fin de compensar la fuerza centrífuga que genera el vehículo. Según la DG-2018, para una carretera con orografía accidentada, se debe tomar un peralte máximo de 12 %.

#### 3.4.8.5.1. Transición del bombeo al peralte

Representa a la parte de la carretera donde el bombeo característico cambia de forma hasta adoptar la del peralte.

### 3.4.8.6. Taludes

Es aquella inclinación lateral que se da a la carretera respecto al terreno. Los taludes se dan tanto en corte como en rellano, de tal manera que evite el desplazamiento del suelo. En la carretera diseñada, los taludes de corte y relleno fueron los siguientes:

Cuadro 39 – Ancho de berma

	Clasificación del suelo	Talud de corte (H:V)			Talud de relleno (V:H)		
		<5 m	5-10 m	>10 m	<5 m	5-10 m	>10 m
C-1	GM	1:1.00	1:1.00	*	1:1.50	1:1.75	1:2.00
C-2	GC	1:1.00	1:1.00	*	1:1.50	1:1.75	1:2.00
C-3	GM	1:1.00	1:1.00	*	1:1.50	1:1.75	1:2.00
C-4	GC	1:1.00	1:1.00	*	1:1.50	1:1.75	1:2.00
C-5	SC-SM	1:0.75	1:0.50	*	1:1.75	1:2.00	1:2.25
C-6	SM	1:0.75	1:0.50	*	1:1.75	1:2.00	1:2.25
C-7	SM	1:0.75	1:0.50	*	1:1.75	1:2.00	1:2.25
C-8	SM	1:0.75	1:0.50	*	1:1.75	1:2.00	1:2.25
C-9	GM	1:1.00	1:1.00	*	1:1.50	1:1.75	1:2.00

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.8.7 Cunetas

Son estructuras ubicadas a los costados de las bermas que cumplen el papel de transportar el agua de las lluvias evitando que la carretera sufra mayores daños. Se puede utilizar diferentes materiales para su construcción y tienen diferentes formas (Trapezoidal, triangular y rectangular).

### 3.4.9. Señalización

#### 3.4.9.1. Generalidades

Se entiende como señalización vial a organizar y otorgar la seguridad en carreteras. La vida de los usuarios depende de lo que la señalización indique. Por lo tanto, la señalización guía a los conductores por el camino de la seguridad y prevención de accidentes.

#### 3.4.9.2. Señales verticales

Son carteles que van situados al costado de la vía. La función principal es informar a los usuarios a través de palabras o símbolos. Estas señales deben avisar a los usuarios sobre zonas peligrosas de la carretera o acercamientos a pueblos. Se clasifican en tres grupos:

##### A. Señales reguladores o reglamentarias

Se encarga de informar las prohibiciones o restricciones que tiene la carretera. Se deben tomar en cuenta las siguientes características:

- Adoptan una forma rectangular.
- Las medidas estandarizadas son de 40 x 60 cm.
- Las señales deben tener un fondo blanco, con bordes, letras y símbolos de color negro, además del círculo y la franja color rojo.



**Señal de prohibido adelantar (R-16)**  
Señal que prohíbe el adelantamiento de vehículos.

Figura 18 – Señal de No Adelantar

Fuente: Manual MTC 2016.

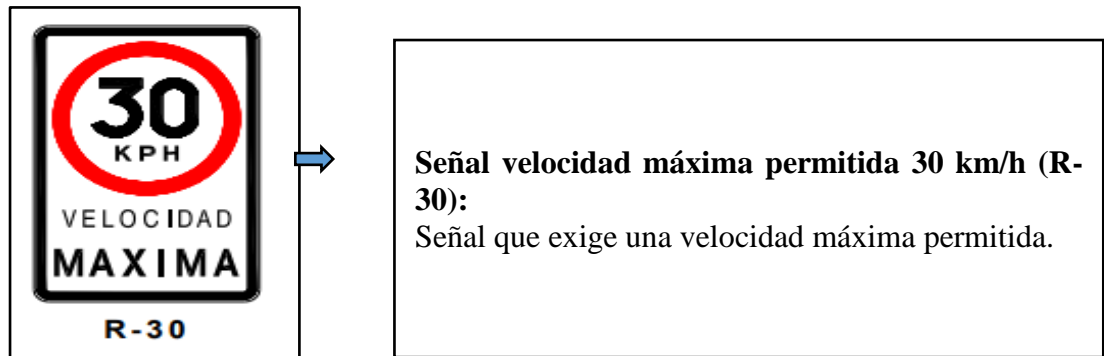


Figura 19 – Señal de Velocidad Máxima permitida

Fuente: Manual MTC 2016.

### B. Señales de prevención

Informa a los usuarios sobre posibles riesgos que se aproximan en el tramo de la carretera, de tal forma que los usuarios deberán tomar sus precauciones debidas. Las características de estas señales son las siguientes:

- Adopta una forma de un rombo.
- Le medida estandarizada es de 60 x 60 cm
- Estas señales deberán tener el fondo de color amarillo, los bordes y los símbolos deberán ser de color negro.

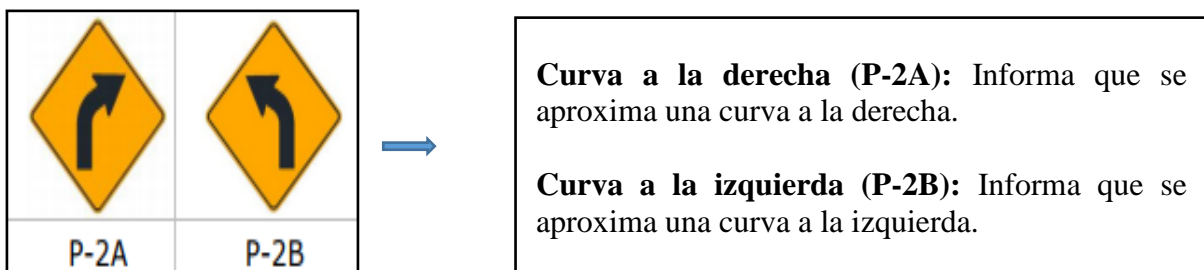


Figura 20 – Señales de prevención P-2A y P-2B

Fuente: Manual MTC 2016.

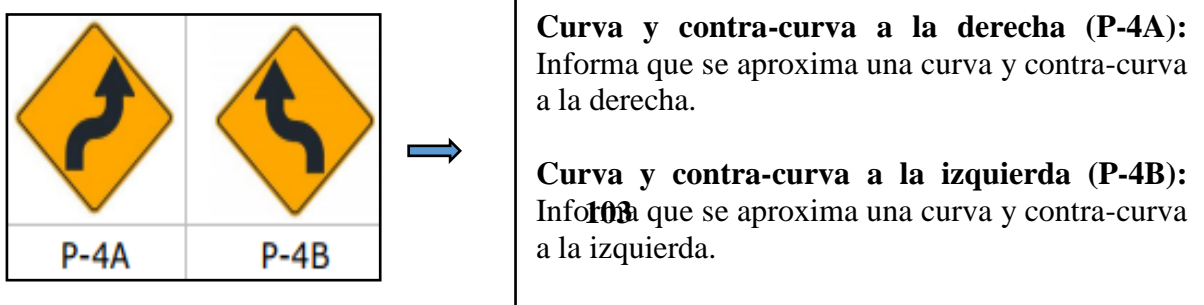


Figura 21 – Señales de prevención P-2A y P-2B  
 Fuente: Manual MTC 2016.

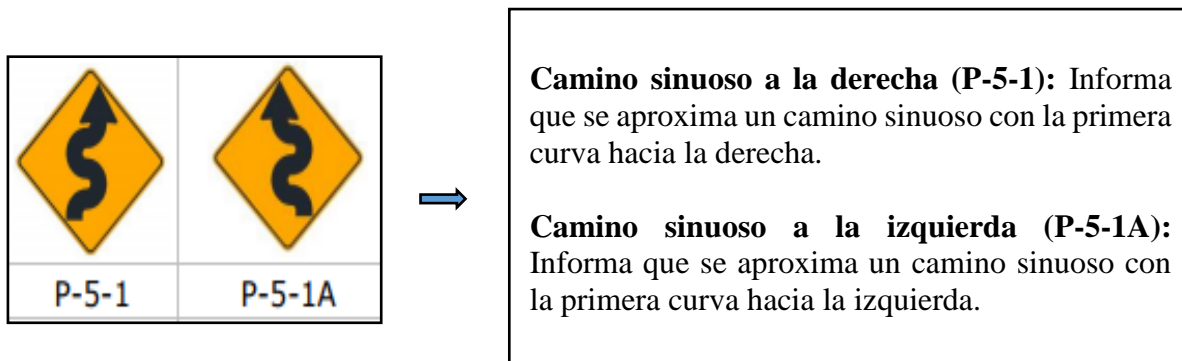


Figura 22 – Señales de prevención P-5-1 y P-5-1A  
 Fuente: Manual MTC 2016.

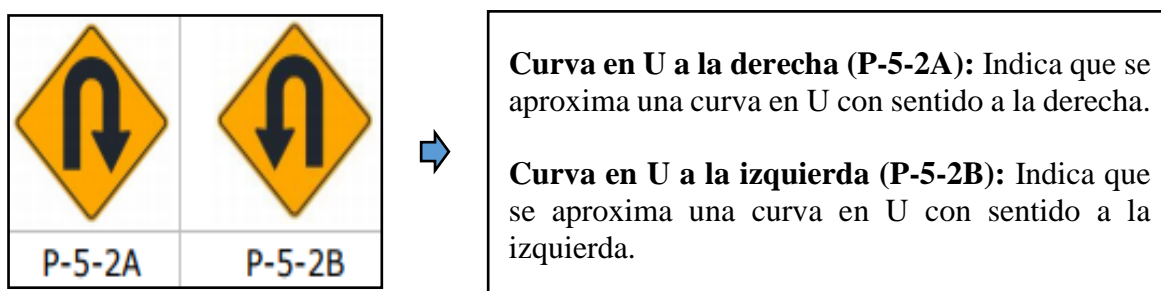


Figura 23 – Señales de prevención P-5-2A y P-5-2B  
 Fuente: Manual MTC 2016.

### C. Señales informativas

Su función primordial es informar acerca de la aproximación de lugares como pueblos, ciudades, servicios turísticos, sitios arqueológicos, etc.

- Tienen una forma rectangular.
- El fondo es de color verde con letras blancas.
- El tamaño depende del texto, solo no se debe pasar de las 4 líneas.

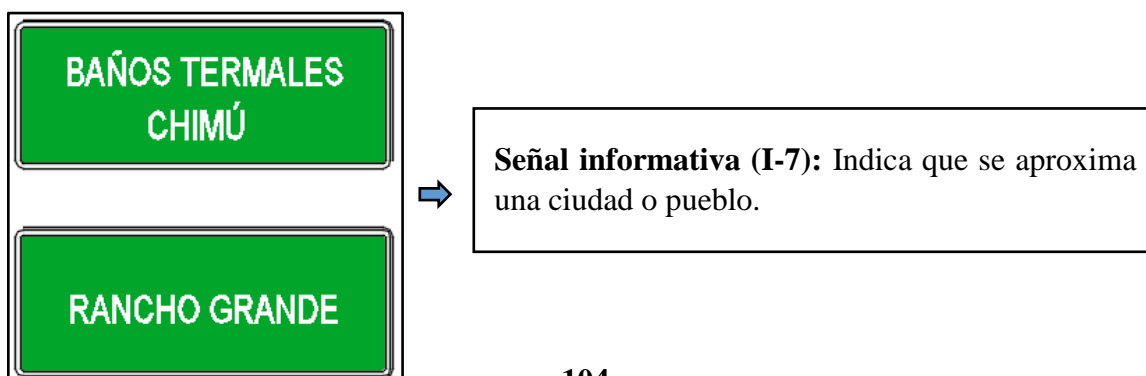




Figura 24 – Señal informativa I-7  
Fuente: Manual MTC 2016.

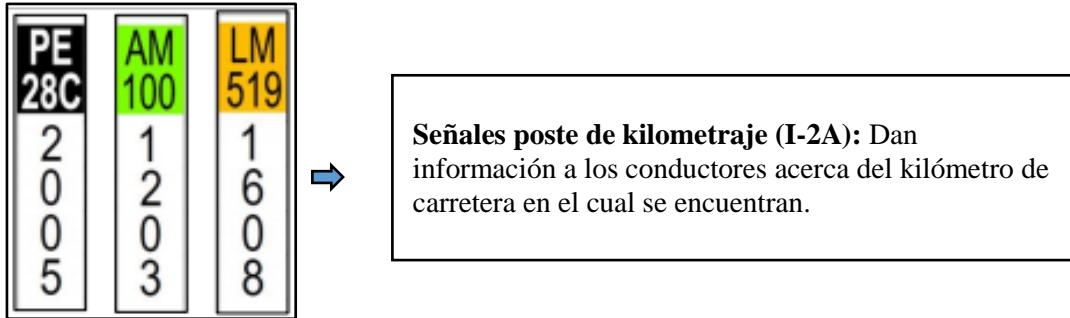


Figura 25 – Postes de kilometraje I-2A  
Fuente: Manual MTC 2016.

#### D. Resumen de señalización

PROGRESIVA	S. PREVENTIVAS	S. INFORMATIVAS	S. REGLAMENTARIAS	POSTES DE KILOMETRAJE
Km 0+000	P-1B	I-1D	R-30	I-2A
Km 0+140	P-1A			
Km 0+180	P-2B			
Km 0+260	P-2A			
Km 0+460	P-2B			
Km 0+540	P-2A			
Km 0+600	P-5-2A			
Km 0+840	P-1B	P-5-2B		
Km 0+940	P-1A			
Km 0+980	P-1B			
Km 1+000				I-2A
Km 1+080	P-1A			
Km 1+220	P-1A			
Km 1+340	P-1B			
Km 1+380	P-1B			
Km 1+460	P-1A			
Km 1+580	P-2B			
Km 1+680	P-2A			
Km 1+720	P-2B			
Km 1+820	P-2A			
Km 2+000	P-1A			I-2A

Km 2+080	P-1B				
Km 2+100	P-1B				
Km 2+200	P-1A				
Km 2+260	P-1B				
Km 2+360	P-1A	P-1A			
Km 2+440	P-1B				
Km 2+580	P-1A				
Km 2+660	P-1B				
Km 2+700	P-5-2B				
Km 2+840	P-5-2A				
Km 2+860	P-1A				
Km 3+000					I-2A
Km 3+020	P-1B				
Km 3+040	P-1B				
Km 3+140	P-1A				
Km 3+300	P-2B				
Km 3+380	P-2A				
Km 3+560	P-3A				
Km 3+780	P-3A				
Km 3+980	P-5-1A				
Km 4+000					I-2A
Km 4+380	P-5-1				
Km 4+460	P-1A				
Km 4+580	P-1B				
Km 4+620	P-2A				
Km 4+700	P-2B				
Km 4+760	P-1B				
Km 4+880	P-1A				
Km 4+940	P-1B				
Km 5+000					I-2A
Km 5+040	P-1A				
Km 5+120	P-1A				
Km 5+200	P-1B				
Km 5+420	P-2B				
Km 5+500	P-2A				
Km 5+720	P-2B				
Km 5+800	P-2A				
Km 6+000	P-1A				I-2A
Km 6+120	P-1B				
Km 6+380	P-2A				
Km 6+460	P-2B				

Km 6+700	P-1B				
Km 6+800	P-1A				
Km 6+920	P-2A				
Km 7+000	P-2B				I-2A
Km 7+220	P-2B				
Km 7+300	P-2A				
Km 7+340	P-2A				
Km 7+420	P-2B				
Km 7+460	P-1A				
Km 7+540	P-1B				
Km 7+640	P-2B				
Km 7+700	P-2A				
Km 7+740	P-1B				
Km 7+820	P-1A				
Km 7+880	P-3B				
Km 8+000					I-2A
Km 8+160	P-3B				
Km 8+260	P-2B				
Km 8+340	P-2A				
Km 8+640	P-2B				
Km 8+700	P-2A				
Km 8+780	P-1A				
Km 8+880	P-5-1A	P-1B			
Km 9+000					I-2A
Km 9+260	P-5-1				
Km 9+380			I-1D	R-30	

### **3.5. Estudio de impacto ambiental**

#### **3.5.1. Generalidades**

El estudio de impacto ambiental da a conocer si el proyecto traerá posibles impactos negativos que afecten al medio ambiente y a la población. De acuerdo a este estudio, es que se aprueba o rechaza el proyecto, o si se debe modificar.

Se debe especificar las diversas actividades que se realizarán durante el proyecto y sus posibles impactos que estas generen. En caso existan varios impactos, se debe organizar un plan de contingencia para que la obra se desarrolle de la mejor manera.

#### **3.5.2. Diagnóstico del área de estudio y su ámbito de influencia**

##### **3.5.2.1. Ubicación**

El proyecto está localizado en el distrito de Sayapullo, provincia de Gran Chimú, región La Libertad. Se realizará un mejoramiento en la carretera que une el centro turístico baños termales y el caserío Rancho Grande.

##### **3.5.2.2. Área de influencia del proyecto**

Constituye a la zona donde se desarrolla el proyecto de manera directa o indirecta. El estudio está basado en aspectos sociales, económicos, hidrológicos, etc.

###### **3.5.2.2.1. Área de influencia directa e indirecta**

El área de influencia directa viene a ser el tramo que une el centro turístico baños termales y el caserío Rancho Grande. La zona de influencia indirecta está representada por los lugares aledaños a la carretera, además, los pobladores también forman parte de esta área.

#### **3.5.3. Sistema de evaluación**

Se realiza mediante el sistema nacional de evaluación de impacto ambiental (SEIA), el cual controla, corrige, identifica los impactos negativos que se presentan en el proceso de ejecución del proyecto. Además, hace uso de un proceso por etapas, identificando requisitos que evalúen los impactos y propone diversas campañas con participación de la población.

### 3.5.4. Marco Legal

Se muestran las siguientes leyes:

- ✓ Artículo 2, 67 y 68 de la Constitución Política del Perú.
- ✓ Código del medio ambiente y de los recursos naturales (D.L. N° 613)
- ✓ Ley para el crecimiento de la inversión privada (D.L. N° 757)

### 3.5.5. Metodología

Se debe identificar las diferentes etapas que comprende el presente proyecto:

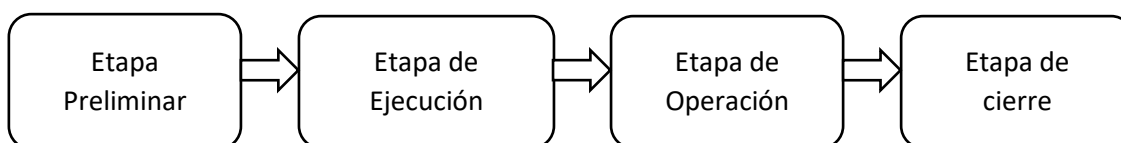


Figura 26 – Esquema metodológico del EIA

Fuente: Elaboración propia.

Se realiza un Diagnóstico de la situación ambiental en el área de influencia:

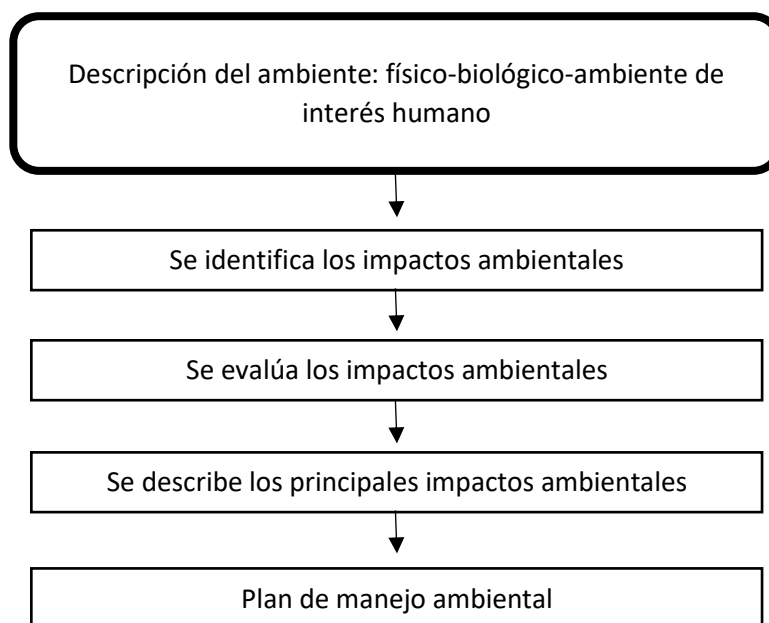


Figura 27 – Esquema para el diagnóstico situacional del EIA

Fuente: Elaboración propia.

#### 3.5.5.1. Características del área de influencia del proyecto

##### 3.5.5.1.1. Diagnóstico ambiental

###### a. Ambiente Físico

El clima en el distrito de Sayapullo se considera cálido y templado. Con una temperatura anual de 14.1 °C y una precipitación promedio de 627

mm. En enero se registra el mes más caluroso del año; en junio, el más friolento.

#### **b. Hidrológico**

Se debe realizar un estudio hidrológico con el fin de poder calcular el caudal para el diseño de las obras de arte de la carretera.

#### **c. Ambiente Biótico**

##### **Flora y Fauna:**

En la provincia de Gran Chimú, prima la minería como actividad económica más relevante. La agricultura también es muy relevante y los cultivos más usados son la papa, zanahoria y camote. En segundo plano tiene a la ganadería. Los pobladores tienden a criar ganado vacuno, ovino y porcino.

### **3.5.5.2. Identificación de impactos ambientales potenciales**

#### **3.5.5.2.1. Impactos ambientales potenciales**

##### **Etapa Preliminar**

Ubicación de proyecto

Elaboración del proyecto

Aprobación del proyecto

##### **Etapa de Ejecución**

Remoción de vegetación

Instalación de las obras provisionales

Movimiento de tierra

Operación de maquinaria

Explotación de cantera

Corte de Material dentro y fuera proyecto

Derrames accidentales de líquidos

Contratación de mano de obra

### **Etapa de Operación**

Nueva estructura

Accesibilidad

Incremento de tránsito

Aumento de comercio

### **Etapa de cierre**

Liberación de los trabajadores

Instalación de obras temporales

Limpieza

### **3.5.5.3. Evaluación de impactos**

Se usó la matriz de Leopold para analizar los impactos que el proyecto genere. En la matriz se muestra una relación entre causa-efecto entre las etapas del proyecto y sus actividades

#### **3.5.5.3.1. Interpretación causa-efecto de la matriz de Leopold**

##### **Aire**

El aire puede verse afectado cuando se realice los movimientos de tierras, explotación de la cantera, entre otros. La generación de polvo y humo es el impacto más relevante.

##### **Agua**

El agua se contamina debido a la mezcla con sustancias líquidas como los aceites, pinturas, combustible, etc.

##### **Suelo**

Los derrames de los diferentes líquidos químicos afectan al suelo. También, el suelo es afectado debido a una mala manipulación de la maquinaria.

##### **Panorámico**

El paisaje de la zona se puede ver afectado debido a las instalaciones provisionales que se colocan, como el campamento y terraplenes para la maquinaria.

### **Flora y Fauna**

En cuanto a la flora y la fauna, se tiene mucho cuidado con ello; es por eso que no existe mucho daño con respecto a la vegetación y los animales de la zona.

### **Socioeconómico**

Los pobladores de las zonas aledañas obtendrán trabajo durante la ejecución de las obras, además, el comercio incrementara y tendrán mayores ingresos.



### 3.5.6. Evaluación del proyecto

Cuadro 40 – Matriz de Leopold

<b>MATRIZ PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES</b>																								
<b>1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES</b>																								
<b>INSTRUCCIONES</b>			<b>A. ETAPA PRELIMINAR</b>			<b>B. ETAPA DE EJECUCIÓN</b>						<b>C. ETAPA DE OPERACIÓN</b>			<b>E. ETAPA DE CIERRE</b>									
1. Identificar todas las acciones (Situadas en la parte superior de la matriz) que ponen lugar en el proyecto propuesto. 2. Bajo cada una de las acciones propuestas, trazar una barra diagonal en la intercepción con cada uno de los términos laterales de la matriz, en caso de posible impacto. 3. Una vez completada la matriz en la esquina superior izquierda de cada cuadrito con barra, calificar de 1 a 10 la <b>MAGNITUD</b> del posible impacto 10 representa la máxima magnitud y 1 la mínima (el cero no es válido). Si el impacto es beneficioso, el valor será positivo; mientras que los impactos negativos llevarán signo negativo. En la esquina inferior derecha de cada cuadrito calificar de 1 a 10 la <b>IMPORTANCIA</b> del posible impacto (por ejemplo si es regional o simplemente local) 10 representa la máxima importancia y 1 la mínima (El cero no es válido). 4. El texto que acompaña la matriz consistirá en la discusión de los impactos más significativos, es decir aquellos cuyas filas y columnas están señalados con las mayores calificaciones y aquellos cuadritos alistados con números superiores.			A. Estudios preliminares para el proyecto	B. Transporte de personal y muestras	C. Elaboración del proyecto	A. Movilización y desmovilización de equipos	B. Instalación de obras provisionales	C. Movimiento de tierra	D. Explotación de cantera	E. Conformación de la carpeta de rodadura	F. Construcción de obras de arte	G. Transporte de material dentro y fuera de la obra	A. Nueva estructura	B. Accesibilidad	C. Incremento de población	D. Aumento de comercio	A. Liberación de los trabajadores	B. Desinstalación de las obras temporales	C. Limpieza y cierre					
			<b>TIBLES DE ALTERARSE</b>	<b>FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>	<b>1. AIRE</b>	a. Gases y humo	-1	1	-2	-2	-4	-4	-4	-2	-4	-1	1	-1	1	-2	-1	1		
						b. Partículas en suspensión	-1	1	-1	4	-1	4	-1	4	-2	3	1	1	1	1	1	1	1	1
						c. Polvo	-2	1	-2	4	-4	4	-4	4	-3	1	3	1	2	1	1	-2	1	2
d. Contaminación acústica	-1	1				-4	4	-5	4	-5	4	-2	1	3	1	1	1	1	-1	1	2			
<b>2. AGUA</b>	a. Contaminación de aguas superficiales	-1		1	-1	1	-3	2	-3	1	-2	4	1	1	1	1	1	-2	1	3				
	b. Contaminación de aguas subterráneas	-1		1	-1	1	-1	1	-1	3	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1				
	c. Calidad de agua	-1		1	-1	1	-2	1	-2	4	1	1	1	1	1	1	1	-1	1	1				

-28
23
-8
18
-37
26
-28
22
-18
16
-4
6
-9
13



### **3.5.8. Plan de manejo ambiental**

Se propone este plan con la finalidad de poder evitar los posibles impactos negativos que existan durante la ejecución del proyecto.

#### **3.5.8.1. Programación de prevención y mitigación**

Se proponen charlas y capacitaciones con el propósito de erradicar los accidentes en la obra. Todas las charlas y capacitaciones deben ser a favor del cuidado del medio ambiente.

##### **a. Prevención de la contaminación del suelo**

El suelo es uno de los que más recibe daño debido a los derrames de los líquidos. Es por eso que se debe evitar el contacto de los líquidos con el suelo. Además, realizar un correcto movimiento de tierra, sin perjudicar en demasía al suelo.

##### **b. Prevención de la contaminación del agua**

Se debe evitar que el agua se mezcle con otros agentes, como por ejemplos el combustible, pinturas, aceites, etc. El lavado de la maquinaria no debe realizarse directamente sobre la fuente de agua.

##### **c. Prevención de la contaminación del paisaje y tranquilidad.**

Se debe respetar el horario de trabajo, respetando la tranquilidad de la población. La ejecución del proyecto no debe modificar el paisaje de la zona de influencia.

##### **d. Mitigación de impactos negativos a la flora-fauna**

Durante la ejecución del proyecto está prohibida la caza de animales y el daño a la vegetación. Por otro lado, todos los desechos deben ser derivados a un botadero cerca de la zona de influencia.

##### **e. Medidas preventivas en el almacén, caseta y área de servicios**

Se construirá un campamento provisional para el descanso del personal, además que sirva de estacionamiento para la maquinaria. El campamento

debe contar con un botiquín de primeros auxilios y una movilidad en caso de emergencias.

**f. Medidas para el manejo de cantera**

El lugar determinado como cantera debe cumplir con las características que se requiere. Luego del proceso de explotación de la cantera se debe realizar una limpieza al lugar.

### 3.6. Especificaciones técnicas

Ver Anexo N° 5.

### 3.7. Análisis de costos y presupuestos

#### 3.7.1. Cálculo de fletes a obra

Cuadro 41 – Cálculo de distancia virtual

Origen	Destino	Región	Altitud	Tipo de carretera	Distancia (Km)	Factor de conversión	Distancia Virtual
Lima	Trujillo	-	-	-	557.24	1.00	557.24
Trujillo	Chicama	-	-	-	32.70	1.00	32.70
Chicama	Sausal	Costa	0 -1000	Asfaltada	27.00	1.00	27.00
Sausal	Cojitambo	Costa	0 -1000	Asfaltada	36.00	1.00	36.00
Cojitambo	Proyecto	Costa	0 -1000	Asfaltada	25.80	1.00	25.80

**Fuente:** Elaboración Propia

Cuadro 42 – Cálculo de flete Lima - Obra

Tipo de transporte	Tramo	Carga útil (Ton)	Distancia Virtual	S/ x Viaje	FRV	S/ x Ton	Índice 32 Set-06 o Dic-02	Índice 32 Ago-18	Reajuste	Subtotal	Flete por tonelada	Flete por kilogramo
Transporte normal	Lima - Chicama	30	589.94	S/2,922.60	1.00	S/97.42	386.13	470.47	1.218	118.70	S/168.80	S/0.17
	Chicama - Proyecto	30	88.80	S/1,016.66	1.00	S/33.89	318.23	470.47	1.478	50.10		
Transporte especial	Lima - Chicama	30	589.94	S/2,922.60	1.40	S/97.42	386.13	470.47	1.218	166.18	S/216.28	S/0.22
	Chicama - Proyecto	30	88.80	S/1,016.66	1.00	S/33.89	318.23	470.47	1.478	50.10		

**Fuente:** Elaboración Propia

**Cuadro 43 – Cálculo de flete Trujillo - Obra**

Tipo de transporte	Tramo	Carga útil (Ton)	Distancia Virtual	S/ x Viaje	FRV	S/ x Ton	Índice 32 Set-06 o Dic-02	Índice 32 Ago-18	Reajuste	Subtotal	Flete por tonelada	Flete por kilogramo
Transporte normal	Trujillo - Chicama	30	32.70	S/162.00	1.00	S/5.40	386.13	470.47	1.218	6.58	S/56.68	S/0.06
	Chicama - Proyecto	30	88.80	S/1,016.66	1.00	S/33.89	318.23	470.47	1.478	50.10		
Transporte especial	Trujillo - Chicama	30	32.70	S/162.00	1.00	S/5.40	386.13	470.47	1.218	6.58	S/56.68	S/0.06
	Chicama - Proyecto	30	88.80	S/1,016.66	1.00	S/33.89	318.23	470.47	1.478	50.10		

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.7.2. Cálculo de costos de materiales

**Cuadro 44 – Cálculo de costos de materiales**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	PESO (KG)	PROCEDENCIA	PRECIO BASE (Po)	FLETE	AyM (2% Po)	MdeT (5% Po)	VIATICOS (40% Po)	PUESTO EN OBRA
ACEITES, PETROLEOS Y LUBRICANTES										
01	PETROLEO	gal	2.78	TE-Trujillo	S/7.51	S/0.16	S/0.15	S/0.38		S/8.19
02	GASOLINA	gal	3.21	TE-Trujillo	S/7.89	S/0.18	S/0.16	S/0.39		S/8.62
ACERO DE CONSTRUCCIÓN										
03	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1.00	TN-Trujillo	S/2.14	S/0.06	S/0.04	S/0.11		S/2.35
04	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg	1.00	TN-Trujillo	S/2.35	S/0.06	S/0.05	S/0.12		S/2.57
05	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg	1.00	TN-Trujillo	S/2.30	S/0.06	S/0.05	S/0.12		S/2.52
06	CLAVOS	kg	1.00	TN-Trujillo	S/2.84	S/0.06	S/0.06	S/0.14		S/3.10
ALCANTARILLA METÁLICA										
07	ALCANTARILLAS TMC D=24"	m	32.79	TN-Lima	S/137.04	S/5.53	S/2.74	S/6.85		S/152.17

08	ALCANTARILLAS TMC D=60"	m	137.13	TN-Lima	S/525.21	S/23.15	S/10.50	S/26.26		S/585.12
09	ALCANTARILLAS TMC D=80"	m	239.55	TN-Lima	S/889.65	S/40.44	S/17.79	S/44.48		S/992.36
CEMENTO PORTLAND										
10	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	42.50	TN-Trujillo	S/16.63	S/2.41	S/0.33	S/0.83		S/20.20
MADERA NACIONAL										
11	MADERA TORNILLO	p2	2.12	TN-Trujillo	S/5.15	S/0.12	S/0.10	S/0.26		S/5.63
12	TRIPLAY DE 19 mm PARA ENCOFRADO	pln	24.37	TN-Trujillo	S/87.00	S/1.38	S/1.74	S/4.35		S/94.47
PERFILES DE ACERO										
13	ANGULO DE FIERRO 1"X1"X3/16"	m	1.73	TN-Trujillo	S/3.51	S/0.10	S/0.07	S/0.18		S/3.85
14	PERFIL "T" 1 1/2" X 3/16"	m	2.67	TN-Trujillo	S/6.54	S/0.15	S/0.13	S/0.33		S/7.15
15	PERNOS 3/8"X8" +2A+T	pza	0.15	TN-Trujillo	S/1.15	S/0.01	S/0.02	S/0.06		S/1.24
16	PLATINA DE FIERRO 1/8"X2"	m	1.17	TN-Trujillo	S/2.96	S/0.07	S/0.06	S/0.15		S/3.23
PINTURAS Y SOLVENTES										
17	PINTURA BITUMINOSA	gal	5.07	TN-Trujillo	S/125.74	S/0.29	S/2.51	S/6.29		S/134.83
18	PINTURA ESMALTE	gal	5.07	TN-Trujillo	S/29.56	S/0.29	S/0.59	S/1.48		S/31.92
19	PINTURA IMPRIMANTE	gal	5.07	TN-Trujillo	S/17.93	S/0.29	S/0.36	S/0.90		S/19.47
20	PINTURA PARA TRAFICO	gal	6.00	TN-Trujillo	S/57.50	S/0.34	S/1.15	S/2.88		S/61.87
21	SOLVENTE P/PINTURA BITUMINOSA	gal	4.75	TN-Trujillo	S/61.37	S/0.27	S/1.23	S/3.07		S/65.94
22	SOLVENTE XILOL	gal	4.00	TN-Trujillo	S/37.13	S/0.23	S/0.74	S/1.86		S/39.96
PLANCHAS METÁLICAS										
23	PLACA DE BRONCE	und	0.50	TN-Trujillo	S/120.00	S/0.03	S/2.40	S/6.00		S/128.43
TUBOS Y ACCESORIOS DE PVC										
24	TUBO PVC-SAP D=3/8"	m	0.15	TN-Trujillo	S/2.33	S/0.01	S/0.05	S/0.12		S/2.50
ADITIVOS Y AFINES										
25	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	l	4.54	TN-Trujillo	S/2.85	S/0.26	S/0.06	S/0.14		S/3.31
26	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	l	1.02	TN-Trujillo	S/7.97	S/0.06	S/0.16	S/0.40		S/8.59
27	DESMOLDANTE PARA MADERA	l	0.97	TN-Trujillo	S/34.24	S/0.05	S/0.68	S/1.71		S/36.69
28	SELLO ELASTOMERICO BASE POLIURETANO	gal	5.67	TN-Trujillo	S/173.00	S/0.32	S/3.46	S/8.65		S/185.43
ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN										
29	FIBRA DE VIDRIO PREPARADA 4 MM	m2	15.00	TN-Trujillo	S/150.00	S/0.85	S/3.00	S/7.50		S/161.35
30	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2	0.10	TN-Trujillo	S/13.94	S/0.01	S/0.28	S/0.70		S/14.92
31	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg	1.00	TN-Trujillo	S/3.50	S/0.06	S/0.07	S/0.18		S/3.80

32	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gal	5.07	TN-Trujillo	S/1,617.31	S/0.29	S/32.35	S/80.87		S/1,730.81
33	TINTA SERIGRAFICA ROJA	gal	5.07	TN-Trujillo	S/1,617.31	S/0.29	S/32.35	S/80.87		S/1,730.81
SOLDADURAS										
34	SOLDADURA	kg	1.00	TN-Trujillo	S/9.05	S/0.06	S/0.18	S/0.45		S/9.74
ELEMENTOS VARIOS										
35	LIJA PARA CONCRETO	hja	0.05	TN-Trujillo	S/1.60	S/0.00	S/0.03	S/0.08		S/1.71
36	TEKNOPOR DE 1"	m2	0.25	TN-Trujillo	S/3.24	S/0.01	S/0.06	S/0.16		S/3.48
37	TEKNOPOR DE 3/4"	m2	0.19	TN-Trujillo	S/2.65	S/0.01	S/0.05	S/0.13		S/2.85
38	THINNER CORRIENTE	gal	4.00	TN-Trujillo	S/15.00	S/0.23	S/0.30	S/0.75		S/16.28
39	YESO EN BOLSAS DE 25 kg	bol	25.00	TN-Trujillo	S/9.50	S/1.42	S/0.19	S/0.48		S/11.58
EXPLOSIVOS O AFINES										
40	BARRENO 5X1/8"	und	4.32	TN-Trujillo	S/324.59	S/0.24	S/6.49	S/16.23		S/347.56

Fuente: Elaboración Propia

### 3.7.3. Cálculo de costos de equipos

Cuadro 45 – Cálculo de costos de equipos

EQUIPO MECANICO	ALQUILER	TIPO DE OPERADOR	HORAS HOMBRE	COSTO DE MANO DE OBRA	COMBUSTIBLE	GALONES	COSTO DE COMBUTIBLE	COSTO x hm
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2000 GAL	S/78.41	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	1	S/22.60	PETROLEO	3.30	S/28.46	S/129.47
CAMION IMPRIMADOR 210 HP DE 2000 GLN	S/49.43	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	1	S/22.60	PETROLEO	5.59	S/48.21	S/120.24
CAMIONETA PICK UP 4X2 SIMPLE 2000 KG	S/10.34	OPERARIO DE EQUIPO MEDIANO	1	S/22.43	PETROLEO	1.80	S/15.52	S/48.29
CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	S/155.26	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	1	S/22.60	PETROLEO	6.60	S/56.92	S/234.78
CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA INC. 5 FAJAS 75 HP 46-70 TON/H	S/155.84							S/155.84
COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	S/7.78	OPERARIO DE EQUIPO MEDIANO	1	S/22.43	GASOLINA	0.30	S/2.46	S/32.67
COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	S/33.40	OPERARIO DE EQUIPO MEDIANO	1	S/22.43	PETROLEO	2.40	S/20.70	S/76.53
ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS	S/16.03							S/16.03
EXCAVADORA S/ORUGAS 170-250 HP, 1.1-2.75 YD3	S/238.82	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	1	S/22.60	PETROLEO	7.50	S/64.68	S/326.10
FAJA TRANSPORTADORA DE 18"X40' M.E. 3 HP 150 TON/HOR	S/6.91							S/6.91



GRUPO ELECTROGENO DE 116 HP 75 KW	S/28.90				PETROLEO	7.90	S/68.13	S/97.03
GRUPO ELECTROGENO DE 140 HP 90 KW	S/32.12				PETROLEO	8.70	S/75.03	S/107.15
GRUPO ELECTROGENO DE 230 HP 150 KW	S/59.79				PETROLEO	10.18	S/87.79	S/147.58
MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN PAVIMENTO	S/58.45							S/58.45
MARTILLO NEUMATICO DE 25-29 kg	S/4.75							S/4.75
MEZCLADOR/CALENTADOR	S/65.00							S/65.00
MINICARGADOR 70 HP	S/26.26	OPERARIO DE EQUIPO MEDIANO	1	S/22.43	PETROLEO	2.13	S/18.37	S/67.06
MOTONIVELADORA DE 145 - 150 HP	S/135.34	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	1	S/22.60	PETROLEO	5.60	S/48.30	S/206.23
MOTOSIERRA DE 30"	S/6.00							S/6.00
SOLDADORA	S/24.22				GASOLINA	1.00	S/8.19	S/32.41
NIVEL TOPOGRAFICO	S/6.90							S/6.90
PAVIMENTADORA S/ORUGAS 69 HP	S/116.81	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	2	S/45.20	PETROLEO	7.40	S/63.82	S/225.82
PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE 60-115 TON7H	S/473.57	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	2	S/45.20	PETROLEO	9.52	S/82.10	S/600.87
PLANTA DE CONCRETO 30 M3/HORA	S/113.41	OPERARIO DE EQUIPO MEDIANO	2	S/44.86	PETROLEO	10.00	S/86.24	S/244.51
RETROEXCAVADORA S/ORUGAS 115-165 HP, 0.75-1.6 YD3	S/159.67	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	1	S/22.60	PETROLEO	5.00	S/43.12	S/225.39
RETROEXCAVADORA S/ORUGAS 80-110 HP, 0.50-1.3 YD3	S/112.66	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	1	S/22.60	PETROLEO	3.30	S/28.46	S/163.72
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP, 10-12 TON	S/97.56	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	1	S/22.60	PETROLEO	3.60	S/31.05	S/151.20
RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 0.8-1.1 TON, 10.8 HP	S/12.49	OPERARIO DE EQUIPO MEDIANO	1	S/22.43	PETROLEO	0.26	S/2.24	S/37.16
RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOMATICO 58-70 HP 8-10 TON	S/170.45	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	1	S/22.60	PETROLEO	4.10	S/35.36	S/228.41
TRACTOR S/ORUGAS 190-240 HP	S/199.29	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	1	S/22.60	PETROLEO	7.70	S/66.41	S/288.29
VIBRADOR DE CONCRETO	S/4.17				GASOLINA	0.16	S/1.31	S/5.48
VOLQUETE DE 15M3	S/140.31	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	1	S/22.60	PETROLEO	8.79	S/75.81	S/238.71
ZARANDA ESTÁTICA	S/4.22							S/4.22
ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP	S/33.85	OPERARIO DE EQUIPO PESADO	1	S/22.60				S/56.45

Fuente: Elaboración Propia

### 3.7.4. Cuadro de jornales vigente diciembre 2018

Cuadro 46 – Cálculo del valor de HH para obreros afiliados al SNP

Cálculo del valor de hora hombre (HH) para obreros afiliados al SNP														
Descripción	Operario de equipo mediano		Operario de equipo pesado		Operario electromecánico		Topógrafo		Operario		Oficial		Peón	
Jornal básico (JB)		67.20		67.20		67.20		67.20		67.20		53.70		48.10
Bonificación unificada de la construcción (BUC)	32.00%	21.50	32.00%	21.50	32.00%	21.50	32.00%	21.50	32.00%	21.50	30.00%	16.11	30.00%	14.43
Incidencias de las leyes sociales sobre JB	122.23%	82.14	122.23%	82.14	122.23%	82.14	122.23%	82.14	122.23%	82.14	122.23%	65.64	122.23%	58.79
Incidencias de las leyes sociales sobre BUC	11.41%	2.45	11.41%	2.45	11.41%	2.45	11.41%	2.45	11.41%	2.45	11.41%	1.84	11.41%	1.65
Bonificación por alta especialización	8.00%	5.38	10.00%	6.72	15.00%	10.08	9.00%	6.05						
Bonificación por movilidad acumulada														
Bonificación por trabajo en altura														
Bonificación por altitud														
Bonificación por trabajo nocturno														
Bonificación por contacto con aguas o aguas servidas														
Bonificación por riesgo de trabajo bajo la cota cero														
Bonificación por trabajos con altas temperaturas (vías)														
Overol		0.56		0.56		0.56		0.56		0.56		0.56		0.56
Seguro de vida		0.20		0.20		0.20		0.20		0.20		0.20		0.20
Total por día		179.44		180.78		184.14		180.11		174.06		138.05		123.73
Total por hora		S/22.43		S/22.60		S/23.02		S/22.51		S/21.76		S/17.26		S/15.47

**Fuente:** Elaboración Propia en base al acta final de negociación colectiva en construcción civil 2019

Cuadro 47 – Costo HH para diversos tipos de mano de obra

DESCRIPCION	COSTO HH
CAPATAZ = 130% OPERARIO	S/28.28
TECNICO CONTROL DE CALIDAD = 130% OPERARIO	S/28.28
TECNICO CALDERERO = 100% OPERARIO ELECTROMECHANICO	S/23.02
SOLDADOR HOMOLOGADO = 100% OPERARIO ELECTROMECHANICO	S/23.02

NIVELADOR = 100% OPERARIO	S/21.76
AYUDANTE TOPOGRAFIA = 100% PEON	S/15.47
AYUDANTE NIVELADOR = 100% PEON	S/15.47
CORTADOR = 100% OPERARIO	S/21.76
OPERADOR MECANICO = 100% OPERARIO	S/21.76

**Fuente:** Elaboración Propia de acuerdo a RM N° 176-2014-TR

### 3.7.5. Movilización y desmovilización de equipo

Cuadro 48 – Cálculo de costos de equipos

Origen	Destino	Dist. Real (Km)	V (Km/h)	T (hr)
Trujillo	Chicama	32.70	50	0.65
Chicama	Sausal	27.00	50	0.54
Sausal	Cojitambo	36.00	50	0.72
Cojitambo	Proyecto	25.80	50	0.52
Total		121.50		2.43

**Fuente:** Elaboración Propia

Cuadro 49 – Cálculo de movilización y desmovilización de equipo transportado

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO						
EQUIPO	PESO (Ton)	CANTIDAD	N° DE VIAJES			
			CAMA BAJA 25 tn	CAMA BAJA 18 tn	PLATAFORMA 19 tn	SEMITRAYLER 35 tn
CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	20.83	4.00	4.00			
CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA INC. 5 FAJAS 75 HP 46-70 TON/H	39	1.00	1.00			
EXCAVADORA S/ORUGAS 170-250 HP, 1.1-2.75 YD3	38.3	1.00	1.00			
MOTONIVELADORA DE 145 - 150 HP	13.54	1.00	1.00			
PAVIMENTADORA S/ORUGAS 69 HP	12	1.00	1.00			
PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE 60-115 TON7H	20	1.00			1.00	
PLANTA DE CONCRETO 30 M3/HORA	10	1.00		1.00		
RETROEXCAVADORA S/ORUGAS 115-165 HP, 0.75-1.6 YD3	23.4	1.00	1.00			
RETROEXCAVADORA S/ORUGAS 80-110 HP, 0.50-1.3 YD3	17.3	1.00		1.00		
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP, 10-12 TON	11.1	1.00		1.00		
RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOMATICO 58-70 HP 8-10 TON	11.1	1.00		1.00		
TRACTOR S/ORUGAS 190-240 HP	20.52	4.00	4.00			

ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP	7	1.00		1.00		
TOTAL DE VIAJES			13.00	5.00	1.00	0.00
DURACIÓN DE VIAJE IDA (hm)			2.43	2.43	2.43	2.43
FACTOR DE RETORNO AL VACÍO			1.40	1.40	1.40	1.40
COSTO ALQUILER DEL EQUIPO			236.19	236.19	236.19	236.19
MOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO			10445.74	4017.59	803.52	0.00
DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO			10445.74	4017.59	803.52	0.00
SEGURO DE TRANSPORTE 10%			1044.57	401.76	80.35	0.00
COSTO TOTAL			S//32,060.38			

**Fuente:** Elaboración Propia

**Cuadro 50 – Cálculo de movilización y desmovilización de equipo autotransportado**

MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO						
EQUIPO	UNIDAD	COSTO x hm	CANTIDAD	DISTANCIA	VELOCIDAD	SUBTOTAL
CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2000 GAL	hm	S/129.47	4	121.50	40	S/1,573.03
CAMION IMPRIMADOR 210 HP DE 2000 GLN	hm	S/120.24	2	678.74	40	S/730.44
CAMIONETA PICK UP 4X2 SIMPLE 2000 KG	hm	S/48.29	1	678.74	50	S/117.35
VOLQUETE DE 15M3	hm	S/238.71	15	678.74	40	S/10,876.44
MOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO						S/13,297.26
DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO						S/13,297.26
SEGURO DE TRANSPORTE 10%						S/1,329.73
COSTO TOTAL						S/27,924.26

**Fuente:** Elaboración Propia

**Cuadro 51 – Cálculo del costo por instalación, montaje y desmontaje**

INSTALACION, MONTAJE Y DESMONTAJE					
CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA INC. 5 FAJAS 75 HP 46-70 TON/H					
DESCRIPCION	N°	CANT.	UND	TARIFA	COSTO
CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	1	40	hm	S/234.78	S/9,391.11
CAPATAZ	1	80	hh	S/28.28	S/2,262.40
OPERARIO ELECTROMECHANICO	2	80	hh	S/23.02	S/3,682.82

PEON	4	80	hh	S/15.47	S/4,949.35
HERRAMIENTAS MANUALES		5	%	S/10,894.57	S/544.73
CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + PG 30%		4.0	m3	S/283.88	S/1,135.52
ACERO DE REFUERZO		240.0	kg	S/4.64	S/1,113.60
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO		16.8	m2	S/68.68	S/1,153.82
SUBTOTAL					S/24,233.34
N° DE EQUIPOS					1.00
TOTAL					S/24,233.34
ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP					
DESCRIPCION	N°	CANT.	UND	TARIFA	COSTO
CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	1	30	hm	S/234.78	S/7,043.33
CAPATAZ	1	50	hh	S/28.28	S/1,414.00
OPERARIO DE EQUIPO MEDIANO	2	50	hh	S/23.02	S/2,301.76
PEON	4	50	hh	S/15.47	S/3,093.34
HERRAMIENTAS MANUALES		5	%	S/6,809.10	S/340.46
CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + PG 30%		4.0	m3	S/283.88	S/1,135.52
ACERO DE REFUERZO		240.0	kg	S/4.64	S/1,113.60
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO		16.8	m2	S/68.68	S/1,153.82
SUBTOTAL					S/17,595.83
N° DE EQUIPOS					1.00
TOTAL					S/17,595.83
TOTAL DE INSTALACION, MONTAJE Y DESMONTAJE					S/41,829.18

**Fuente:** Elaboración Propia

Cuadro 52 – Cuadro resumen de movilización y desmovilización de equipos

CUADRO DE RESUMEN	TOTAL
TOTAL MOV. Y DESMOV. EQUIPO TRANSPORTADO	S/32,060.38
TOTAL MOV. Y DESMOV. EQUIPO AUTOTRANSPORTADO	S/27,924.26
TOTAL INST., MONTAJE Y DESMONTAJE	S/41,829.18
TOTAL	S/101,813.82

**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.7.6. Resumen de precios unitarios por partidas

Partida	01.01		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS				
Rendimiento	glb/DIA	MO.	EQ.	Costo unitario directo por : glb			101,813.82
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Subcontratos</b>						
0401010004	SC MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS		glb		1.0000	101,813.82	101,813.82
							<b>101,813.82</b>
Partida	01.02		TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN				
Rendimiento	km/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : km			2,170.88
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON		hh	9.0000	72.0000	15.72	1,131.84
0101010007	NIVELADOR		hh	1.0000	8.0000	22.01	176.08
0101030000	TOPOGRAFO		hh	2.0000	16.0000	22.76	364.16
							<b>1,672.08</b>
	<b>Materiales</b>						
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		0.9676	2.35	2.27
0204120004	CLAVOS		kg		6.7400	3.10	20.89
02130300010002	YESO EN BOLSAS DE 25 kg		bol		0.1600	11.58	1.85
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		1.6000	5.63	9.01
0231050002	TRIPLAY DE 19 mm PARA ENCOFRADO		pln		0.1000	94.47	9.45
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0.1770	31.92	5.65
02621400010025	PLACA DE BRONCE		und		0.1067	128.43	13.70
							<b>62.82</b>
	<b>Equipos</b>						
0301000020	ESTACION TOTAL CON TRES PRISMAS		hm	2.0000	16.0000	16.03	256.48
0301000021	NIVEL TOPOGRAFICO		hm	1.0000	8.0000	6.90	55.20
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1,672.08	83.60
							<b>395.28</b>
	<b>Subpartidas</b>						
010306020503	PRODUCCION CONCRETO CLASE F (fc=140 kg/cm2)		m3		0.1517	268.29	40.70
							<b>40.70</b>
Partida	01.03		CAMPAMENTO PROVISIONAL PARA LA OBRA				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			187.24
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	22.01	5.87
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.5333	17.51	9.34
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.5333	15.72	8.38
							<b>23.59</b>
	<b>Materiales</b>						
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0.2000	31.92	6.38
							<b>6.38</b>
	<b>Subcontratos</b>						
0415140002	SC INSTALACIONES SANITARIAS PROVISIONALES PARA CAMPAMENTO		glb		0.0025	3,000.00	7.50
0416010005	SC INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES PARA CAMPAMENTO		glb		0.0025	1,500.00	3.75
							<b>11.25</b>
	<b>Subpartidas</b>						
010306020505	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30% PG		m3		0.3500	282.67	98.93
010712000302	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS		m2		0.7000	67.27	47.09
							<b>146.02</b>

Partida	02.01		DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO				
Rendimiento	ha/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : ha			4,777.22
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	4.0000	32.0000	28.61	915.52	
0101010003	OPERARIO	hh	4.0000	32.0000	22.01	704.32	
0101010005	PEON	hh	24.0000	192.0000	15.72	3,018.24	
<b>4,638.08</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4,638.08	139.14	
<b>139.14</b>							
Partida	02.02		EXCAVACION PARA EXPLANACIONES				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 594.0000	EQ. 594.0000	Costo unitario directo por : m3			4.65
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0067	28.61	0.19	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0269	15.72	0.42	
<b>0.61</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.61	0.03	
03011700010006	EXCAVADORA S/ORUGAS 170-250 HP, 1.1-2.75 YD3	hm	0.3000	0.0040	326.10	1.30	
03011800020004	TRACTOR S/ORUGAS 190-240 HP	hm	0.7000	0.0094	288.29	2.71	
<b>4.04</b>							
Partida	02.03		PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,600.0000	EQ. 2,600.0000	Costo unitario directo por : m2			1.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0031	28.61	0.09	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0031	17.51	0.05	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0123	15.72	0.19	
<b>0.33</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.33	0.02	
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP, 10-12 TON	hm	1.0000	0.0031	151.20	0.47	
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 145 - 150 HP	hm	1.0000	0.0031	206.23	0.64	
<b>1.13</b>							
<b>Subpartidas</b>							
010451010504	AGUA PARA OBRA	m3		0.0300	15.29	0.46	
<b>0.46</b>							



Partida	02.04	TERRAPLENES						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 870.0000	EQ. 870.0000			Costo unitario directo por : m3		6.99
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ			hh	0.3000	0.0028	28.61	0.08
0101010005	PEON			hh	3.0000	0.0276	15.72	0.43
								<b>0.51</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	0.51	0.03
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP, 10-12 TON			hm	1.0000	0.0092	151.20	1.39
03011800020004	TRACTOR S/ORUGAS 190-240 HP			hm	0.5000	0.0046	288.29	1.33
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 145 - 150 HP			hm	1.0000	0.0092	206.23	1.90
								<b>4.65</b>
	<b>Subpartidas</b>							
010451010504	AGUA PARA OBRA			m3		0.1200	15.29	1.83
								<b>1.83</b>
Partida	02.05	DEPÓSITO DE MATERIALES EXCEDENTES (DME)						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,050.0000	EQ. 1,050.0000			Costo unitario directo por : m3		1.82
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0008	28.61	0.02
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0076	15.72	0.12
								<b>0.14</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	0.14	0.01
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP, 10-12 TON			hm	0.5000	0.0038	151.20	0.57
03011800020004	TRACTOR S/ORUGAS 190-240 HP			hm	0.5000	0.0038	288.29	1.10
								<b>1.68</b>
Partida	03.01	SUBBASES GRANULARES						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 351.0000	EQ. 351.0000			Costo unitario directo por : m3		54.66
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ			hh	0.5000	0.0114	28.61	0.33
0101010005	PEON			hh	4.0000	0.0912	15.72	1.43
								<b>1.76</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	1.76	0.09
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP, 10-12 TON			hm	0.4000	0.0091	151.20	1.38
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 145 - 150 HP			hm	1.0000	0.0228	206.23	4.70
								<b>6.17</b>
	<b>Subpartidas</b>							
010451010504	AGUA PARA OBRA			m3		0.1200	15.29	1.83
010716010103	MATERIAL DE SUBBASE			m3		1.2000	37.42	44.90
								<b>46.73</b>

Partida	03.02	BASES GRANULARES						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 303.0000	EQ. 303.0000			Costo unitario directo por : m3		56.92
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ			hh	0.5000	0.0132	28.61	0.38
0101010005	PEON			hh	4.0000	0.1056	15.72	1.66
								<b>2.04</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	2.04	0.10
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP, 10-12 TON			hm	0.4000	0.0106	151.20	1.60
03012000010004	MOTONIVELADORA DE 145 - 150 HP			hm	1.0000	0.0264	206.23	5.44
								<b>7.14</b>
	<b>Subpartidas</b>							
010451010504	AGUA PARA OBRA			m3		0.1200	15.29	1.83
010716010104	MATERIAL DE BASE			m3		1.2000	38.26	45.91
								<b>47.74</b>
Partida	03.03	MEJORAMIENTO DE SUELOS A NIVEL DE BASE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : m3		18.92
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Subpartidas</b>							
010303010702	CORTE PARA MEJORAMIENTO			m3		1.0000	4.39	4.39
010303100202	CONFORMACION DE MEJORAMIENTO			m3		1.2000	7.02	8.42
010706073001	ADITIVO ESTABILIZADOR DE SUELOS			l		0.0303	201.60	6.11
								<b>18.92</b>
Partida	04.01	IMPRIMACION ASFALTICA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4,500.0000	EQ. 4,500.0000			Costo unitario directo por : m2		0.97
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ			hh	1.0000	0.0018	28.61	0.05
0101010005	PEON			hh	6.0000	0.0107	15.72	0.17
								<b>0.22</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	0.22	0.01
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP			hm	1.0000	0.0018	76.53	0.14
03011600020005	MINICARGADOR 70 HP			hm	1.0000	0.0018	67.06	0.12
0301220011	CAMION IMPRIMADOR 210 HP DE 2000 GLN			hm	1.0000	0.0018	120.24	0.22
								<b>0.49</b>
	<b>Subpartidas</b>							
010716010304	ARENA CHANCADA			m3		0.0057	45.24	0.26
								<b>0.26</b>

Partida	04.02		MICROPAVIMENTOS				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 6,000.0000	EQ. 6,000.0000	Costo unitario directo por : m2			5.65
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Equipos</b>							
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP, 10-12 TON	hm	0.1000	0.0001	151.20	0.02	
0301100008	RODILLO TANDEM ESTATICO AUTOMATICO 58-70 HP 8-10 TON	hm	0.1000	0.0001	228.41	0.02	
03013900020003	PAVIMENTADORA S/ORUGAS 69 HP	hm	0.1000	0.0001	225.82	0.02	
<b>0.06</b>							
<b>Subpartidas</b>							
010304021102	PREPARACION DE MICROPAVIMENTO	m3		0.0350	107.92	3.78	
010716010403	PIEDRA PARA MICROPAVIMENTO	m3		0.0250	37.18	0.93	
010716010404	ARENA PARA MICROPAVIMENTO	m3		0.0250	35.13	0.88	
<b>5.59</b>							
Partida	05.01		EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 371.0000	EQ. 371.0000	Costo unitario directo por : m3			6.70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.4000	0.0086	28.61	0.25	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0216	17.51	0.38	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0863	15.72	1.36	
<b>1.99</b>							
<b>Materiales</b>							
0290230060	BARRENO 5X1/8"	und		0.0016	347.56	0.56	
<b>0.56</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.99	0.10	
03011400020005	MARTILLO NEUMATICO DE 25-29 kg	hm	1.0000	0.0216	4.75	0.10	
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP	hm	0.2500	0.0054	76.53	0.41	
03011700020010	RETROEXCAVADORA S/ORUGAS 80-110 HP, 0.50-1.3 YD3	hm	1.0000	0.0216	163.72	3.54	
<b>4.15</b>							
Partida	05.02		RELLENOS PARA ESTRUCTURAS				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m3			40.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0160	28.61	0.46	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	17.51	2.80	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.6400	15.72	10.06	
<b>13.32</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	13.32	0.67	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.1600	32.67	5.23	
0301100009	RODILLO LISO VIBRATORIO MANUAL 0.8-1.1 TON, 10.8 HP	hm	1.0000	0.1600	37.16	5.95	
<b>11.85</b>							
<b>Subpartidas</b>							
010451010504	AGUA PARA OBRA	m3		0.1200	15.29	1.83	
010716010105	MATERIAL DE PRÉSTAMO	m3		1.2500	10.84	13.55	
<b>15.38</b>							

Partida	05.03	CONCRETO F'C=140 KG/CM2 + 70% PG						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m3			190.01	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0889	28.61	2.54		
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.6667	15.72	41.92		
						<b>44.46</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	44.46	2.22		
						<b>2.22</b>		
	<b>Subpartidas</b>							
010306020503	PRODUCCION CONCRETO CLASE F (fc=140 kg/cm2)	m3		0.3000	268.29	80.49		
010716010406	PIEDRA GRANDE	m3		0.7000	89.77	62.84		
						<b>143.33</b>		

Partida	05.04	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30% PG						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m3			282.67	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0889	28.61	2.54		
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.6667	15.72	41.92		
						<b>44.46</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	44.46	2.22		
						<b>2.22</b>		
	<b>Subpartidas</b>							
010306020507	PRODUCCION CONCRETO CLASE E (fc=175 kg/cm2)	m3		0.7000	298.65	209.06		
010716010406	PIEDRA GRANDE	m3		0.3000	89.77	26.93		
						<b>235.99</b>		

Partida	05.05	CONCRETO F'C=175 KG/CM2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m3			313.39	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0267	28.61	0.76		
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.8000	15.72	12.58		
						<b>13.34</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	13.34	0.67		
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO	hm	1.0000	0.1333	5.48	0.73		
						<b>1.40</b>		
	<b>Subpartidas</b>							
010306020507	PRODUCCION CONCRETO CLASE E (fc=175 kg/cm2)	m3		1.0000	298.65	298.65		
						<b>298.65</b>		

Partida	05.06	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 14.0000	EQ. 14.0000			Costo unitario directo por : m2	67.27	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>								
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0571	28.61	1.63	
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5714	22.01	12.58	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.5714	17.51	10.01	
0101010005	PEON		hh	2.0000	1.1429	15.72	17.97	
							<b>42.19</b>	
<b>Materiales</b>								
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8		kg		0.2000	2.52	0.50	
0204120004	CLAVOS		kg		0.2000	3.10	0.62	
0222140008	DESMOLDANTE PARA MADERA		l		0.0500	36.89	1.84	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		1.5400	5.63	8.67	
0231050002	TRIPLAY DE 19 mm PARA ENCOFRADO		pln		0.1200	94.47	11.34	
							<b>22.97</b>	
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	42.19	2.11	
							<b>2.11</b>	
Partida	05.07	TUBERÍA CORRUGADA DE ACERO GALVANIZADO CIRCULA DE DIÁMETRO 0.60M						
Rendimiento	m/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000			Costo unitario directo por : m	342.63	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>								
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.6667	28.61	19.07	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	17.51	11.67	
0101010005	PEON		hh	6.0000	4.0000	15.72	62.88	
							<b>93.62</b>	
<b>Materiales</b>								
0204290002	ALCANTARILLAS TMC D=24"		m		1.0000	152.17	152.17	
0240030004	PINTURA BITUMINOSA		gal		0.3770	134.83	50.83	
0240050010	SOLVENTE P/PINTURA BITUMINOSA		gal		0.0754	65.94	4.97	
							<b>207.97</b>	
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	93.62	4.68	
03011700020010	RETROEXCAVADORA S/ORUGAS 80-110 HP, 0.50-1.3 YD3		hm	0.1000	0.0667	163.72	10.92	
							<b>15.60</b>	
<b>Subpartidas</b>								
010304021103	PREPARACION Y COMPACTACION DE CAMA DE ASIENTO		m3		0.4725	53.85	25.44	
							<b>25.44</b>	

Partida	05.08	TUBERÍA CORRUGADA DE ACERO GALVANIZADO CIRCULA DE DIÁMETRO 1.50M						
Rendimiento	m/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000			Costo unitario directo por : m	835.71	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.6667	28.61	19.07	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	17.51	11.67	
0101010005	PEON		hh	6.0000	4.0000	15.72	62.88	
							<b>93.62</b>	
	<b>Materiales</b>							
0204290004	ALCANTARILLAS TMC D=60"		m		1.0000	585.12	585.12	
0240030004	PINTURA BITUMINOSA		gal		0.3800	134.83	51.24	
0240050010	SOLVENTE P/PINTURA BITUMINOSA		gal		0.7650	65.94	50.44	
							<b>686.80</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	93.62	4.68	
03011700020010	RETROEXCAVADORA S/ORUGAS 80-110 HP, 0.50-1.3 YD3		hm	0.1800	0.1200	163.72	19.65	
							<b>24.33</b>	
	<b>Subpartidas</b>							
010304021103	PREPARACION Y COMPACTACION DE CAMA DE ASIENTO		m3		0.5750	53.85	30.96	
							<b>30.96</b>	
Partida	05.09	TUBERÍA CORRUGADA DE ACERO GALVANIZADO CIRCULA DE DIÁMETRO 2.00M						
Rendimiento	m/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000			Costo unitario directo por : m	1,201.91	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.6667	28.61	19.07	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	17.51	11.67	
0101010005	PEON		hh	6.0000	4.0000	15.72	62.88	
							<b>93.62</b>	
	<b>Materiales</b>							
0204290003	ALCANTARILLAS TMC D=80"		m		1.0000	992.36	992.36	
0240030004	PINTURA BITUMINOSA		gal		0.3830	134.83	51.64	
0240050010	SOLVENTE P/PINTURA BITUMINOSA		gal		0.0770	65.94	5.08	
							<b>1,049.08</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	93.62	4.68	
03011700020010	RETROEXCAVADORA S/ORUGAS 80-110 HP, 0.50-1.3 YD3		hm	0.2000	0.1333	163.72	21.82	
							<b>26.50</b>	
	<b>Subpartidas</b>							
010304021103	PREPARACION Y COMPACTACION DE CAMA DE ASIENTO		m3		0.6075	53.85	32.71	
							<b>32.71</b>	
Partida	05.10	CUNETAS						
Rendimiento	m/DIA	MO.	EQ.			Costo unitario directo por : m	23.39	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Subpartidas</b>							
010306020504	CONCRETO F'C=140 KG/CM2 + 70% PG		m3		0.1231	190.01	23.39	
							<b>23.39</b>	

Partida	06.01 TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES CON DISTANCIAS ENTRE 120M Y 1000M						
Rendimiento	m3-km/D	MO. 363.0000	EQ. 363.0000	Costo unitario directo por : m3-km			7.87
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	0.4700	0.0104	17.51	0.18	<b>0.18</b>
	<b>Equipos</b>						
03011600010005	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	hm	0.4700	0.0104	234.78	2.44	
0301220009	VOLQUETE DE 15M3	hm	1.0000	0.0220	238.71	5.25	<b>7.69</b>
	<b>7.69</b>						
Partida	06.02 TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES CON DISTANCIAS MAYORES A 1000M						
Rendimiento	m3-km/D	MO. 1,225.0000	EQ. 1,225.0000	Costo unitario directo por : m3-km			1.55
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Equipos</b>						
0301220009	VOLQUETE DE 15M3	hm	1.0000	0.0065	238.71	1.55	<b>1.55</b>
	<b>1.55</b>						
Partida	06.03 TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES CON DISTANCIAS ENTRE 120M Y 1000M						
Rendimiento	m3-km/D	MO. 335.0000	EQ. 335.0000	Costo unitario directo por : m3-km			8.54
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	0.4700	0.0112	17.51	0.20	<b>0.20</b>
	<b>Equipos</b>						
03011600010005	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	hm	0.4700	0.0112	234.78	2.63	
0301220009	VOLQUETE DE 15M3	hm	1.0000	0.0239	238.71	5.71	<b>8.34</b>
	<b>8.34</b>						
Partida	06.04 TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES CON DISTANCIAS MAYORES A 1000M						
Rendimiento	m3-km/D	MO. 1,131.0000	EQ. 1,131.0000	Costo unitario directo por : m3-km			1.69
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Equipos</b>						
0301220009	VOLQUETE DE 15M3	hm	1.0000	0.0071	238.71	1.69	<b>1.69</b>
	<b>1.69</b>						
Partida	07.01 SEÑALES PREVENTIVAS						
Rendimiento	und/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : und			555.28
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.2667	28.61	7.63	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	22.01	29.35	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	17.51	23.35	<b>60.33</b>
	<b>Materiales</b>						
0204020009	ANGULO DE FIERRO 1"X1"X3/16"	m		2.4000	3.85	9.24	
0204020010	PLATINA DE FIERRO 1/8"X2"	m		1.7000	3.23	5.49	
0210010002	FIBRA DE VIDRIO PREPARADA 4 MM	m2		0.5625	161.35	90.76	
0238010005	LJA PARA CONCRETO	hja		1.0000	1.71	1.71	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0560	31.92	1.79	
0240020016	PINTURA IMPRIMANTE	gal		0.0560	19.47	1.09	
02400600100001	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gal		0.0330	1,730.81	57.12	
02400800150001	SOLVENTE XILOL	gal		0.0270	39.96	1.08	
0240080022	THINNER CORRIENTE	gal		0.0040	16.28	0.07	
02550800140002	SOLDADURA	kg		0.0710	9.74	0.69	
0267110022	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		6.0547	14.92	90.34	<b>259.38</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	60.33	3.02	
0301250003	GRUPO ELECTROGENO DE 116 HP 75 KW	hm	1.0000	1.3333	97.03	129.37	
0301270006	SOLDADORA	hm	1.0000	1.3333	32.41	43.21	<b>175.60</b>
	<b>175.60</b>						
	<b>Subpartidas</b>						
010601011004	COLOCACION DE SEÑAL	und		1.0000	59.97	59.97	<b>59.97</b>
	<b>59.97</b>						

Partida	07.02	SENALES REGLAMENTARIAS					
Rendimiento	und/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000	Costo unitario directo por : und			478.33
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.2667	28.61	7.63	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	22.01	29.35	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	17.51	23.35	
						<b>60.33</b>	
<b>Materiales</b>							
0204020009	ANGULO DE FIERRO 1"X1"X3/16"	m		2.1500	3.85	8.28	
0204020010	PLATINA DE FIERRO 1/8"X2"	m		1.2000	3.23	3.88	
0210010002	FIBRA DE VIDRIO PREPARADA 4 MM	m2		0.3300	161.35	53.25	
0238010005	LIJA PARA CONCRETO	hja		1.0000	1.71	1.71	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0450	31.92	1.44	
0240020016	PINTURA IMPRIMANTE	gal		0.0450	19.47	0.88	
02400600100001	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gal		0.0087	1,730.81	15.06	
02400600100002	TINTA SERIGRAFICA ROJA	gal		0.0260	1,730.81	45.00	
0240080022	THINNER CORRIENTE	gal		0.0030	16.28	0.05	
02550800140002	SOLDADURA	kg		0.1000	9.74	0.97	
0267110022	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		3.5600	14.92	53.12	
						<b>183.64</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	60.33	1.81	
0301250003	GRUPO ELECTROGENO DE 116 HP 75 KW	hm	1.0000	1.3333	97.03	129.37	
0301270006	SOLDADORA	hm	1.0000	1.3333	32.41	43.21	
						<b>174.39</b>	
<b>Subpartidas</b>							
010601011004	COLOCACION DE SEÑAL	und		1.0000	59.97	59.97	
						<b>59.97</b>	



Partida	07.03		SENALES INFORMATIVAS					
Rendimiento	und/DIA	MO. 6.0000	EQ. 6.0000			Costo unitario directo por : und	687.51	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.2667	28.61	7.63		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.3333	22.01	29.35		
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.3333	17.51	23.35		
						<b>60.33</b>		
<b>Materiales</b>								
0204020011	PERFIL "T" 1 1/2" X 3/16"	m		2.1600	7.15	15.44		
0210010002	FIBRA DE VIDRIO PREPARADA 4 MM	m2		1.0000	161.35	161.35		
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.1000	31.92	3.19		
0240020016	PINTURA IMPRIMANTE	gal		0.1000	19.47	1.95		
02400800150001	SOLVENTE XIOL	gal		0.0100	39.96	0.40		
0240080022	THINNER CORRIENTE	gal		0.0071	16.28	0.12		
02550800140002	SOLDADURA	kg		0.0290	9.74	0.28		
0267110022	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	p2		14.0000	14.92	208.88		
						<b>391.61</b>		
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	60.33	3.02		
0301250003	GRUPO ELECTROGENO DE 116 HP 75 KW	hm	1.0000	1.3333	97.03	129.37		
0301270006	SOLDADORA	hm	1.0000	1.3333	32.41	43.21		
						<b>175.60</b>		
<b>Subpartidas</b>								
010601011004	COLOCACION DE SEÑAL	und		1.0000	59.97	59.97		
						<b>59.97</b>		
Partida	07.04		MARCAS EN EL PAVIMENTO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 800.0000	EQ. 800.0000			Costo unitario directo por : m2	9.52	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010002	CAPATAZ	hh	0.5000	0.0050	28.61	0.14		
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0100	22.01	0.22		
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0400	15.72	0.63		
						<b>0.99</b>		
<b>Materiales</b>								
0240060001	PINTURA PARA TRAFICO	gal		0.1000	61.87	6.19		
0240060009	MICROESFERAS DE VIDRIO	kg		0.3500	3.80	1.33		
02400800150001	SOLVENTE XIOL	gal		0.0096	39.96	0.38		
						<b>7.90</b>		
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.99	0.05		
0301120005	MAQUINA PARA PINTAR MARCAS EN PAVIMENTO	hm	1.0000	0.0100	58.45	0.58		
						<b>0.63</b>		
Partida	07.05		POSTES DE KILOMETRAJE					
Rendimiento	und/DIA	MO.	EQ.			Costo unitario directo por : und	227.12	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Subpartidas</b>								
010304021104	FABRICACION DE POSTES DE CONCRETO PARA SEÑALIZACION (FY=175 KG/CM2)	und		1.0000	210.04	210.04		
010451010503	AGUA PARA CONCRETO	m3		1.0000	17.08	17.08		
						<b>227.12</b>		
Partida	08.01		READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 3,000.0000	EQ. 3,000.0000			Costo unitario directo por : m2	1.24	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
<b>Mano de Obra</b>								
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0107	15.72	0.17		
						<b>0.17</b>		
<b>Equipos</b>								
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.17	0.01		
03011800020004	TRACTOR S/ORUGAS 190-240 HP	hm	1.0000	0.0027	288.29	0.78		
						<b>0.79</b>		
<b>Subpartidas</b>								
010451010504	AGUA PARA OBRA	m3		0.0182	15.29	0.28		
						<b>0.28</b>		



### 3.7.7. Resumen de precios unitarios por subpartidas

Partida	(010105040106-0202004-01) JUNTA DE DILATACION (0.02X0.01 M)						
Rendimiento	m/DIA	MO.120.00	EQ.120.00	Costo unitario directo por : m			16.10
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	17.51	1.17	
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0667	28.61	1.91	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	15.72	2.10	
							<b>5.17</b>
<b>Materiales</b>							
02901300020006	TEKNOPOR DE 1"	m2		0.1000	3.48	0.35	
0240150004	SELLO ELASTOMERICO BASE POLIURETANO	gal		0.0556	185.43	10.31	
							<b>10.66</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	5.18	0.26	
							<b>0.26</b>

Partida	(010105040107-0202004-01) JUNTA DE CONSTRUCCION (0.01X0.01 M)						
Rendimiento	m/DIA	MO.120.00	EQ.120.00	Costo unitario directo por : m			10.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	17.51	1.17	
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0667	28.61	1.91	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1333	15.72	2.10	
							<b>5.17</b>
<b>Materiales</b>							
02901300020007	TEKNOPOR DE 3/4"	m2		0.1000	2.85	0.29	
0240150004	SELLO ELASTOMERICO BASE POLIURETANO	gal		0.0278	185.43	5.15	
							<b>5.44</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	5.18	0.26	
							<b>0.26</b>

Partida	(010303010702-0202004-01) CORTE PARA MEJORAMIENTO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.450.00	EQ.450.00	Costo unitario directo por : m3			4.39
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0018	17.51	0.03	
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0018	28.61	0.05	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0178	15.72	0.28	
							<b>0.36</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.36	0.02	
03011700020009	RETROEXCAVADORA S/ORUGAS 115-165 HP, 0.75-1.6 YD3	hm	1.0000	0.0178	225.39	4.01	
							<b>4.03</b>

Partida	(010303100202-0202004-01) CONFORMACION DE MEJORAMIENTO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.800.00	EQ.800.00	Costo unitario directo por : m3			7.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0100	28.61	0.29	
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0300	15.72	0.47	
							<b>0.76</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.76	0.04	
0301100007	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP, 10-12 TON	hm	1.0000	0.0100	151.20	1.51	
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	1.0000	0.0100	288.29	2.88	
							<b>4.43</b>
<b>Subpartidas</b>							
010451010504	AGUA PARA OBRA	m3		0.1200	15.29	1.83	
							<b>1.83</b>

Partida	(010304021102-0202004-01) PREPARACION DE MICROPAVIMENTO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.150.00	EQ.150.00	Costo unitario directo por : m3			107.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0107	28.61	0.31	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0533	15.72	0.84	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	17.51	0.93	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1067	22.01	2.35	
							<b>4.43</b>
<b>Materiales</b>							
0222120002	LUBRICANTES, FILTROS, GRASAS	%eq		4.0000	55.87	2.23	
0201040004	BUNKER	gal		5.0000	4.12	20.60	
0201040003	PETROLEO	gal		3.0000	8.19	24.57	
							<b>47.40</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	4.43	0.22	
0301290004	MEZCLADOR/CALENTADOR	hm	1.0000	0.0533	65.00	3.46	
0301250004	GRUPO ELECTROGENO DE 230 HP 150 KW	hm	1.0000	0.0533	147.58	7.87	
03011600010005	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	hm	1.0000	0.0533	234.78	12.51	
03013900030002	PLANTA DE ASFALTO EN CALIENTE 60-115 TON7H	hm	1.0000	0.0533	600.87	32.03	
							<b>56.09</b>

Partida	(010304021103-0202004-01) PREPARACION Y COMPACTACION DE CAMA DE ASIEN TO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.120.00	EQ.120.00	Costo unitario directo por : m3			53.85
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	28.61	0.19	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	15.72	4.19	
							<b>4.38</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	4.38	0.22	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.0667	32.67	2.18	
							<b>2.40</b>
<b>Subpartidas</b>							
010451010504	AGUA PARA OBRA	m3		0.1200	15.29	1.83	
010716010304	ARENA CHANCADA	m3		1.0000	45.24	45.24	
							<b>47.07</b>

Partida	(010304021104-0202004-01) FABRICACION DE POSTES DE CONCRETO PARA SEÑALIZACION (FY=175 KG/CM2)						
Rendimiento	und/DIA	MO.0.00	EQ.0.00	Costo unitario directo por : und			210.04
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		<b>Materiales</b>					
0246250002	TUBO PVC-SAP D=3/8"		m		0.3000	2.50	0.75
		<b>Subpartidas</b>					<b>0.75</b>
010306020506	CONCRETO F'C=175 KG/CM2		m3		0.0630	313.39	19.74
010714000001	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2		kg		7.2800	4.54	33.05
010708001001	PINTADO DE POSTES		m2		1.5000	26.30	39.45
010712000302	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS		m2		1.7400	67.27	117.05
							<b>209.29</b>

Partida	(010306020503-0202004-01) PRODUCCION CONCRETO CLASE F (f'c=140 kg/cm2)						
Rendimiento	m3/DIA	MO.120.00	EQ.120.00	Costo unitario directo por : m3			268.29
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0667	17.51	1.17
		<b>Materiales</b>					<b>1.17</b>
02221800010015	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO		l		0.1500	3.31	0.50
0222180002	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE		l		0.2040	8.59	1.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		6.0000	20.20	121.20
		<b>Equipos</b>					<b>123.45</b>
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.17	0.06
03011600010005	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3		hm	0.5000	0.0333	234.78	7.82
0301390009	PLANTA DE CONCRETO 30 M3/HORA		hm	1.0000	0.0667	244.51	16.31
		<b>Subpartidas</b>					<b>24.19</b>
010451010503	AGUA PARA CONCRETO		m3		0.1800	17.08	3.07
010716010304	ARENA CHANCADA		m3		0.5000	45.24	22.62
010716010402	PIEDRA CHANCADA		m3		0.7500	36.88	27.66
010420020105	TRANSPORTE DE AGREGADOS		m3		1.2500	52.90	66.13
							<b>119.48</b>

Partida	(010306020504-0202004-01) CONCRETO F'C=140 KG/CM2 + 70% PG						
Rendimiento	m3/DIA	MO.18.00	EQ.18.00	Costo unitario directo por : m3			190.01
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
		<b>Mano de Obra</b>					
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0889	28.61	2.54
0101010005	PEON		hh	6.0000	2.6667	15.72	41.92
		<b>Equipos</b>					<b>44.46</b>
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	44.46	2.22
		<b>Subpartidas</b>					<b>2.22</b>
010716010406	PIEDRA GRANDE		m3		0.7000	89.77	62.84
010306020503	PRODUCCION CONCRETO CLASE F (f'c=140 kg/cm2)		m3		0.3000	268.29	80.49
							<b>143.33</b>

Partida	(010306020505-0202004-01) CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30% PG						
Rendimiento	m3/DIA	MO.18.00	EQ.18.00	Costo unitario directo por : m3			282.67
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0889	28.61	2.54	
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.6667	15.72	41.92	
							<b>44.46</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	44.46	2.22	
							<b>2.22</b>
<b>Subpartidas</b>							
010716010406	PIEDRA GRANDE	m3		0.3000	89.77	26.93	
010306020507	PRODUCCION CONCRETO CLASE E (f'c=175 kg/cm2)	m3		0.7000	298.65	209.06	
							<b>235.99</b>

Partida	(010306020506-0202004-01) CONCRETO F'C=175 KG/CM2						
Rendimiento	m3/DIA	MO.60.00	EQ.60.00	Costo unitario directo por : m3			313.39
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0267	28.61	0.76	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.8000	15.72	12.58	
							<b>13.34</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	13.34	0.67	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO	hm	1.0000	0.1333	5.48	0.73	
							<b>1.40</b>
<b>Subpartidas</b>							
010306020507	PRODUCCION CONCRETO CLASE E (f'c=175 kg/cm2)	m3		1.0000	298.65	298.65	
							<b>298.65</b>

Partida	(010306020507-0202004-01) PRODUCCION CONCRETO CLASE E (f'c=175 kg/cm2)						
Rendimiento	m3/DIA	MO.120.00	EQ.120.00	Costo unitario directo por : m3			298.65
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	17.51	1.17	
							<b>1.17</b>
<b>Materiales</b>							
02221800010015	ADITIVO CURADOR DE CONCRETO	l		0.1700	3.31	0.56	
0222180002	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	l		0.2040	8.59	1.75	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		7.5000	20.20	151.50	
							<b>153.82</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.17	0.06	
03011600010005	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	hm	0.5000	0.0333	234.78	7.82	
0301390009	PLANTA DE CONCRETO 30 M3/HORA	hm	1.0000	0.0667	244.51	16.31	
							<b>24.19</b>
<b>Subpartidas</b>							
010451010503	AGUA PARA CONCRETO	m3		0.1800	17.08	3.07	
010716010304	ARENA CHANCADA	m3		0.5000	45.24	22.62	
010716010402	PIEDRA CHANCADA	m3		0.7500	36.88	27.66	
010420020105	TRANSPORTE DE AGREGADOS	m3		1.2500	52.90	66.13	
							<b>119.48</b>

Partida	(010420020105-0202004-01) TRANSPORTE DE AGREGADOS						
Rendimiento	m3/DIA	MO.38.00	EQ.38.00	Costo unitario directo por : m3		52.90	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>					
0101010004	OFICIAL	hh	0.0500	0.0105	17.51	0.18	
		<b>Equipos</b>					
03011600010005	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	hm	0.0500	0.0105	234.78	2.47	
0301220009	VOLQUETE DE 15M3	hm	1.0000	0.2105	238.71	50.25	
						<b>52.71</b>	
Partida	(010420020106-0202004-01) TRANSPORTE INTERNO D=0.30 km (PLANTA)						
Rendimiento	m3/DIA	MO.450.00	EQ.450.00	Costo unitario directo por : m3		6.67	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Equipos</b>					
03011600010005	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	hm	0.5800	0.0103	234.78	2.42	
0301220009	VOLQUETE DE 15M3	hm	1.0000	0.0178	238.71	4.25	
						<b>6.67</b>	
Partida	(010451010103-0202004-01) EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)						
Rendimiento	m3/DIA	MO.460.00	EQ.460.00	Costo unitario directo por : m3		5.53	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0017	28.61	0.05	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0174	17.51	0.30	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0348	15.72	0.55	
		<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.90	0.05	
03011700020009	RETROEXCAVADORA S/ORUGAS 115-165 HP, 0.75-1.6 YD3	hm	0.4000	0.0070	225.39	1.58	
03011800020004	TRACTOR S/ORUGAS 190-240 HP	hm	0.6000	0.0104	288.29	3.00	
						<b>4.62</b>	
Partida	(010451010104-0202004-01) EXTRACCION Y RECOLECCION DE PIEDRA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.611.00	EQ.611.00	Costo unitario directo por : m3		11.02	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		<b>Mano de Obra</b>					
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0131	28.61	0.37	
0101010005	PEON	hh	10.0000	0.1309	15.72	2.06	
		<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	2.43	0.12	
03011700010006	EXCAVADORA S/ORUGAS 170-250 HP, 1.1-2.75 YD3	hm	1.0000	0.0131	326.10	4.27	
		<b>Subpartidas</b>					
010716040109	ZARANDEO ESTÁTICO	m3		1.1000	3.82	4.20	
						<b>4.20</b>	

Partida		(010451010302-0202004-01) ZARANDEO Y CHANCADO (PIEDRA)					
Rendimiento	m3/DIA	MO.165.00	EQ.165.00	Costo unitario directo por : m3		22.92	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0048	28.61	0.14	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0485	17.51	0.85	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1939	15.72	3.05	
							<b>4.03</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	4.04	0.20	
03014000020002	FAJA TRANSPORTADORA DE 18"X40' M.E. 3 HP 150 TON/HOR	hm	1.0000	0.0485	6.91	0.34	
03014000040002	ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP	hm	1.0000	0.0485	56.45	2.74	
03011600010005	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	hm	0.2500	0.0121	234.78	2.84	
0301250002	GRUPO ELECTROGENO DE 140 HP 90 KW	hm	1.0000	0.0485	107.15	5.20	
0301400005	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA INC. 5 FAJAS 75 HP 46-70 TON/H	hm	1.0000	0.0485	155.84	7.56	
							<b>18.87</b>

Partida		(010451010303-0202004-01) ZARANDEO Y CHANCADO (ARENA)					
Rendimiento	m3/DIA	MO.104.00	EQ.104.00	Costo unitario directo por : m3		30.89	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0077	28.61	0.22	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0769	17.51	1.35	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.3077	15.72	4.84	
							<b>6.40</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	6.41	0.32	
03014000020002	FAJA TRANSPORTADORA DE 18"X40' M.E. 3 HP 150 TON/HOR	hm	1.0000	0.0769	6.91	0.53	
03014000040002	ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP	hm	0.3250	0.0250	56.45	1.41	
03011600010005	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	hm	0.1100	0.0085	234.78	2.00	
0301250002	GRUPO ELECTROGENO DE 140 HP 90 KW	hm	1.0000	0.0769	107.15	8.24	
0301400005	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA INC. 5 FAJAS 75 HP 46-70 TON/H	hm	1.0000	0.0769	155.84	11.98	
							<b>24.48</b>

Partida		(010451010304-0202004-01) ZARANDEO Y CHANCADO DE MATERIAL					
Rendimiento	m3/DIA	MO.235.00	EQ.235.00	Costo unitario directo por : m3		21.96	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0034	28.61	0.10	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0340	17.51	0.60	
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.2043	15.72	3.21	
							<b>3.90</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.91	0.20	
03014000020002	FAJA TRANSPORTADORA DE 18"X40' M.E. 3 HP 150 TON/HOR	hm	5.0000	0.1702	6.91	1.18	
03014000040002	ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP	hm	1.0000	0.0340	56.45	1.92	
03011600010005	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	hm	0.3133	0.0107	234.78	2.51	
0301250003	GRUPO ELECTROGENO DE 116 HP 75 KW	hm	1.0000	0.0340	97.03	3.30	
0301250002	GRUPO ELECTROGENO DE 140 HP 90 KW	hm	1.0000	0.0340	107.15	3.64	
0301400005	CHANCADORA PRIMARIA SECUNDARIA INC. 5 FAJAS 75 HP 46-70 TON/H	hm	1.0000	0.0340	155.84	5.30	
							<b>18.04</b>



Partida	(010451010503-0202004-01) AGUA PARA CONCRETO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.68.00	EQ.68.00	Costo unitario directo por : m3			17.08
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1176	15.72	1.85	
							<b>1.85</b>
<b>Equipos</b>							
0301220010	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2000 GAL	hm	1.0000	0.1176	129.47	15.23	
							<b>15.23</b>
Partida	(010451010504-0202004-01) AGUA PARA OBRA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.76.00	EQ.76.00	Costo unitario directo por : m3			15.29
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1053	15.72	1.66	
							<b>1.66</b>
<b>Equipos</b>							
0301220010	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 2000 GAL	hm	1.0000	0.1053	129.47	13.63	
							<b>13.63</b>
Partida	(010601011004-0202004-01) COLOCACION DE SEÑAL						
Rendimiento	und/DIA	MO.12.00	EQ.12.00	Costo unitario directo por : und			59.97
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	28.61	1.91	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.6667	15.72	10.48	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	17.51	11.67	
							<b>24.06</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	24.06	1.20	
0301030011	PERNOS 3/8"X8" +2A+T	pza		2.0000	1.26	2.52	
03012200030006	CAMIONETA PICK UP 4X2 SIMPLE 2000 KG	hm	1.0000	0.6667	48.29	32.19	
							<b>35.92</b>
Partida	(010706073001-0202004-01) ADITIVO ESTABILIZADOR DE SUELOS						
Rendimiento	l/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : l			201.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Materiales</b>							
02221800010016	ADITIVO PERMA-ZYME 22X	l		1.0000	201.60	201.60	
							<b>201.60</b>

Partida	(010708001001-0202004-01) PINTADO DE POSTES						
Rendimiento	m2/DIA	MO.20.00	EQ.20.00	Costo unitario directo por : m2			26.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.0500	0.0200	28.61	0.57	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	17.51	7.00	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	22.01	8.80	
							<b>16.38</b>
<b>Materiales</b>							
0240060001	PINTURA PARA TRAFICO	gal		0.0070	61.87	0.43	
02400800150001	SOLVENTE XILOL	gal		0.0300	39.96	1.20	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0940	31.92	3.00	
0240020016	PINTURA IMPRIMANTE	gal		0.2300	19.47	4.48	
							<b>9.11</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	16.37	0.82	
							<b>0.82</b>

Partida	(010712000302-0202004-01) ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS						
Rendimiento	m2/DIA	MO.14.00	EQ.14.00	Costo unitario directo por : m2			67.27
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0571	28.61	1.63	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	17.51	10.01	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5714	22.01	12.58	
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.1429	15.72	17.97	
							<b>42.18</b>
<b>Materiales</b>							
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2000	2.52	0.50	
0204120004	CLAVOS	kg		0.2000	3.10	0.62	
0222140008	DESMOLDANTE PARA MADERA	l		0.0500	36.89	1.84	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		1.5400	5.63	8.67	
0231050002	TRIPLAY DE 19 mm PARA ENCOFRADO	pln		0.1200	94.47	11.34	
							<b>22.98</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	42.19	2.11	
							<b>2.11</b>

Partida	(010714000001-0202004-01) ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2							
Rendimiento	kg/DIA	MO.250.00	EQ.250.00	Costo unitario directo por : kg			4.54	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Mano de Obra</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0032	28.61	0.09
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0320	15.72	0.50
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.0320	17.51	0.56
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0320	22.01	0.70
								<b>1.86</b>
		<b>Materiales</b>						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16			kg		0.0500	2.57	0.13
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60			kg		1.0500	2.35	2.47
								<b>2.60</b>
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		5.0000	1.85	0.09
								<b>0.09</b>

Partida	(010716010103-0202004-01) MATERIAL DE SUBBASE							
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3			37.42	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Subpartidas</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
010451010103	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)			m3		1.8900	5.53	10.45
010420020106	TRANSPORTE INTERNO D=0.30 km (PLANTA)			m3		1.8900	6.67	12.61
010716040108	ZARANDEO MECANICO			m3		1.8900	7.60	14.36
								<b>37.42</b>

Partida	(010716010104-0202004-01) MATERIAL DE BASE							
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3			38.26	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Subpartidas</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
010451010103	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)			m3		1.1200	5.53	6.19
010420020106	TRANSPORTE INTERNO D=0.30 km (PLANTA)			m3		1.1200	6.67	7.47
010451010304	ZARANDEO Y CHANCADO DE MATERIAL			m3		1.1200	21.96	24.60
								<b>38.26</b>

Partida	(010716010105-0202004-01) MATERIAL DE PRÉSTAMO							
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3			10.84	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Subpartidas</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
010716040109	ZARANDEO ESTÁTICO			m3		1.1600	3.82	4.43
010451010103	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)			m3		1.1600	5.53	6.41
								<b>10.85</b>

Partida	(010716010304-0202004-01) ARENA CHANCADA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3		45.24	
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
010451010103	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)		m3		1.0500	5.53	5.81
010420020106	TRANSPORTE INTERNO D=0.30 km (PLANTA)		m3		1.0500	6.67	7.00
010451010303	ZARANDEO Y CHANCADO (ARENA)		m3		1.0500	30.89	32.43
							<b>45.24</b>

Partida	(010716010402-0202004-01) PIEDRA CHANCADA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3		36.88	
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
010451010103	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)		m3		1.0500	5.53	5.81
010420020106	TRANSPORTE INTERNO D=0.30 km (PLANTA)		m3		1.0500	6.67	7.00
010451010302	ZARANDEO Y CHANCADO (PIEDRA)		m3		1.0500	22.92	24.07
							<b>36.88</b>

Partida	(010716010403-0202004-01) PIEDRA PARA MICROPAVIMENTO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3		37.18	
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
010451010103	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)		m3		0.5500	5.53	3.04
010420020106	TRANSPORTE INTERNO D=0.30 km (PLANTA)		m3		0.6500	6.67	4.34
010451010302	ZARANDEO Y CHANCADO (PIEDRA)		m3		1.3000	22.92	29.80
							<b>37.17</b>

Partida	(010716010404-0202004-01) ARENA PARA MICROPAVIMENTO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3		35.13	
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
010451010103	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)		m3		0.8000	5.53	4.42
010420020106	TRANSPORTE INTERNO D=0.30 km (PLANTA)		m3		0.9000	6.67	6.00
010451010303	ZARANDEO Y CHANCADO (ARENA)		m3		0.8000	30.89	24.71
							<b>35.14</b>

Partida	(010716010406-0202004-01) PIEDRA GRANDE						
Rendimiento	m3/DIA	MO.10.00	EQ.10.00	Costo unitario directo por : m3		89.77	
Código	Descripción Recurso	Subpartidas	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
010451010104	EXTRACCION Y RECOLECCION DE PIEDRA		m3		1.3000	11.02	14.33
010716030403	TRANSPORTE DE PIEDRA GRANDE		m3		1.3000	58.03	75.44
							<b>89.77</b>

Partida	(010716030403-0202004-01) TRANSPORTE DE PIEDRA GRANDE						
Rendimiento	m3/DIA	MO.35.00	EQ.35.00	Costo unitario directo por : m3			58.03
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	0.0600	0.0137	17.51	0.24	
<b>0.24</b>							
<b>Equipos</b>							
03011600010005	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	hm	0.0600	0.0137	234.78	3.22	
0301220009	VOLQUETE DE 15M3	hm	1.0000	0.2286	238.71	54.57	
<b>57.79</b>							
Partida	(010716040108-0202004-01) ZARANDEO MECANICO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.320.00	EQ.320.00	Costo unitario directo por : m3			7.60
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0250	28.61	0.72	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0500	15.72	0.79	
<b>1.50</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.51	0.08	
03014000020002	FAJA TRANSPORTADORA DE 18"X40' M.E. 3 HP 150 TON/HOR	hm	1.0000	0.0250	6.91	0.17	
03014000040002	ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" M.E. 15 HP	hm	1.0000	0.0250	56.45	1.41	
03011600010005	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	hm	0.3400	0.0085	234.78	2.00	
0301250003	GRUPO ELECTROGENO DE 116 HP 75 KW	hm	1.0000	0.0250	97.03	2.43	
<b>6.08</b>							
Partida	(010716040109-0202004-01) ZARANDEO ESTÁTICO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.369.00	EQ.369.00	Costo unitario directo por : m3			3.82
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.4000	0.0087	28.61	0.25	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0867	15.72	1.36	
<b>1.61</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.61	0.08	
0301400006	ZARANDA ESTÁTICA	hm	1.0000	0.0217	4.22	0.09	
03011600010005	CARGADOR S/LLANTAS 200-250 HP 4-4.1 Y3	hm	0.4000	0.0087	234.78	2.04	
<b>2.21</b>							

### 3.7.8. Presupuesto de obra

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>178348.67</b>
01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	gib	1.00	101813.82	101813.82
01.02	TOPOGRAFÍA Y GEOREFERENCIACIÓN	km	9.38	2170.88	20362.85
01.03	CAMPAMENTO PROVISIONAL PARA LA OBRA	m2	300.00	187.24	56172.00
02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1277881.54</b>
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	ha	14.13	4777.22	67502.12
02.02	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES	m3	129960.75	4.65	604317.49
02.03	PERFILADO Y COMPACTADO EN ZONAS DE CORTE	m2	8520.47	1.92	16359.30
02.04	TERRAPLENES	m3	61969.22	6.99	433164.85
02.05	DEPÓSITO DE MATERIALES EXCEDENTES (DME)	m3	86009.77	1.82	156537.78
03	<b>CAPAS ANTICONTAMINANTES SUBBASES Y BASES</b>				<b>1612940.23</b>
03.01	SUBBASES GRANULARES	m3	13974.14	54.66	763826.49
03.02	BASES GRANULARES	m3	11196.12	56.92	637283.15
03.03	MEJORAMIENTO DE SUELOS A NIVEL DE BASE	m3	11196.12	18.92	211830.59
04	<b>PAVIMENTOS FLEXIBLES</b>				<b>416625.40</b>
04.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	62934.35	0.97	61046.32
04.02	MICROPAVIMENTOS	m2	62934.35	5.65	355579.08
05	<b>DRENAJE</b>				<b>824719.64</b>
05.01	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	m3	1182.29	6.70	7921.34
05.02	RELLENOS PARA ESTRUCTURAS	m3	143.01	40.55	5799.06
05.03	CONCRETO F'C=140 KG/CM2 + 70% PG	m3	114.30	190.01	21718.14
05.04	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 + 30% PG	m3	271.55	282.67	76759.04
05.05	CONCRETO F'C=175 KG/CM2	m3	96.41	313.39	30213.93
05.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS	m2	4196.19	67.27	282277.70
05.07	TUBERÍA CORRUGADA DE ACERO GALVANIZADO CIRCULA DE DIÁMETRO 0.60M	m	315.53	342.63	108110.04
05.08	TUBERÍA CORRUGADA DE ACERO GALVANIZADO CIRCULA DE DIÁMETRO 1.50M	m	45.96	835.71	38409.23
05.09	TUBERÍA CORRUGADA DE ACERO GALVANIZADO CIRCULA DE DIÁMETRO 2.00M	m	28.40	1201.91	34134.24
05.10	CUNETAS	m	9379.09	23.39	219376.92
06	<b>TRANSPORTE</b>				<b>1494981.75</b>
06.01	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES CON DISTANCIAS ENTRE 120M Y 1000M	m3-km	22068.50	7.87	173679.10
06.02	TRANSPORTE DE MATERIALES GRANULARES CON DISTANCIAS MAYORES A 1000M	m3-km	39123.24	1.55	60641.02
06.03	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES CON DISTANCIAS ENTRE 120M Y 1000M	m3-km	85405.47	8.54	729362.71
06.04	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES CON DISTANCIAS MAYORES A 1000Mm3-km		314378.06	1.69	531298.92
07	<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>				<b>78098.13</b>
07.01	SEÑALES PREVENTIVAS	und	84.00	555.28	46643.52
07.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	2.00	478.33	956.66
07.03	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2.00	687.51	1375.02
07.04	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	2820.56	9.52	26851.73
07.05	POSTES DE KILOMETRAJE	und	10.00	227.12	2271.20
08	<b>PROTECCIÓN AMBIENTAL</b>				<b>30933.97</b>
08.01	READECUACION AMBIENTAL DE CANTERAS	m2	24946.75	1.24	30933.97
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>5914529.33</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10%)</b>				<b>591452.93</b>
	<b>UTILIDAD (5%)</b>				<b>295726.47</b>
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>6801708.73</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>1224307.57</b>
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>				<b>8026016.30</b>

SON : OCHO MILLONES VEINTISEIS MIL DIECISEIS Y 30/100 NUEVOS SOLES

### 3.7.9. Fórmula polinómica

K =

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Índice	Descripción
	0.052	100.000	P	53	PETROLEO DIESEL
	0.064	100.000	A	09	ALCANTARILLA METALICA
	0.124	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
	0.131	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR
	0.629	100.000	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1. Estudio topográfico

El estudio topográfico nos permitió clasificar la carretera según la orografía. Es muy importante para el diseño de la carretera conocer las características orográficas como son las pendientes longitudinales y transversales. Estas pendientes son determinadas luego del diseño preliminar de la carretera, donde, aunque no es el diseño definitivo, no se realizarán cambios significativos posteriormente.

Según los resultados, un 85% de los puntos analizados para pendientes transversales presentan un terreno tipo 3 o accidentado y un 15% presentan pendientes transversales tipo 2 u ondulado (Ver Cuadro 3). Por lo tanto, la carretera fue clasificada según su orografía transversal como tipo 3 o accidentada; del mismo modo, Bazán (2017) en su investigación diseñó una carretera con orografía tipo 3.

Así mismo, los resultados analizados para pendientes longitudinales fueron los siguientes:

Cuadro 53 - Porcentaje por cada tipo de terreno

Tipo de terreno	Cantidad	Porcentaje
Terreno plano (tipo 1)	2930.00 m	31.23%
Terreno ondulado (tipo 2)	4120.95 m	43.93%
Terreno accidentado (tipo 3)	560.00 m	5.97%
Terreno escarpado (tipo 4)	1770.00 m	18.87%

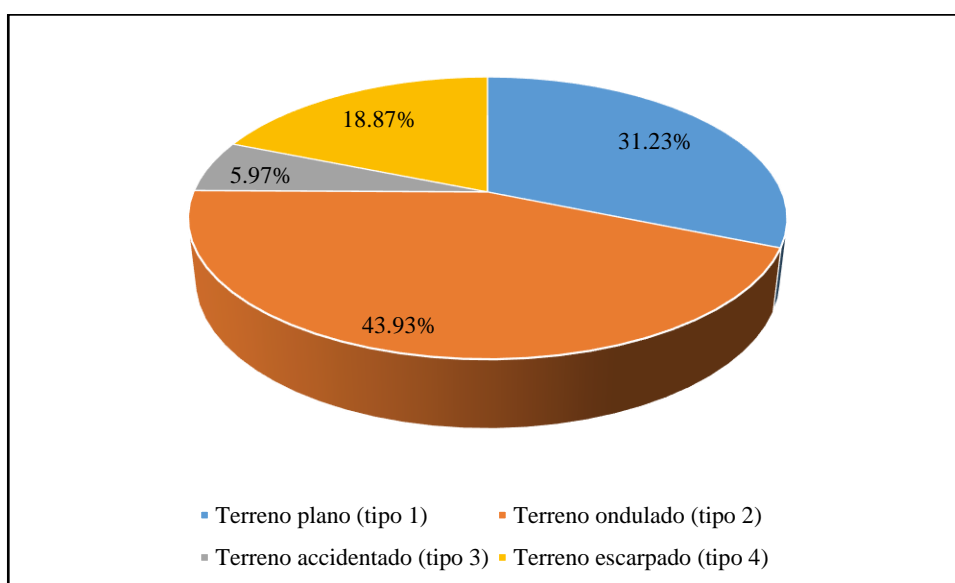


Figura 28 – Representación gráfica de los porcentajes de los terrenos



La carretera fue clasificada según su orografía longitudinal como terreno tipo 2 con un 43.93%, No obstante, la carretera debió ser clasificada en conjunto, según su orografía longitudinal y transversal, por eso fue clasificada como una carretera con topografía tipo 3 o accidentada. Del mismo modo, Blas (2017) en su investigación diseñó una carretera con orografía tipo 3.

#### **4.2. Estudio de mecánica de suelos**

El estudio de mecánica de suelo permitió identificar el tipo de suelo y la capacidad de soporte vehicular (CBR). Se realizaron 9 calicatas en el estudio, obteniéndose, los cuatros primeros kilómetros o calicatas eran gravas con finos (GM y GC); las cuatro siguientes arenas con finos (SC y SM) y el último tramo tipo GM. Por lo tanto, se afirma que el suelo del proyecto es granular. El suelo granular para ser compactado debe utilizar rodillos tipos vibratorios.

Los taludes de corte y relleno fueron elegidos según la recomendación del MTC en DG-2018; los tramos del Km 0+000 al Km 4+000 y del Km 8+000 al final, se utilizarán taludes de corte de 1:1 y taludes de relleno de 1:1.50, 1:1.75 y 1:2 para rellenos menores a 5, entre 5 y 10 y mayores a 10 metros. El tramo del Km 4+000 al Km 8+000 utilizará taludes de corte de 1:0.75 y 1:0.50 para cortes menores a 5, y para cortes entre 5 y 10 metros, respectivamente. Y taludes de relleno de 1:1.75, 1:2 y 1:2.25 para relleno menores a 5, rellenos entre 5 y 10 y mayores a 10 metros, respectivamente.

El análisis de los resultados de CBR clasifican los suelos de la carretera como Subrasante Excelente con CBR mayor a 30%. El CBR de diseño se obtuvo promediando los CBR de las subrasante, el CBR de diseño es de 41.76%. Muy similar a la investigación de Pérez (2017) en cuyo caso la subrasante tuvo un valor de CBR de 41.11%.

El análisis de los resultados de la cantera mostró que esta posee una gradación A con respecto al manual de Especificaciones Técnicas del MTC publicado en el 2013. Además, el CBR de la cantera llega a 90.29%. Esta cantera puede ser utilizada para material granular de base y subbase, no obstante, esta debe ser zarandeada y chancada para lograr los requerimientos necesarios según el manual del MTC.

### **4.3. Estudio hidrológico**

El análisis de los resultados del estudio hidrológico permitió determinar las dimensiones y el material que deberían tener las cunetas, la dimensión de las tuberías de TMC para las alcantarillas. Para esto se partió de la información pluviométrica disponible más adecuada al proyecto, los resultados determinaron que la estación más adecuada es la de Callancas la misma que contó con datos de 1971 al 2009. No obstante, la serie cuenta con algunos datos faltantes, los mismos que fueron completados con la serie de datos de Quiruvilca.

La serie completada fue analizada estadísticamente para solucionar posibles inconsistencias y obtener la ecuación de intensidad característica de la zona. Posteriormente con la ecuación se calcularon caudales máximos a drenar y se diseñaron las obras de arte.

Se diseñaron hidráulicamente por el método de Manning cunetas y alcantarillas; se diseñaron 53 tramos de cunetas enrocadas, las dimensiones de las cunetas fueron de 0.30 x 0.75, 0.40 x 0.75 y 0.50 x 0.75. Las pendientes para el diseño de las cunetas son las pendientes longitudinales de la carretera en el tramo. Las alcantarillas fueron diseñadas en TMC un material resistente y de fácil construcción, se utilizaron los diámetros comerciales de 24" para alcantarillas de alivio y de 60" y 80" para alcantarillas de paso. Las pendientes de las alcantarillas son de 1%, es la pendiente mínima para evitar la sedimentación. Bonilla (2017) en su tesis utilizó alcantarillas de tipo TMC de 24" y 60", Blas (2017) utilizó TMC de 24" y 32" y Cornejo (2017) utilizó TMC de 36" y 48"; queda comprobado que actualmente la utilización de este tipo de alcantarillas es la mejor opción y relación costo beneficio, además, es la solución más adecuada.

### **4.4. Diseño geométrico**

Se realizó el estudio de tránsito vehicular para determinar la clasificación de la carretera por demanda, determinar el tipo de tránsito común en la carretera y carga que soportará la carretera. Para determinar el factor de corrección estacional utilizó la estación de peaje con información de tránsito más cercana a la zona, en este caso se utilizó el peaje de Chicama. El tránsito actual contabilizado en la zona fue de 248

vehículos, y el tránsito calculado para 20 años fue de 343 vehículos, clasificando la carretera por demanda como carretera de tercera clase. Miñano (2017) en su trabajo de titulación diseño una carretera tercera clase en un terreno accidentado utilizando como velocidad de diseño 30 km/h, como se utilizó en esta investigación; sin embargo, Miñano utilizó un tratamiento superficial a la superficie de rodadura, la cual es una solución temporal cuya vida útil en el mejor de los casos es 10 años, pero esta investigación propone la utilización de Micropavimento para la superficie de rodadura (vida útil 20 años).

#### **4.5. Estudio de impacto ambiental**

El alcance del estudio evalúa el ambiente físico y químico, ambiente biológico y factores socio-económico. Analizando inicialmente el estado actual y comparándolo con las actividades inherentes al proyecto. Los valores puestos en la matriz de Leopold son colocados a juicio de los proyectistas, considerando la magnitud del impacto y la importancia o alcance del mismo.

El análisis de los resultados permitió conocer que la actividad que mayor impacto negativo genera es la conformación de la carpeta de rodadura, debido a que emplea maquinaria y materiales es algunos casos con químicos contaminantes, además, el perfilado y conformación de los terraplenes produce el levantamiento de polvo y partículas que contaminan el ambiente. Además, el agua necesaria para la compactación y el proceso de extracción puede contaminar el agua superficial.

También se identificó que la actividad que mayor impacto positivo generaría es elaboración misma del proyecto, el beneficio social, accesibilidad, empleo y comercio que generaría traería consigo su elaboración.

#### **4.6. Análisis de costos y presupuesto**

La presente investigación demostró que el título más costoso corresponde a las capas anticontaminantes subbases y bases, no obstante, otra partida casi igual de costosa es la correspondiente al movimiento de tierras. Se consideraron los fletes de los materiales correspondientes en función del lugar de procedencia, y el costo de los equipos corresponden al alquiler de los mismos y al operador y combustible de ser el caso. El estudio de suelo demostró que el material, aunque contiene gravas, no es

roca, por lo tanto, no se usaron explosivos las excavaciones y perfilados se realizarán con excavadoras y tractores. Además, los materiales de base, subbase y subrasante al ser granulares serán compactados mediante vibración. El costo total del proyecto es de S/ 8 026 016.30, con S/ 5 914 529.33 de costo directo y S/ 591 452.93 de costo indirecto.

## V. CONCLUSIONES

- El estudio topográfico del proyecto permitió conocer las variaciones de las pendientes longitudinales y transversales determinando que la carretera tiene una orografía tipo 3 o accidentada, con pendientes longitudinales máximas de 9.17%. Se levantaron un total de 2615 puntos.
- El estudio de mecánica de suelos analizó 9 muestras de calicatas, además de una muestra de la cantera. El estudio determinó que el terreno presenta suelos granulares con presencia de fino que puedan ser clasificados según SUCS como GM, GC, SM y SC. Además, los ensayos de penetración CBR concluyeron que la subrasante es excelente como terreno de fundación alcanzando un CBR de diseño de 41.76%. El análisis de las canteras alcanzó un CBR de 90.29% la misma que puede ser utilizada como base o subbase previo un tratamiento de zarandeado y chancado.
- El estudio hidrológico permitió determinar los caudales de máximas avenidas para diseñar las obras de arte. Se utilizó la estación climática de Callancas la cual cuenta con datos de 1971 al 2009. Se permitió diseñar 53 tramos de cunetas enrocadas con dimensiones de 0.30 x 0.75, 0.40 x 0.75 y 0.50 x 0.75. Se diseñaron 39 alcantarillas de alivio de 24" en TMC y 2 alcantarillas de paso de 60" y 80" también en TMC.
- El diseño geométrico tuvo una extensión de 9381 m de carretera, con 48 curvas horizontales y 28 curvas verticales. La velocidad con la que se diseñó la carretera fue de 30 km/h, un ancho de calzada de 6 m con bombeo de 3% y un ancho de berma de 0.50 con 6% de inclinación. El talud de corte fue de 1:0.5 y talud de relleno de 1:1.75. Los espesores de las capas de pavimento fueron para la base de 16 cm, subbase de 15 cm y micropavimeto de 2.5 cm. Así mismo se consideró el aditivo Perma-Zyme 22x para mejorar la adhesión, resistencia y durabilidad de la capa de base.
- El estudio de impacto ambiental concluyó que la actividad que mayor impacto positivo generará será la elaboración del proyecto afectando principalmente al factor socio-económico empleo por los puestos de trabajo que generará. El estudio demostró también que la actividad que mayor impacto negativo generará será la conformación de la carpeta de rodadura afectando principalmente a la característica físico-química del aire, por el exceso de polvo que generará.

• El presupuesto total del proyecto es S/ 8 026 016.30 (Ocho millones veintiséis mil dieciséis y 30/100 soles. Es decir, el costo por kilómetro es de S/ 855 560.77. El presupuesto está conformado de la siguiente manera:

Costo directo:	S/ 5 914 529.33
Gastos generales (10%):	S/ 591 452.93
Utilidad (5%):	S/ 295 726.47
IGV (18%):	S/ 1 224 307.57

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Es recomendable estacar los BMs durante el levantamiento topográfico, y ubicarlos lo más alejados posibles de la calzada. Además, se deben colocar de manera que puedan verse con facilidad entre el BM anterior y posterior.
- La extracción de las muestras de la calicata deben hacerse cuando se tenga un diseño de planta y perfil de la vía para realizar las calicatas en zonas de corte y por debajo del nivel de subrasante.
- El estudio hidrológico debe realizarse cuando el diseño geométrico de planta y perfil de la vía este realizado. Con la finalidad de obtener los caudales de quebradas de paso en las progresivas exactas y determinar el nivel del terreno natural.
- El diseño geométrico debe en lo posible respetar la distancia de visibilidad de adelantamiento para buscar que la carretera sea segura y cómoda para los usuarios.
- Es recomendable utilizar aditivos mejoradores de suelos para incrementar la durabilidad y resistencias de las capas de conformación, además disminuye el trabajo para lograr la compactación deseada y de esta manera incrementar el rendimiento.

## VII. REFERENCIAS

1. AGUILERA, Osmar. Diseño para el mejoramiento de la carretera Pacanguilla – Granja Plasencia – Pampas Cerro Colorado, distrito de Pacanga – provincia de Chepén – región La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2018.
2. BAÑON Blázquez, Luis. Manual de carreteras, Universidad de Alicante; Editorial EGC, Alicante, España, 2000.
3. BAZÁN, Walter y MONTOYA, José. Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera rural Collambay – Ñari, provincia de Trujillo, región La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2017.
4. BLAS, Ildegard. Diseño para el mejoramiento de la carretera del tramo: cruce de Chacato – Usurbamba, distrito de Julcán, provincia de Julcán, departamento de La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2017.
5. BONILLA, Bryan. Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo, Emp. L1842 (Vaquería) – Pampatac – Emp. L1838, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2017.
6. BURGOS, Luis. Diseño de la carretera a nivel de pavimento del tramo el Tigre, Chicchal y Anamuelle, distrito de Curgos, provincia de Sánchez Carrión – La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2017.
7. CÁRDENAS, Bryan. Diseño de la carretera de Pampa Lagunas – Jolluco, distrito de Cascas – provincia de Gran Chimú – departamento La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2017.
8. CASTILLO, Rosa. Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera La Arena – Santo Domingo, distrito de Huamachuco – provincia de Sánchez Carrión –



región La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo, 2018.

9. CORNEJO, Alexis. Diseño para el mejoramiento de la carretera tramo Mungurrall – Ake, distrito de Santiago de Chuco, provincia de Santiago de Chuco, departamento de La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2017.

10. ESQUIVEL, Karen. Diseño para el mejoramiento de la carretera vecinal tramo: Chulite – Rayambara – La Soledad, Distritos de Quiruvilca y Santiago de Chuco, Provincia de Santiago de Chuco – Departamento La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2017).

11. FLUJO Vehicular por Unidades de Peaje. Lima: INEI y PROVIAS, 2018. [fecha de consulta: 01 de noviembre de 2018].

Disponible en [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/10-informe-tecnico-n10\\_flujo-vehicular-ago2018.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/10-informe-tecnico-n10_flujo-vehicular-ago2018.pdf)

12. GOBIERNO Regional de La Libertad. Plan estratégico regional de turismo La Liberta 2011 – 2021 (PERTUR). Trujillo, Perú. 130 pp.

13. JUAREZ Badillo, Eulalio y RICO Rodríguez, Alfonso. Mecánica de suelos. México: Editorial Limusa, 2011. 642 pp. ISBN: 968-18-0069-9.

14. LEYVA, María. Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carretera de Santo Domingo – Candoguran, distrito de Huamachuco – Provincia de Sánchez Carrión – Región La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2018.

15. LEZAMA, Alex. Diseño para el mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado de las localidades de Chiquichal – Yanazara, distrito de Curgos – Sánchez Carrión – La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2018.

16. MEJÍA Marcacuzco, Luis, Hidrología Aplicada, Universidad Nacional Agraria; Editorial UNALM, Lima, Perú, 2012. 125-178 pp.

17. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018. Perú, 2018. 284 pp.
18. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013. Perú, 2013. 1282 pp.
19. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras: Hidrología, hidráulica y drenaje. Perú, 2011. 209 pp.
20. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Perú, 2016. 346 pp.
21. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras. Perú, 2016. 395 pp.
22. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de ensayo de materiales. Perú, 2013. 1269 pp.
23. MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de seguridad vial. Perú, 2017. 461 pp.
24. MIÑANO, Medalih. Diseño de la carretera cruce Huamanmarca – Loma Linda, distrito de Mache, provincia de Otuzco, departamento La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2017.
25. 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 (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2017.
26. PAREDES, Ander y SEIJAS, Elvis. Diseño para el mejoramiento de la carretera: sector Bella Victoria – pampas de San Juan, caserío Conache, distrito Laredo, provincia

Trujillo – La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2017.

27. PAREDES, Sofía. Diseño de la carretera de Ochape – Samana, distrito de Cascas – provincia de Gran Chimú, departamento La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2017.

28. PÉREZ, Pamela. Diseño de la carretera entre los caseríos de Unión Muchamaca – Chugur, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2017.

29. POLÍTICA de desarrollo turístico en el Perú está en congruencia con los objetivos estratégicos de la OMT. (Setiembre, 2015). Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. Disponible en <https://www.mincetur.gob.pe/mincetur-politica-de-desarrollo-turistico-en-el-peru-esta-en-congruencia-con-los-objetivos-estrategicos-de-la-omt/>.

30. RICO Rodriguez, Hermilo. La ingeniería de Suelos. Editorial Limusa. Bogotá, 1992.

31. RODRÍGUEZ Ángel Muelas. Manual de mecánica de suelos y cimentaciones. Ángel Muelas Rodríguez. UNED- Lima – 2010. 119 pp.

32. RUIZ Cortines, Adolfo. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector vías generales de comunicación. Primera edición; México – 2002. 117 pp.

33. SÁNCHEZ, Jane. Diseño del mejoramiento a nivel de afirmado de la carreta de los caseríos Caulimalca – Coina, distrito de Usquil – provincia de Otuzco – región La Libertad. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo, Perú. Universidad César Vallejo. 2018.

34. TORRES Tafur, José Benjamín. Topografía. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2016. 128 pp.

35. VILLÓN Béjar, Máximo. Hidrología. Lima: Villón, febrero 2002. 432 pp.

## ANEXOS

ANEXO N°1.- Relación de puntos topográficos.

ANEXO N°2.- Resultados del estudio de mecánica de suelos.

ANEXO N°3.- Estudio de tránsito.

ANEXO N°4.- Justificación de metrados.

ANEXO N°5.- Especificaciones técnicas.

ANEXO N°6.- Panel fotográfico.

ANEXO N°7.- Planos

PU-01	PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACION
PT-01	PLANO TOPOGRÁFICO TRAMOS 1 Y 2
PT-02	PLANO TOPOGRÁFICO TRAMOS 3 Y 4
PT-03	PLANO TOPOGRÁFICO TRAMOS 5 Y 6
H-01	DELIMITACIÓN DE MICROCUENCAS
H-02	PLANO HIDROLÓGICO TRAMO 1
H-03	PLANO HIDROLÓGICO TRAMO 2
H-04	PLANO HIDROLÓGICO TRAMO 3
H-05	DETALLE DE ALCANTARILLA TIPO TMC
DG-01	PLANO CLAVE DEL DISEÑO GEOMÉTRICO
DG-02	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL KM 0+000 - KM 1+000
DG-03	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL KM 1+000 - KM 2+000
DG-04	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL KM 2+000 - KM 3+000
DG-05	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL KM 3+000 - KM 4+000
DG-06	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL KM 4+000 - KM 5+000
DG-07	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL KM 5+000 - KM 6+000
DG-08	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL KM 6+000 - KM 7+000
DG-09	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL KM 7+000 - KM 8+000
DG-10	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL KM 8+000 - KM 9+000
DG-11	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA Y PERFIL KM 9+000 - KM 9+381
DG-12	SECCIONES TRANSVERSALES KM 0+000 - KM 0+640
DG-13	SECCIONES TRANSVERSALES KM 0+650 - KM 1+220
DG-14	SECCIONES TRANSVERSALES KM 1+240 - KM 1+900
DG-15	SECCIONES TRANSVERSALES KM 1+920 - KM 2+560
DG-16	SECCIONES TRANSVERSALES KM 2+580 - KM 3+090
DG-17	SECCIONES TRANSVERSALES KM 3+100 - KM 3+760
DG-18	SECCIONES TRANSVERSALES KM 3+780 - KM 4+400
DG-19	SECCIONES TRANSVERSALES KM 4+420 - KM 5+060

DG-20	SECCIONES TRANSVERSALES KM 5+080 - KM 5+820
DG-21	SECCIONES TRANSVERSALES KM 5+840 - KM 6+560
DG-22	SECCIONES TRANSVERSALES KM 6+580 - KM 7+320
DG-23	SECCIONES TRANSVERSALES KM 7+340 - KM 7+960
DG-24	SECCIONES TRANSVERSALES KM 7+970 - KM 8+670
DG-25	SECCIONES TRANSVERSALES KM 8+680 - KM 9+210
DG-26	SECCIONES TRANSVERSALES KM 9+220 - KM 9+379
DG-27	SECCIÓN TÍPICA TRANSVERSAL CORTE-RELLENO
DG-28	SEÑALIZACIÓN TRAMOS 1 Y 2
DG-29	SEÑALIZACIÓN TRAMOS 3 Y 4
DG-30	SEÑALIZACIÓN TRAMOS 5 Y 6