



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de camino vecinal tramo San José - Carnamu, distrito de San
Gregorio –Provincia de San Miguel – Cajamarca

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Asto Carranza, Christian Wilfredo (ORCID: 0000-0002-3007-0558)

ASESOR:

Mg. Luis Alberto Horna Araujo (ORCID: 0000-0002-3674-9617)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

TRUJILLO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de manera muy especial a mis padres, Wilfredo Asto y Carolina Carranza, los cuales siempre me apoyaron y se esforzaron por darme lo mejor, por sus grandes consejos, su sacrificio para poder educarme, por ser un gran ejemplo a seguir, por saber comprenderme y ser las personas que siempre están a mi lado.

Y a mi hermano Erickson Asto, que, del he aprendido a ser mejor persona, tomando como ejemplo su pasión por lo que hace.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por la oportunidad de la vida, acompañarme y ser mi guía en todo momento por la fuerza y sabiduría y por las oportunidades que ha escrito en mi vida para tomarlas.

A mis padres por todo el apoyo durante toda mi vida los cuales no tengo palabras para expresar lo agradecido que estoy con ellos.

Expreso un sincero agradecimiento a mi alma mater, la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo, a mi asesor Luis Horna Araujo su gran paciencia y seriedad, agradezco a los pobladores de Carnamu por su apoyo cuando visité la zona donde realicé mi proyecto de tesis, a mis grandes amigos Joseph Alarcón y Ayrton Barba por esa sincera amistad que me brindan.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo de Trujillo, tengo a bien presentar la tesis titulada: “MEJORAMIENTO DE CAMINO VECINAL TRAMO SAN JOSÉ - CARNAMU, DISTRITO DE SAN GREGORIO – PROVINCIA DE SAN MIGUEL – CAJAMARCA”; con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Anticipo mi agradecimiento por las correcciones y sugerencias que pueda recibir para mejorar mi trabajo y de esta manera contribuir a la realización de una investigación más eficiente. El trabajo mencionado determina la importancia y la influencia que tiene un Proyecto Vial de Ingeniería dentro de la zona rural del Distrito de San Gregorio, por lo que se constata que una vía a nivel de pavimentación es indispensable para la población.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación, así como contribuir al desarrollo y al progreso de los Centros Poblados de San José, Carnamu a fin de mejorar su calidad de vida y el servicio vial de la zona.

El Autor

Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.2. Trabajos previos.....	8
1.3. Teorías relacionadas al tema	10
1.4. Formulación del problema.....	12
1.5. Justificación del estudio	12
1.6. Hipótesis.....	13
1.7. Objetivos.....	13
1.7.1. Objetivo general	13
1.7.2. Objetivos específicos	13
II. MÉTODO	14
2.1. Diseño de investigación.....	14
2.2. Variables, operacionalización.....	14
2.2.1. Variable	14
2.2.2. Dimensiones	14
2.2.3. Operacionalización de variables	15
2.3. Población y muestra.....	16
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	16
2.4.1. Técnicas.....	16
2.4.2. Instrumentos:	16
2.4.3. Fuentes.....	16

2.5.	<i>Métodos de análisis de datos</i>	17
2.6.	<i>Aspectos éticos</i>	17
III. RESULTADOS		18
3.1.	<i>Estudio Topográfico</i>	18
3.1.1.	Generalidades	18
3.1.2.	Ubicación.....	18
3.1.3.	Reconocimiento de la zona.....	19
3.1.4.	Metodología de trabajo.....	19
3.1.5.	Procedimiento	20
3.1.6.	Trabajo de gabinete	21
3.2.	<i>Estudio de mecánica de suelos y cantera</i>	22
3.2.1.	Estudio de suelos	22
3.2.2.	Estudio de cantera.....	26
3.3.	<i>Estudio hidrológico y obras de arte</i>	28
3.3.1.	Hidrología.....	28
3.3.2.	Información hidrometeorológica y cartográfica	31
3.3.3.	Hidráulica y drenaje.....	38
3.4.	<i>Diseño Geométrico de la carretera</i>	46
3.4.1.	Generalidades	46
3.4.2.	Normatividad.....	46
3.4.3.	Clasificación de las carreteras	46
3.4.4.	Estudio de tráfico.....	47
3.4.5.	Parámetros básicos para el diseño en zona rural.....	52
3.4.6.	Diseño geométrico en planta	53
3.4.7.	Diseño geométrico en perfil.....	55
3.4.8.	Diseño geométrico de la sección transversal	59
3.4.9.	Resumen y consideraciones de diseño en zona rural	62
3.4.10.	Diseño de pavimento	62
3.4.11.	Señalización.....	66
3.5.	<i>Estudio de impacto ambiental</i>	76
3.5.1.	Generalidades	76
3.5.2.	Objetivos.....	76
3.5.3.	Legislación y normas que enmarcan el Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	76
3.5.4.	Infraestructuras de servicio.....	77
3.5.5.	Diagnóstico Ambiental	78
3.5.6.	Área de Influencia del Proyecto	79
3.5.7.	Evaluación del Impacto ambiental del Proyecto.....	79

3.5.8.	Descripción de los impactos ambientales	82
3.5.9.	Mejora de la calidad de vida	84
3.5.10.	Impactos naturales adversos	85
3.5.11.	Plan de manejo ambiental	85
3.5.12.	Medidas de mitigación	86
3.5.13.	Plan de manejo de residuos sólidos.....	87
3.5.14.	Plan de abandono	88
3.5.15.	Programa de control y seguimiento	88
3.5.16.	Plan de contingencias.....	89
3.5.17.	Conclusiones y recomendaciones	90
3.6.	<i>Especificaciones técnicas</i>	91
3.6.1.	Obras Preliminares	91
3.6.2.	Movimiento de tierras.....	100
3.6.3.	Afirmado.....	115
3.6.4.	Pavimentos	120
3.6.5.	Obras de Arte y drenaje	136
3.6.6.	Señalización.....	158
3.6.7.	Transporte de Material.....	170
3.6.8.	Mitigación de impacto ambiental	173
3.7.	<i>Análisis de costos y presupuestos</i>	177
3.7.1.	Resumen de metrados	177
3.7.2.	Presupuesto general	178
3.7.3.	Cálculo de partida costo de movilización	179
3.7.4.	Análisis de costos unitarios	179
3.7.5.	Relación de insumos	180
3.7.6.	Fórmula polinómica.....	181
IV.	DISCUSIÓN	182
V.	CONCLUSIONES	185
VI.	RECOMENDACIONES	186
VII.	REFERENCIAS	187
ANEXOS	188

RESUMEN

Se sabe que las carreteras son de gran importancia debido a que permiten el desarrollo socioeconómico y la comunicación entre pueblos por lo tanto es importante enfatizar su desarrollo. Es por esta razón se propone el objetivo el diseño de la carretera que une los caseríos de San José del distrito de San Gregorio, con una longitud de 4.647 Km. La zona en la que se desarrolla el proyecto se sitúa a 750 msnm, el cual posee suelos predominantemente arcillosos, CL, y de una orografía accidentada, tipo 3, con pendientes longitudinales de terreno predominantes se encuentran 6% y 8% La clasificación de la carretera es de tercera clase y para el diseño se consideró una velocidad de diseño de 30 Km/h, un ancho de calzada de 6 m, ancho de bermas de 0.5 m, un bombeo de 2.5%, peraltes máximos de 12%, pendientes longitudinales de hasta 10% y radios mínimos de 25 m. Como obras de drenaje presenta alcantarillas circulares 36" y 68" de diámetro, además cunetas triangulares que en su mayoría son de 0.4 x 1m. Se concluye que el diseño planteado cumple con todos los parámetros establecidos en las normas técnicas peruanas vigentes.

Palabras claves: Infraestructura vial, diseño vial, carretera, pavimento

ABSTRACT

It is known that roads are of great importance because they allow socio-economic development and communication between villages therefore it is important to emphasize their development. For this reason, the objective is the design of the road that connects the San José hamlets of San Gregorio district, with a length of 4,647 km. The area in which the project is developed is 750 meters above sea level, which it has predominantly clayey soils, CL, and of a rugged orography, type 3, with predominant longitudinal slopes of land are 6% and 8%. The classification of the road is of third class and for the design a design speed of 30 was considered. Km / h, a road width of 6 m, width of berms of 0.5 m, a pump of 2.5%, maximum cantons of 12%, longitudinal slopes of up to 10% and minimum radii of 25 m. As drainage works, it has circular culverts 36 "and 68" in diameter, as well as triangular gutters, which are mostly 0.4 x 1m. It is concluded that the proposed design complies with all the parameters established in the current Peruvian technical standards.

Keywords: Road infrastructure, road design, road, pavement

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El proyecto se realizó en el distrito de San Gregorio es uno de los distritos que componen la provincia de San Miguel del departamento de Cajamarca. Dentro de los cuales está el centro poblado San José y la Carnamu, la zona de estudio tiene vegetación y es accidentado

Estos caseríos no cuentan con una vía que los integre entre si más que trochas carrozables de bajo nivel de transitabilidad y unos cuantos caminos de herradura que han sido mejorados por los propios pobladores para que puedan trasladarse y transportar sus cultivos y sus productos entre los caseríos, estos caminos no han tenido ningún tipo de criterio por lo que están en malas condiciones ya que no cuentan con un estudio técnico y ausencia de obras de arte y drenaje lo que provoca en temporadas de lluvia sea imposible transitar por estos caminos, lo cual detiene la comunicación entre caserío a caserío

Además, los niños de la zona tienen que viajar para poder ir a la escuela y debido a la falta de una vía tienen que viajar muchas veces por horas caminando, así como también el hecho de que en los caseríos tampoco no cuentan con posta medica por esto surge la necesidad de diseñar una carretera que cumpla con los criterios técnicos para así contribuir con el desarrollo social, económico del distrito y mejorar la calidad de vida de los pobladores de este.

1.1.1. Aspectos generales

A. Ubicación Política

El proyecto se encuentra ubicado políticamente en la Provincia de San Miguel y Distrito de San Gregorio; y específicamente en el Centro Poblado San Alfonso.

- Zona de Estudio : Caseríos de San José-Carnamu
- Centro Poblado : San Gregorio
- Distrito : San Gregorio.
- Provincia : San Miguel
- Departamento : Cajamarca
- País : Perú

B. Ubicación Geográfica

El Centro poblado San José al cual pertenecen los tres caseríos del proyecto se encuentra ubicado entre las coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M.



Figura 1: Ubicación del centro poblado San José en imagen satelital

Fuente: Google Earth

- Punto céntrico del Centro Poblado San José:

Coordenada Este : 706071.66

Coordenada Sur : 9209396.84

Altitud : 750 m.s.n.m.

C. Límites

La capital distrital de Cajamarca limita por el norte con Ecuador, por el este con el departamento de Amazonas, por el oeste con los departamentos Piura y Lambayeque, y por el sur con el departamento de la Libertad.

A continuación, se presentan mapas de macro y micro localización del proyecto.



Figura 2: Ubicación del departamento de Cajamarca en el contexto Nacional, departamental y provincial.

Fuente: Gobierno Regional de Cajamarca – Municipalidad Provincial de San Miguel.

D. Clima

Se ubica en la parte sur del distrito de San Gregorio a una altitud de 750 m.s.n.m, con un clima que se caracteriza por ser semiseco, semifrío-húmedo, ver figura 3. La temperatura en esta zona oscila entre 8 °C y 18 °C. Los meses más fríos del año son en junio, julio y agosto, presentándose las temperaturas más durante la noche y en las primeras horas del día. Los descensos de temperatura por debajo de 0 °C conocidas como heladas se presentan mayormente entre los meses de junio y setiembre. La época de lluvias se inicia en el mes de diciembre y dura hasta el mes de abril, siendo los meses de febrero y marzo en los cuales la intensidad y frecuencia es mayor. se encuentra a una altitud de 750 m.s.n.m, se ubica en la parte sur de del distrito de San Gregorio la parte más baja de la región a las orillas del río San Miguel la temperatura es promedio de 25 °C al año.

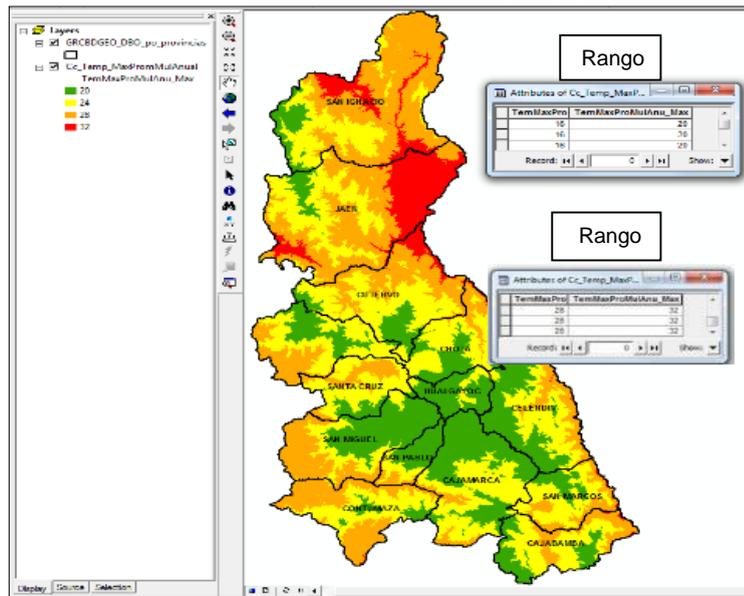


Figura 3: Distribución espacial de la Temperatura máxima promedio multianual – Período 1981 – 2010.

Fuente: Mapas temáticos de la variable climática GORE Cajamarca – 2010

Tiene un clima templado y seco, con invierno frío y verano intensamente lluvioso en los meses de enero, febrero y marzo. Además, por encontrarse en plena ladera, se encuentra con intensas neblinas entre los meses de octubre a mayo.

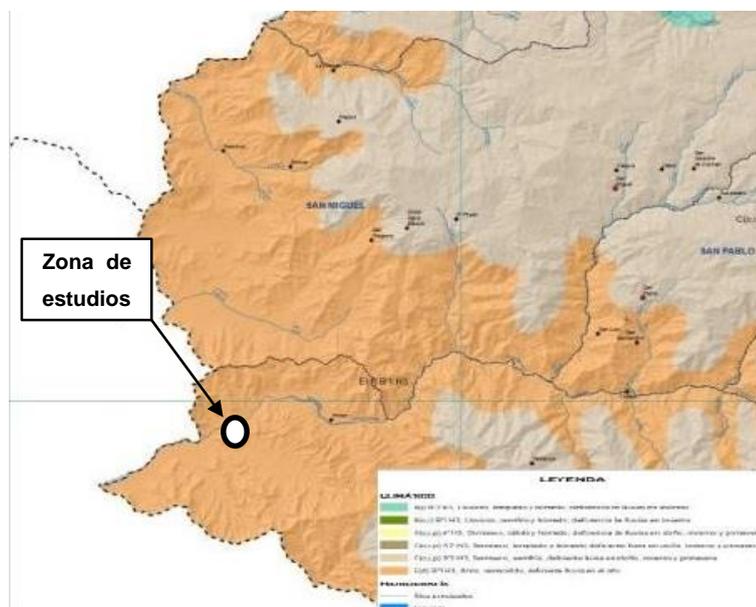


Figura 4: Mapa climático de Cajamarca según mapa nacional

Fuente: MINAM

E. Aspectos demográficos, sociales y económicos

Los caseríos de San José y Carnamu, pertenecen al distrito de San Gregorio, el cual tiene una población de 2688 habitantes.

- Viviendas

Las viviendas son hechas en su mayoría de adobe típicas de zonas rurales dependiendo de la economía de los pobladores. Entre los materiales que son utilizados en la construcción de sus viviendas tenemos: los muros de tapial o de adobe en su mayoría con o sin enlucir y usando muchas veces barro para el enlucido de paredes, techos a dos aguas con tejas, paja o calaminas y pisos de tierra en su mayoría. Suelen presentar pocos ambientes entre 2 ó 3 a los cuales le dan usos múltiples como: comedor, cocina, dormitorio y son habitadas por 4 a 6 personas. Las viviendas son de uno a dos pisos, siendo de un piso la mayor parte, pero también se pueden encontrar casas de materiales noble y de dos pisos, pero son aproximadamente 4

- Educación

En el pueblo de San José se encuentra una institución educativa San José, actualmente la tasa promedio de analfabetismo en el centro poblado de San José es de muy baja ya que de todos los pobladores solo 4 saben leer y escribir. Además de las personas que han recibido educación superior se sabe que sólo unas 3 personas cuentan con profesión universitaria.

- Aspectos económicos

La economía de la población de San José y Carnamu depende de la agricultura al igual cada uno de los caseríos que abarca el proyecto y en menor parte de la ganadería. el 70 % está dedicada a la actividad agropecuaria.

a) Actividad Agrícola

Constituye la principal actividad productiva de San Gregorio, y entre sus principales cultivos se encuentra: trigo, chocho, maíz.

b) Actividad ganadera

Es la segunda actividad productiva la cual se basa en la ganadería bovina.

En general los pobladores son de escasos recursos económicos, ya que la mayoría depende de la agricultura en función del clima.

F. Vías de acceso

Para llegar al punto de inicio San José era a través del centro poblado cruce mirador.

Desde la ciudad de Trujillo se puede viajar por una carretera asfáltica a Chepén luego de Chepén a Talambo después por medio de una trocha carrozable al cruce mirador en el que se toma el desvío a San José.

El único medio público que lleva al cruce mirador son unas combis que trasportan mercadería luego después hay que trasladarse en movilidad por medio de una trocha carrozable con tramos con afirmado y sin afirmar en un estado entre regular y mal estado.

Cuadro 1: Accesibilidad: Trujillo - Centro Poblado San José

DESCRIPCIÓN	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE VÍA	MOVIL
Trujillo-Chepén	180 Km	4.00 h	Vía Asfaltada	Automóvil, camioneta, minivan
Chepén-Talambo	94 Km	2 h 30 min	Trocha carrozable	Automóvil, camioneta, minivan
Talambo – Cruce Mirador	2 Km	20 min	Trocha	combi
Cruce Mirador-San José	2 Km	20 min	Trocha	A pie
TOTAL	276 Km	6 h 50 min		

Fuente: Elaboración propia.

G. Infraestructura de servicios

Los pobladores del centro poblado san Gregorio tienen acceso a servicios públicos principales a través de las siguientes infraestructuras existentes con las que cuentan:

- Municipalidad
- 3 posta médica
- 4 instituciones educativas

H. Servicios públicos existentes

Los principales servicios públicos con los que cuentan las viviendas en el Centro poblado de San Gregorio son: servicio de agua, pero sin tratar y tampoco cuentan con servicio de alcantarillado, por lo que muchas viviendas tienen pozos ciegos y muchas veces las aguas de los ríos cercanos están contaminadas por no existir relleno sanitario o pozos de oxidación para tratar las aguas servidas. Por otro lado, si cuentan con el servicio de alumbrado público y energía eléctrica en especial en el mismo Centro poblado San Gregorio. Los caseríos también cuentan con luz pública.

- Servicios de agua

Cuentan con servicio de agua en las casas del centro poblado San Jose y Carnamu, pero no tiene tratamiento y es proporcionada por la Municipalidad de San Gregorio.

- Servicio de energía eléctrica

Cuentan con servicio de luz eléctrica y alumbrado público en el centro poblado de San José – Carnamu proporcionado por HIDRANDINA S.A.

I. Otros servicios

- Servicios educativos

El distrito de San Gregorio cuenta con 4 instituciones educativas:

- a. En el nivel inicial el primaria y secundaria el centro educativo Pueblo Nuevo número 82829 en el caserío Pueblo Nuevo.
- b. En el nivel inicial el Jardín de niños en el C.P. San José.
- c. En el nivel inicial, primaria y secundaria el C.P. San Alfonso, con una población estudiantil matriculada de 15 alumnos en el 2016.
- d. En el nivel primaria, el colegio número 80250 en el distrito de San Gregorio la institución educativa San Gregorio, con una población estudiantil matriculada de 208 alumnos en el 2016.

1.2. Trabajos previos

Para este proyecto se revisó información de diseños anteriores que tengan relación con el proyecto a realizar, a continuación, se muestran proyectos y estudios cerca de la provincia de San Miguel y otras provincias que brindan la información necesaria para el desarrollo del presente proyecto.

Alva y Vásquez (2014) en su tesis denominada “Diseño para el Mejoramiento de la Carretera a Nivel de Afirmado entre los caseríos Pueblo Libre – Independencia, Distrito de Agallpampa – Otuzco – La Libertad”, realizó el levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio hidrológico, estudio de drenaje de la zona, el diseño geométrico de la vía, el predimensionamiento de las obras de arte y finalmente el estudio de impacto ambiental; sobre un tramo de 8.924km de longitud.

Enríquez (2014) en su tesis denominada “Diseño para el mejoramiento de la carretera Huayllagual – Cruz Verde, Distrito de Curgos, Sánchez Carrión – La Libertad”, la zona en estudio presentó una topografía y pendientes relativamente pronunciadas típica de la Sierra por lo que empleo criterios, de acuerdo a la normativa vigente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), para plasmar el diseño de la carretera, mejorando así el tránsito vehicular y así las condiciones de vida del habitante de la zona.

Cruzado y William (2014). En su tesis diseño para la construcción de la carretera el naranjo bajo – Santa Rita del distrito de Tacabamba, provincia de chota, departamento de Cajamarca. nos explica que el caserío Santa Rita, ubicado en el Distrito de Tacabamba , en la actualidad únicamente tiene un camino de herradura que sirve para poder conectarse con el distrito de Tacabamba, esto se vuelve complicado por lo que el camino donde se recorre demora cuatro horas, generando un problema para los pobladores de la zona porque tratan de comercializar sus productos agrícolas y también sus ganados motivo por el que es necesario el diseño de la carretera , el cual concluyó que la sub rasante es buena ya que el CBR es del 9.55% y ya que es una zona lluviosa se diseñó unas cunetas de 0.4 x 0.75 con un bombeo del 1% y del 2% en zonas de menos pendiente.

Acosta y Becerra (2014). En su tesis diseño a nivel de afirmado de la carretera vecinal ruta li-848 tramo: empalme vía nacional pe-10b, paccha-uchubamba-yaman, distrito de Chungay-provincia de Sanchez Carrión-región la libertad concluyó. En el estudio de Mecánica de suelos se determinó las características físico-mecánicas de los suelos

diferenciándose entre arenas limosas(SM). Arenas arcillosas (SC), grava limosa con arena (GM), arena pobremente graduada con limos y gravas (SP-SM). Arena arcillosa con limos y gravas (SC-SM), grava arcillosa con limos y arenas (GC-GM), predominando las arenas arcillosas. Se determinó el CBR de diseño de la subrasante es de 10.15%, considerándose una subrasante buena según el Manual de Carreteras “Suelos, Geotecnia y Pavimentos” del Ministerio de transporte y Comunicaciones (MTC)” y se determinó una velocidad directriz de 30 km/h.

Solís (2014). En su tesis diseño para el mejoramiento de la carretera el edén- cerpaquino a nivel afirmado, distrito de sarín- provincia Sánchez Carrión - la libertad. Recomendó que considerando que en el desarrollo de los diferentes trabajos programados se generarán residuos provenientes de los excedentes de corte y de las excavaciones para las Obras de Drenaje, así como excedente de mezclas contaminantes de concreto y bituminosas se ha previsto la asignación de un Botadero para el depósito de estos desperdicios, los cuales deben ser tratados y manipulados adecuadamente para no afectar el entorno ambiental que los rodea”, se determinó un bombeo del 1% y un ancho de calzada de 6m con una velocidad directriz de 50 km/h.

Pacheco y Varela (2014). En su tesis diseño del mejoramiento a nivel de asfaltado de la carretera molino grande – laguna Cushuro, de la provincia de Sanchez Carrión – la libertad. Donde concluyó El diseño de la vía por ser de bajo volumen de transito se ha determinado una velocidad directriz de 30 Km/h y sus demás parámetros, un ancho de alzada de 6m, un bombeo de 2%, cunetas de 0.40 x 0.75 y alcantarillas de 36°, teniendo en cuenta que tenemos una red vial terciaria.

Cama (2015). Estudio de pre-inversión a nivel de perfil del proyecto mejoramiento de la carretera emp. pe-3n (laguna Sausacocha)-puente pallar- Chagual-Tayabamba-puente Huacrachuco y los ramales puente pallar- Calemar y tayabamba-quiches-emp.pe-12a (dv.sihuas)”. Concluyó que la alternativa más rentable fue: “Construcción de un pavimento básico, que consiste en la colocación de un material (sub-Base) estabilizado con una Asfalto residual (emulsión asfáltica), sobre una plataforma mejorada con material de cantera, con una cobertura asfáltica”.

Municipalidad Distrital de Sartimbamba (2015). Estudio de pre inversión a nivel de perfil del proyecto. creación de la trocha carrozable del centro poblado la victoria – Minaspampa

- distrito de Sartimbamba, provincia de Sánchez Carrión –la libertad”. donde se concluye que: Teniendo en cuenta los indicadores de rentabilidad del proyecto se ha escogido como la alternativa más rentable a la alternativa 1, por su menor riesgo y costo y consiste en: Apertura de carretera (20+489 km), Perfilado y compactado de sub-rasante, colocación de afirmado en capa de 0.25m. Obras de drenaje en construcción de trocha. Se realizarán la construcción de alcantarillas a lo largo de la carretera. Se construirán badenes, señalización en construcción de trocha, se colocarán 20 postes kilométricos. Impacto Ambiental en construcción de trocha se realizará el acondicionamiento del depósito de materiales excedentes y se desarrollará una revegetación de la zona de influencia.

Rubio (2016). En su estudio a nivel de perfil técnico mejoramiento del servicio de transpirabilidad vehicular y peatonal en el centro poblado la victoria, distrito Sartimbamba – Sánchez Carrión - la libertad". Donde concluyó que Los beneficios directamente relacionados con la ejecución del proyecto son: Estimular la economía y desarrollo de los centros industriales, Mejor acceso de locomoción colectiva, Reducción de accidentes peatonales por falta de aceras, Mejora en la accesibilidad a los predios, Contar con Infraestructura Vial de la calle en buen estado con capacidad de rodadura optima, Reducción de la incidencia de enfermedades respiratorias y trasmisibles; al disminuir drásticamente las partículas de polvo en suspensión en la avenida, Aumento del valor de las propiedades beneficiadas por el proyecto y Mejora de la imagen”, se determinó un ancho de calzada de 6 m con una velocidad directriz de 50 km/ h con cunetas de 0.4 x 0.4.

Martínez (2013). En su estudio a nivel de perfil técnico “construcción de la trocha carrozable fustán bajo – Chusgon, distrito de Marcabal – provincia de Sanchez Carrión – la libertad” Se recomienda sensibilizar a la población y autoridades a cerca de las obras de operación y mantenimiento y de esta manera garantizar la sostenibilidad del proyecto.se determino un asfalto flexible de un ancho de calzada de 6m con un bombeo de 1%.

1.3. Teorías relacionadas al tema

En el presente proyecto se ha recopilado información de libros y normativas como el Manual de Carreteras DG -2018 así como conceptos propuestos por autores que se necesitara para el desarrollo del presente proyecto.

Como manera inicial se realiza el levantamiento topográfico la cual será necesaria en el diseño de la carretera para poder plasmar el terreno en un plano, es definida por Alcántara

(2014). como: “Ciencia encargada de determinar las posiciones absolutas y relativas a través de puntos sobre la tierra y así representarlas una porción limitada de la superficie terrestre en un plano, es decir, estudia los métodos que a través de procedimientos realizan mediciones sobre la superficie del terreno y los representa gráficamente o analítica en una escala determinada. la cual será necesaria para saber cómo es el terreno y por donde estará pasando la carretera a diseñar y saber que partes son más llanas y cuales son más accidentadas, con qué pendientes se cuenta y que quebradas pasaran por la carretera para así diseñar sus obras de arte correspondientes.

Para realizar los diferentes diseños manuales de carreteras: Diseño Geométrico del MTC (2018). Para el diseño geométrico de la carretera se necesita saber los criterios técnicos que cuenta este documento normativo el cual está en función a técnicas y parámetros, así como procedimientos para el diseño vial. A través de este manual podemos realizar el diseño geométrico horizontal en el que en el que se tendrá en cuenta si se diseñara curvas simples o compuestas, sobre ancho en las curvas, espirales de transición como también el diseño geométrico vertical en el que se tendrá en cuenta curvas verticales parabólicas y la visibilidad en la carretera así como las pendientes adecuadas para esta, y en el diseño geométrico transversal las secciones y volúmenes de acuerdo a su categoría y nivel de servicio que se aplique para la carretera.

El realizar el estudio de mecánica de suelos el cual nos dará los datos necesarios para aplicar el diseño geométrico de la carretera es necesario el (2014) “Manual de Carreteras, Suelos, Geotecnia y Pavimentos”- Sección: Suelos y Pavimentos (2014). Este documento proporciona criterios homogéneos en pavimentos y suelos que facilitaran el estudio de mecánica de suelos y el diseño de la superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas para así poder obtener un diseño que tenga estabilidad estructural para que tenga un mejor desempeño posible siendo este más eficiente en términos técnico y económico

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013) “Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje (2013)” Documento el cual esta resumido lo más sustancial de procedimientos y guías que servirán para estudio hidrológico el cual se dedica a estudiar las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y a través de este diseñar obras de drenaje superficial y subterráneos de la carretera adecuados a la ubicación de quebradas.

Gómez y Gómez (2013). Evaluación de impacto ambiental, libro el cual define a: “El estudio de Impacto Ambiental: documento de conjunto de estudios y análisis que permiten estimar de forma técnica los efectos que la ejecución de un determinado proyecto puede causar sobre el medio ambiente. Este libro nos ayudara identificar, valorar, prevenir y plantear el seguimiento y control ambiental que debe seguirse en la ejecución del proyecto para de esta manera se busque una finalidad más rentable sin perder de vista el medio ambiente y su importancia mediante indicadores de impacto ambiental.

Costos y Presupuestos - Álvaro Beltrán Rasura (2012). El presupuesto valorativo detallado es aquel presupuesto donde se descompone cada concepto de obra y los precios de cada elemento que constituye el precio unitario se pueden estudiar y analizar tanto desde el punto de vista de su rendimiento, desperdicio y costo.

Beltrán (2012), en su libro de Costos y Presupuestos el cual define qué presupuesto de obra o proyecto es la estimación previa de la cantidad de dinero que se necesitara para realizar el proyecto o la obra. Podemos obtener información del método para realizar la determinación de las cantidades de dinero referenciales necesarias para la carretera.

1.4. Formulación del problema

¿Qué características técnicas debe cumplir el diseño de la carretera tramo San José-Carnamu, distrito de San Gregorio – provincia de San Miguel – Cajamarca?

1.5. Justificación del estudio

Con la realización del proyecto se mejorará el transporte e integración de los caseríos San José - Carnamu, y traerá el crecimiento económico al distrito, a través del comercio de productos agrícolas. También hará el proceso productivo más eficiente con el traslado de los abonos a los caseríos. Por otra parte, permitirá el transporte y acceso a material de construcción donde no se podía llegar antes con facilidad y se logrará menos tiempo de viaje para mejorar la condición de vida de los habitantes. La carretera traerá mayor calidad de vida al permitir que los niños y jóvenes de los caseríos puedan asistir a sus centros educativos. Además, aumentará el trabajo para transportistas, agricultores de la zona, profesionales; con la presencia de vehículos en la zona se realizará el transporte más rápido y eficiente para ir a sus centros de trabajo. Por otro lado, mejorará el tema de la salud en la zona del proyecto al integrarse a otras carreteras, ya que los pobladores podrán trasladarse sin dificultad al centro de salud más cercano donde podrán ser atendidos.

El diseño de la carretera mejorará las vías, ya que se realizará con criterios técnicos apropiados que estarán basados en la norma de Diseño Geométrico de Carreteras DG 2014, con un trazo que tome en cuenta las pendientes, radios de giros, peraltes, ancho de vía, curvas horizontales y verticales, obras hidráulicas y la superficie de rodadura necesaria para lograr su mejor desempeño en beneficio de la sociedad.

El trazo de la carretera se realizará manteniendo la estética del medio ambiente tratando de pasar por caminos de herradura existentes, que al ser pavimentados se reduciría el levantamiento de polvo al pasar. Además, se realizarán las obras de arte y drenaje necesarias para dejar pasar el agua por su curso natural.

1.6. Hipótesis

La hipótesis es implícita y se evidencia con los resultados de los estudios técnicos del proyecto.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Determinar las características técnicas para el diseño de la carretera tramo San José - Carnamu, distrito de San Gregorio – provincia de San Miguel – Cajamarca.

1.7.2. Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento topográfico.
- Realizar el estudio de mecánica de suelos (EMS) para la carretera y cantera.
- Realizar los estudios hidrológicos y diseño de las obras de arte.
- Realizar el estudio de impacto ambiental.
- Elaborar el diseño geométrico de la carretera.
- Elaborar el costo y presupuesto del proyecto.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

El diseño será No Experimental-Transversal descriptivo simple, el cual puede esquematizarse como se presenta:

M ————— O

Dónde:

M: Representa el lugar donde se realizan los estudios.

O: Representa la información obtenida de la muestra.

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1. Variable

Diseño de la carretera tramo San Jose – Carnamu

2.2.2. Dimensiones

Las dimensiones que abarca la variable son seis:

- Levantamiento topográfico,
- Diseño Geométrico,
- Estudio de Mecánica de Suelos,
- Estudio Hidrológico,
- Impacto Ambiental,
- Especificaciones Técnicas y
- Costos y Presupuestos

2.2.3. Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Unidades
MEJORAMIENTO DE CAMINO VECINAL TRAMO CARNAMU- LA BOBEDA, DISTRITO DE SAN GREGORIO – PROVINCIA DE SAN MIGUEL – CAJAMARCA	Levantamiento topográfico	Operaciones de medición efectuadas en el terreo para elaborar su representación gráfica. (Alcantara,2014, p. 3)	Sirve para que el terreno se pueda tener en un plano para así trabajarlo en gabinete	Altimetría	m.s.n.m.
				Ángulos de inclinación del terreno	m/m
				Perfiles longitudinales	Km, m
				Vista en planta y Secciones transversales	m ² , m ³
	Diseño Geométrico	Técnica de ingeniería civil que es resultado de haber aplicado un conjunto de normas y parámetros (Mtc,2013, p. 20)	Sirve para que la carretera no presente problemas y los vehículos puedan circular con la mejor condición posible a su terreno.	Índice medio diario anual(IMDA)	veh/día
				Vehículo de diseño	m
				Tasa de crecimiento	%
				Velocidad de Diseño	Km/h
				Radio de curva	m
				Pendientes	m/m
				Ángulos de deflexión	°
				peralte	%
	Estudio de Mecánica de Suelos	Aplicación de las leyes involucrando a la corteza terrestre para obtener datos característicos de esta.(Mtc,2014, p. 26)	Servirá para obtener resultados que nos brindaran el conocimiento del estado del suelo	Contenido de Humedad	%
				Granulometría	%
				Límites de consistencia	%
				C.B.R.	%
				Peso específico	gr/cm ³
	Estudio Hidrológico y diseño de obras de arte	Ciencia que estudia el comportamiento del agua en un terreno (Mtc,2013, p. 22)	Servirá para la ubicación de las obras de arte	Precipitaciones	mm/día
				Caudal de escorrentía	m ³ /s
				Área de cuenca	m ²
	Impacto Ambiental	Efecto al planeta producido por la actividad del hombre. (gomez,2013, p. 19)	Servirá para medir y establecer medidas de mitigación del impacto al medio ambiente	Impacto	-
	Costos y presupuestos	Cuantificación económica a priori de lo que se tendrá que gastar para desarrollar una actividad. (beltran,2012, p. 14)	Servirá para establecer y proyectarse de cuanto se tendrá q gastar	Metrados	m, m ² , m ³
				Análisis de Costos Unitarios	S/.
Insumos y Presupuesto				S/.	

2.3. Población y muestra

Para este caso el área de influencia que comprende la zona de la carretera tramo San Jose-Carnamu, distrito de San Gregorio – provincia de San Miguel – Cajamarca será tomada como la población muestra.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.4.1. Técnicas

Se utilizará la técnica de la observación.

2.4.2. Instrumentos:

Levantamiento topográfico:

- GPS topográfico
- Prismas
- Wincha
- Calculadora
- Estación total
- Trípode

Estudio de Mecánica de Suelos:

- Balanza
- Horno
- Martillo de prueba de compactación
- Recipientes
- Tamices
- Espátulas
- Prensa de carga CBR
- Molde CBR

2.4.3. Fuentes

- Archivos de la Municipalidad Provincial de San Gregorio
- Manuales de carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.
- Tesis

- Trabajos Similares en la zona
- Información de Senamhi
- Libros
- Internet

2.5. Métodos de análisis de datos

En el análisis de los datos recopilados se utilizó software especializados, como: AutoCAD 2017, AutoCAD Civil 3D 2015, S10 Costos y Presupuesto 2005, Ms Project, Microsoft Office, H canales y ArcGIS, los cuales nos ayudaron a conseguir curvas de nivel del terreno, hacer el cronograma avance del proyecto, el presupuesto y la delimitación de las cuencas aledañas a la carretera

2.6. Aspectos éticos

El proyecto fue realizado con ética en la investigación, el uso de información tomada fue directamente de la zona de estudio o proporcionada por la Municipalidad Distrital de San Gregorio como fuente principal de información y en apoyo al desarrollo del trabajo de investigación ver Anexo A-1, Oficio de apoyo para desarrollar proyecto de tesis. Se usó información de otras fuentes correctamente citadas o reconocidas, que no son parte del producto de la investigación del autor pero que fueron útiles para su desarrollo. Los resultados presentados son producto del procesamiento de la información de la zona de proyecto y utilizando la normativa actual proporcionada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones; y el uso de la tecnología informática.

III. RESULTADOS

3.1. Estudio Topográfico

Como primer estudio se realizó la topografía obteniendo datos que afectará el alineamiento horizontal. Según las clasificaciones que da el Ministerio de Transporte y Comunicaciones a los terrenos se ha tenido en cuenta que la carretera del presente proyecto está ubicada en un terreno accidentado.

3.1.1. Generalidades

Para el diseño de una carretera este depende de la topografía y las características geológicas las cuales son predominantes en la elección de una, Se utilizan las coordenadas UTM del Sistema Geodésico Mundial 1984 (WGS 84). El proyecto se ubica en las zonas 17 M.

La topografía se realizó guiándonos de la trocha carrozable ya existente utilizando el equipo topográfico correspondiente (estación total y prisma), estableciendo así el posible trazo de la de ruta considerando las pendientes mínimas y máximas, tipo de suelo de la zona, zonas de escurriendo de agua, ubicación de obras de arte, etc., además se ubicó y marco en el terreno los puntos iniciales y finales en el área que se realizó el levantamiento topográfico del terreno, estos datos servirán para realizar el mejoramiento de la trocha carrozable que reúna las mejores condiciones técnicas y económicas que exige todo proyecto.

3.1.2. Ubicación

El estudio topográfico del presente proyecto se realizó en el camino existente que unen los caseríos San José, Carnamu ubicados en el distrito de San Gregorio, Provincia de San Miguel, Departamento de Cajamarca.

TRAMO	PUNTO	ESTE	NORTE	ALTITUD
San José - Carnamu	INICIO	706853.224	9209970.075	804.929
	FINAL	707775.188	9213020.039	962.620

3.1.3. Reconocimiento de la zona

De manera inicial se realizó un viaje por todo el camino vecinal de tal manera de ir estableciendo los posibles puntos de estación luego se trasladó al personal de apoyo y los equipos topográficos con un vehículo particular.

El camino vecinal se encuentra en un terreno accidentado en su mayoría el cual está cubierto por vegetación y cultivos de los pobladores

También se ubicó una cantera de afirmado el cual será utilizado en la ejecución del proyecto.

Para este estudio se determinó:

- a. El tipo de terreno, la pendiente crítica que es de 10% y las zonas de difícil acceso.
- b. Se determinó los puntos de BMs de la zona cada 500m
- c. Coordenadas trabajadas bajo UTM zona 17M

3.1.4. Metodología de trabajo

3.1.4.1. Personal

01 Topógrafo

02 Asistente de Topógrafo

02 Pobladores

3.1.4.2. Equipos

01 estación Total Topcon

01 trípode para estación Total

04 prismas

01 GPS Navegador GARMIN con precisión de 8m a 10m

01 wincha de Lona de 50 m.

04 radios

3.1.4.3. Materiales

- Pintura
- Brochas
- Spray rojo
- Libretas de campo
- Correctores

3.1.5. Procedimiento

3.1.5.1. Levantamiento topográfico de la zona

Después del reconocimiento se realizó el levantamiento topográfico para determinar la geometría del terreno y así poder determinar un nuevo trazo

Este se realizó marcando los puntos del eje de la trocha carrozable con distancias a cada 20.00 metros y en curvas cerradas o de volteo a cada 10.00 metros.

Tuvo una duración de cinco (07) días. Teniendo la información necesaria del trabajo en campo, se procederá a realizar los trabajos en gabinete.

3.1.5.2. Puntos de georreferenciación

En la realización de los trabajos de topografía se tomó coordenadas para georreferenciar; siendo éstas un BM1 y E1:

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACION
E-1	706853.224	9209970.075	804.929
BM-1	706788.646	9209978.839	804.602

3.1.5.3. Puntos de estación

Los puntos de estación fueron ubicados estratégicamente de manera que se obtenga la mayor cantidad de puntos posibles. Se obtuvieron 17 puntos de estación.

3.1.5.4. Toma de detalles y rellenos topográficos

Se utilizó una libreta de campo donde se anotó las coordenadas del BM y también se realizó un croquis anotando los puntos de quebrada y de obras de arte. En tramos que se evidenciaba que la pendiente era mayor a la permitida se tomaron más puntos para aumentar el desarrollo de la carretera y poder bajar gradualmente la pendiente en estos tramos.

3.1.5.5. Códigos utilizados en el levantamiento topográfico

- Carretera : C
- Terreno Natural : TN
- Casa : CS
- Quebrada : QUE
- Estaciones : E - #
- Proy. Baden : BAD
- Proy. Alcantarilla : A

3.1.6. Trabajo de gabinete

Son los trabajos que se realizan en escritorio con la computadora con la finalidad de realizar el plano topográfico

3.1.6.1. Procesamiento de la información de campo y dibujo de planos

➤ Procesamiento de Datos

Los datos recopilados en campo son ingresados a un archivo Excel, el cual guarda la información de cada uno de los puntos con sus respectivas coordenadas y elevaciones.

Se ordeno los datos de coordenadas UTM y estos puntos se importan al software del AutoCAD Civil 3D, y se ha procedido a:

- Exportación de Puntos al programa Civil 3d 2018.
- Se creó los diferentes grupos de puntos según código.
- Se creó la superficie con el grupo de todos los puntos, con curvas de nivel a cada 1m las menores y 5m las mayores
- Se colocó las etiquetas respectivas a las estaciones, alcantarillas, carretera, etc.
- Se dibujó las trochas existentes y las casas a lo largo de estas.
- Se determinó la pendiente transversal de los tramos en estudio para determinar la topografía de cada tramo.

➤ Curvas De Nivel

Las curvas de nivel de este proyecto tienen una equidistancia de 1 metro, las cuales determinan las elevaciones del terreno natural, esto permite conocer el relieve que presenta. Las curvas generadas solo se limitan al área del interés del trazo de la vía.

3.2. Estudio de mecánica de suelos y cantera

3.2.1. Estudio de suelos

3.2.1.1. Alcance

El estudio de suelos a desarrollar solo tiene alcance para el proyecto: “Mejoramiento de camino vecinal tramo san José - Carnamu, distrito de San Gregorio – provincia de san miguel – Cajamarca” puesto que los resultados solo son válidos para dicha zona de estudio.

3.2.1.2. Objetivos

Determinar las características tanto físicas como mecánicas de cada estrato de terreno a lo largo de la vía a diseñar.

3.2.1.3. Descripción del proyecto

a) Nombre Del Proyecto

“Mejoramiento de camino vecinal tramo san José - Carnamu, distrito de San Gregorio – provincia de San Miguel – Cajamarca”

b) Descripción De La Vía

Se realiza un análisis de la condición actual de la vía, el cual se muestra a continuación:

- El tramo de la vía inicia en el pueblo de Cruce Mirador, este pueblo se encuentra a nivel de afirmado, y el ancho de su vía es en promedio de 4 m a 4.50 m, en zonas de curva el ancho incrementa de 5.00 m a 6.00 m, por lo que requerirá una ampliación de vía.
- Toda la vía tiene una longitud de 4 Km + 647 m., parte de ella se encuentra en mal estado, observándose baches y hundimientos, esto afecta considerablemente el transporte.
- La vía no presenta cunetas, por lo que no existe un drenaje para las aguas superficiales.

3.2.1.4. Descripción de los trabajos

➤ Metodología

Para realizar el estudio de suelos del presente proyecto es necesario primero reconocer la vía en campo, para luego establecer los puntos de las calicatas. Las calicatas tendrán una profundidad de 1.50 metros y estarán ubicadas a cada 1 kilómetro de distancia.

Luego de extraer el material de cada estrato de suelo de las calicatas se procede a analizar las muestras en el laboratorio de suelo. Los resultados se obtendrán de manera escrita e ilustrada.

➤ Número y ubicación de calicatas

Las calicatas se ubicaron a un costado del tramo de vía, a cada kilómetro de distancia. Las dimensiones fueron de 1.20 x 1.00 m y su profundidad fue de 1.50 m como mínimo. De cada calicata se extrae una muestra representativa por estrato que presente. Cada parámetro se siguió de acuerdo al Manual de Carreteras: “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos”.

a) Número de Calicatas:

Se realizó 6 calicatas. La descripción de cada una de ellas fue desde C – 1 hasta C – 6.

b) Ubicación de calicatas:

Se ubicaron en puntos claves y de fácil acceso para realizar las excavaciones, manteniendo la distancia de 1 km una de otra a lo largo de toda la vía.

Tabla 1 - Número de calicatas para la exploración

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Nº mín. de calicatas
Carreteras de Bajo Volumen de Transito: Carreteras con un IMDA \leq 200veh/día, de una calzada	1.50m respecto al nivel de Subrasante del proyecto	1 calicata x km

Fuente: Manual de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.
Sección: Suelos y pavimentos.

Tabla 2 - Número de CBR para exploración de suelos

Tipo de Carretera	Nº Mr y CBR
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: Carreteras con un IMDA \leq 200veh/día, de una calzada	Cada 3 km se realizará un CBR

Fuente: Manual de Carreteras. Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.
Sección: Suelos y pavimentos.

Investigación de campo

Se efectuó en el mes de noviembre del 2017, y se puede resumir en los siguientes párrafos:

- Se realizaron 06 excavaciones (calicatas). De cada una de ellas se observó un solo estrato y se extrajo de cada uno una muestra de suelo para su análisis en el laboratorio.
- Cada muestra de suelo de las calicatas fue nombrada de forma alfanumérica desde el C – 01 al C – 06.
- En las calicatas realizadas no se encontró agua a profundidad.

Tabla 3. Relación de calicatas elaboradas

CALICATA	PROGRESIVA	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	PROFUNDIDAD
C-0	0+000	Derecho	M-1	1.50
C-1	1+000	Izquierdo	M-1	1.50
C-2	2+000	Izquierdo	M-1	1.50
C-3	3+000	Derecho	M-1	1.50
C-4	4+000	Izquierdo	M-1	1.50
C-5	5+000	Derecho	M-1	1.50

Fuente: Elaboración Propia.

➤ Ensayos de laboratorio

Los ensayos que se realizaron para este proyecto se tomaron del Manual de Ensayos de Materiales EM – 2000. Estos ensayos determinan las características físicas y mecánicas del suelo en estudio, a continuación, se muestran aquellos ensayos realizados:

Propiedades físicas

Estos ensayos determinan la clasificación de las muestras de suelo según sus propiedades físicas.

Los ensayos que determinan estas propiedades son los siguientes:

- Ensayo de Contenido de Humedad (ASTM D– 2216): El ensayo determina el contenido de humedad del suelo.
- Ensayo de Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D – 421): Este ensayo clasifica según el tamaño de sus partículas al suelo, distribuyéndolo por su tamaño. Se utilizan tamices con aberturas diferentes.
- Ensayo de Límite Líquido (ASTM D – 4318) y Límite Plástico (ASTM D - 4318): Mientras que con el límite líquido se determina el contenido de humedad, con el límite plástico se determina la humedad más baja al formarse barritas sin que se agrieten.

Propiedades mecánicas

Estos ensayos permiten conocer la resistencia portante de los suelos frente a una carga actuante, estos ensayos son:

- Ensayo de Proctor Modificado (ASTM – 1557): Con este ensay se determina el óptimo contenido de humedad de un suelo a través de una compactación. De esta forma se conoce su resistencia al esfuerzo de corte, compresibilidad o permeabilidad.
- California Bearing Ratio – CBR (ASTM D-1883): Este ensayo, utilizado para carreteras, determina la capacidad portante del suelo al ser compactado.

Tabla 4. Estudios realizados de Mecánica de Suelos

N°	Nombre del Ensayo	Und	C-0	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
1	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	5.54	7.58	7.63	4.09	6.74	10.27
2	LÍMITE LÍQUIDO	%	40	26	27	25	NP	NP
3	LÍMITE PLÁSTICO	%	20	16	15	17	NP	NP
4	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	%	20	10	12	8	NP	NP
5	CLASIFICACIÓN SUCS		GC	CL	CL	GC	SM	SM
6	CLASIFICACIÓN AASHTO		A-2-6 (1)	A-4 (6)	A-6 (6)	A-2-4 (0)	A-4 (0)	A-4 (0)

Fuente: Elaboración Propia

N°	CBR	Und	C-2	C-5
1	Máxima Densidad Seca al 100%	gr/cm ³	1.943	1.990
2	Máxima Densidad Seca al 95%	gr/cm ³	1.846	1.890
3	Óptimo Contenido de Humedad	%	17.17	8.62
4	CBR al 100 %	%	16.96	47.76
5	CBR al 95 %	%	11.92	38.62

Fuente: Datos de Análisis de Estudio de Suelos

Resultados

El suelo es una **grava limosa con arena**, con índices de plasticidad promedio de **10%** indicando un suelo de plasticidad entre baja y media. La humedad promedio es de **7%** menor que la humedad óptima para compactación. Según al índice de grupo (**0, 1 y 6**) se tiene un suelo bueno en gran parte.

El CBR promedio al 100% es de **32.36%**, determinando que se cuenta con un suelo muy resistente con buena calidad y capacidad.

3.2.2. Estudio de cantera

3.2.2.1. Identificación de cantera

A lo largo del tramo se identificó la cantera, del cual se tomó una muestra en la cantera, pues las propiedades físicas de resistencia y compactación de los materiales de esta cantera son adecuadas.

La disponibilidad de la cantera es libre y tiene un acceso para el ingreso y transporte; el material es suelto y no necesita el empleo de explosivos para su extracción, solo una trituración y zarandeo. La ubicación es cercana al área de trabajo y cumple con la cantidad y calidad.

Ubicación y Características

La cantera se ubica en el Km 01 al lado derecho, a 400 metros (abajo). Cuenta con material de Grava 1" y 3/4", arena gruesa, con un volumen de 20 000 m³, este material es utilizado en Base Granular, sello asfáltico y Sub Base.

N°	Nombre del Ensayo	Und	C-X
1	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.63
2	LÍMITE LÍQUIDO	%	NP
3	LÍMITE PLÁSTICO	%	NP
4	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	%	NP
5	CLASIFICACIÓN SUCS		GM
6	CLASIFICACIÓN AASHTO		A-1-b (0)

Fuente: Datos de Análisis de Estudio de Suelos

N°	CBR	Und	C-X
1	Máxima Densidad Seca al 100%	gr/cm ³	2.009
2	Máxima Densidad Seca al 95%	gr/cm ³	1.908
3	Optimo Contenido de Humedad	%	9.11
4	CBR al 100 %	%	73.25
5	CBR al 95 %	%	52.06

Fuente: Datos de Análisis de Estudio de Suelos

El suelo es un **material granular**, fragmentos de roca, grava y arena. No presenta índice de Plasticidad. La humedad es de **0.63%** menor a la humedad óptima para compactación. Según al índice de grupo (**0**) se tiene un suelo muy bueno.

El CBR al 100% es de **73.25%**, determinando que se cuenta con un suelo muy resistente de buena calidad y capacidad.

3.3. Estudio hidrológico y obras de arte

3.3.1. Hidrología

3.3.1.1. Generalidades

La carretera actualmente no posee obras de drenaje para desviar el flujo de las precipitaciones, por lo que su deterioro es evidente. Para evitar el deterioro de esta carretera se diseñará obras de drenaje que garanticen la evacuación de las precipitaciones y que mantengan en buen estado dicha vía.

La hidrología, a partir del análisis de la información hidrológica y meteorológica del lugar en estudio, nos permite estimar los caudales para el diseño del sistema de drenaje de la carretera, superficial y subterránea. En una vía las obras de drenaje tiene por finalidad mantener la estabilidad de la superficie y plataforma de la calzada, como también la de restaurar las características de la conducción de aguas, que serían modificadas por la construcción de la obra.

Drenaje Superficial

El drenaje superficial tiene como finalidad alejar las aguas de la carretera para evitar el impacto negativo de las mismas sobre su estabilidad, durabilidad y transitabilidad. Por lo cual el diseño hidráulico determina la sección adecuada de las obras de arte, permitiendo el paso libre del flujo y lo evacuación de la calzada. El drenaje superficial debe brindar soluciones técnicas debidamente justificadas, su construcción y mantenimiento no deben ser costosas.

El flujo de las precipitaciones acumuladas, considerando el periodo de retorno y el riesgo de obstrucción, no debe producir daños por sedimentación ni erosión y debe mantener un borde libre no menor a 25% de su altura, aun cuando se esté en épocas de máximas avenidas. Las obras de drenaje se deben diseñar con la finalidad de conducir y eliminar adecuadamente las acumulaciones pluviales, evitando la elevación del cauce previsto en el diseño que puedan generar daños catastróficos a propiedades de terceros.

Riesgo de Obstrucción

El funcionamiento de las obras de drenaje superficial, pueden verse alteradas por su obstrucción debida a cuerpos arrastrados por la corriente. Un diseño apropiado con un factor de seguridad y también con la conservación y mantenimiento, lo evitaría.

El riesgo de obstrucción puede clasificarse en las siguientes categorías:

- **Riesgo Alto:** conducción de cuerpos grandes y/o árboles.
- **Riesgo Medio:** conducción de cañas, arbustos, ramas y cosas de tamaños similares.
- **Riesgo Bajo:** No hay conducción de objetos que puedan obstruir el desagüe.

Para el diseño de los elementos se consideró un riesgo **BAJO**.

3.3.1.2. Objetivos del estudio

- Identificar la estación pluviométrica más cercana.
- Recopilar la información cartográfica y los datos hidrometeorológicos.
- Analizar la información recopilada.
- Determinar el periodo de retorno para las diferentes obras de arte.
- Delimitar las cuencas.
- Cálculo de las descargas máximas.

3.3.1.3. Estudios hidrológicos

Periodo de Retorno

Para calcular el período de retorno para el diseño de una obra, es preciso considerar la vida útil y el riesgo de falla admisible que depende de factores económicos, sociales y técnicos. El riesgo admisible está dado por la siguiente fórmula:

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

Donde “T” es el periodo de Retorno y “n” es la vida útil en años. Si a la fórmula anterior se le asigna un valor de riesgo admisible y la vida útil de la estructura se puede calcular el periodo de Retorno.

En el proyecto se tiene tres obras de drenaje; un badén, alcantarillas de alivio y cunetas, para determinar el periodo de retorno de cada una de ellas determinaremos el riesgo

admisible y su vida útil. Se considerará un riesgo admisible máximo para cada tipo de estructura según la tabla 5.

Vida Útil considerado (n)

- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
- Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
- Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
- Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.

Tabla 5 - Valores Máximos Recomendados de Riesgo Admisible

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (%)
Puentes	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso de quebradas menores y descarga de agua de cunetas (Cuenca de Drenaje pobre inferiores a 0.5 Km)	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

Fuente: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, MTC.

Riesgo Admisible (R)

- Baden: 30%
- Alcantarillas: 35%
- Cunetas: 40%

Vida Útil (n):

- Baden n= 25 años.
- Alcantarillas n= 15 años.
- Cunetas n= 15 años

Para el cálculo del Periodo de Retorno que se utilizó en el diseño de las estructuras, se reemplazó los datos en la fórmula de riesgo y despejando el periodo de retorno T se obtuvo:

- Baden T= 77 años.
- Alcantarillas T= 40 años.
- Cunetas T= 34 años

3.3.2. Información hidrometeorológica y cartográfica

3.3.2.1. Información pluviométrica

La información hidrológica y meteorológica a utilizar en el estudio ha sido adquirida del Servicio Nacional de Meteorología e hidrología (SENAMHI). La estación hidrometeorológica más cercana al lugar de proyecto está ubicada en la ciudad de Unión Agua Blanca, del cual se obtuvo los datos. Para que los resultados sean confiables se contó con 30 años de registro, esta información nos ayudó a predecir los futuros eventos.

3.3.2.2. Precipitaciones máximas en 24 horas

Del anexo 1 se tomó las precipitaciones máximas.

Tabla 6 - Precipitaciones Máximas Anuales

AÑO	PRECIPITACION MAX. 24
	mm
1984	47.5
1985	44.5
1986	23.4
1987	42.6
1988	25.2
1989	37.0
1990	22.0
1992	38.3
1993	74.7
1994	65.3
1995	42.6
1996	53.6
1997	52.4
1998	78.6
1999	33.0
2000	22.6
2001	74.4
2002	65.7
2003	20.6
2004	35.0
2005	34.7
2006	38.7
2007	24.4
2008	61.7
2009	24.3
2010	44.5
2011	26.1
2012	42.0
2013	44.0
2014	32.3

Fuente: SENHAMI

3.3.2.3. Análisis estadísticos de datos hidrológicos

Análisis de frecuencia de la precipitación máxima en 24 horas

La finalidad de este análisis es estimar las precipitaciones máximas para períodos de retorno diferentes mediante la aplicación de modelos probabilísticos. Se utilizó las siguientes funciones de distribución de probabilidad teóricas:

- i. Distribución Normal
- ii. Distribución Log Normal 2 parámetros
- iii. Distribución Log Normal 3 parámetros
- iv. Distribución Gamma 2 parámetros
- v. Distribución Gamma 3 parámetros
- vi. Distribución Log Pearson tipo III
- vii. Distribución Gumbel
- viii. Distribución Log Gumbel

El software HIDRO-ESTA, elaborado por el Ing. Máximo Villón, nos permitió realizar los cálculos y el análisis de la información, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 7 - Distribución de Probabilidades

T (años)	Normal	LogNorm 2	LogNorm 3	Gamma 2	Gamma 3	Gumbel	Log Gumbel
500	91.09	123.01	120.07	104.26	105.14	116.75	224.35
200	85.98	109.12	106.83	95.80	96.73	104.64	168.94
100	81.76	98.84	97.01	89.10	90.05	95.46	136.26
50	77.15	88.72	87.30	82.09	83.04	86.25	109.81
25	72.02	78.68	77.64	74.71	75.62	76.97	88.36
10	64.08	65.32	64.73	64.14	64.93	64.46	65.91
5	56.63	54.86	54.57	55.14	55.77	54.56	52.27
2	42.39	39.30	39.34	40.32	40.45	39.61	36.82
delta tab	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483	0.2483
delta teo	0.1278	0.1072	0.1113	0.1077	0.0940	0.1129	0.1370

Se trabajó con la distribución Gamma 3 por presentar el delta teórico más menor, resultando estas como las precipitaciones máximas para diferentes periodos de retorno desde 2 a 500 años.

3.3.2.4. Curvas de intensidad – Duración – Frecuencia

Intensidad de Precipitación Máxima.

El modelo de Frederick Bell permite calcular la lluvia máxima asociada a un periodo de retorno y una duración de tormenta, usando como valor índice la lluvia de una hora de duración y 10 años de periodo de retorno. La fórmula es la siguiente:

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

Dónde:

- t : Duración en minutos.
- T : Periodo de Retorno en años.
- P_t^T : Precipitación en t minutos con periodo de retorno de T años.
- P_{60}^{10} : Precipitación en 60 minutos con periodo de retorno de 10 años

Relación válida para duraciones de lluvia (t) comprendidas entre 5 y 120 minutos y periodos de retorno entre 2 y 100 años.

El valor de P_{60}^{10} , se calculó con el modelo de Yance Tueros. Con la precipitación máxima de 24 horas con un periodo de retorno de 10 años.

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

Dónde:

- $a = 0.4602$
- $b = 0.8760$
- $P_{24} = 48.40\text{mm}$

$$I = 17.81\text{mm} = P_{60}^{10}$$

Aplicando la fórmula para diferentes D y T, se tuvo:

Tabla 8 - Lluvias Máximas

T años	Pp. Máx 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
500	105.14	9.99	14.96	18.29	20.87	24.83	32.60
200	96.73	8.94	13.38	16.36	18.67	22.21	29.16
100	90.05	8.14	12.19	14.90	17.00	20.23	26.56
50	83.04	7.35	11.00	13.44	15.34	18.25	23.96
25	75.62	6.55	9.80	11.99	13.67	16.27	21.36
10	64.93	5.50	8.23	10.06	11.47	13.65	17.92
5	55.77	4.70	7.03	8.60	9.81	11.67	15.32
2	40.45	3.64	5.46	6.67	7.61	9.05	11.89

Tabla 9 - Intensidades Máximas (mm/hr)

T años	Pp. Máx 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
500	105.14	119.93	89.76	73.16	62.60	49.65	32.60
200	96.73	107.29	80.30	65.45	56.00	44.42	29.16
100	90.05	97.72	73.14	59.61	51.01	40.46	26.56
50	83.04	88.16	65.98	53.78	46.01	36.50	23.96
25	75.62	78.59	58.82	47.94	41.02	32.54	21.36
10	64.93	65.95	49.36	40.23	34.42	27.30	17.92
5	55.77	56.38	42.20	34.39	29.43	23.34	15.32
2	40.45	43.74	32.73	26.68	22.83	18.11	11.89

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se calcularon con la siguiente relación:

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

Dónde:

- I = Intensidad máxima (mm/h)
- K, m, n = factores característicos de la zona de estudio
- T = período de retorno en años
- t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Si se toman los logaritmos de la ecuación anterior se obtiene:

$$\text{Log}(I) = \text{Log}(K) + m \text{Log}(T) - n \text{Log}(t)$$

O bien:

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$$

Dónde:

$$\begin{aligned}
 Y &= \text{Log } (I), & a_0 &= \text{Log } K \\
 X_1 &= \text{Log } (T) & a_1 &= m \\
 X_2 &= \text{Log } (t) & a_2 &= -n
 \end{aligned}$$

Los factores de K, m, n, se obtienen a partir de las intensidades máximas calculadas anteriormente, mediante regresión múltiple.

RESULTADO DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Constante	2.0131745	Log K =	2.0131745	K=	103.08
Err. Estándar de est. Y	0.02605022			m=	0.179
R Cuadrado	0.98725567			n=	0.527
Núm. De observaciones	48				
Grado de libertad	45				
Coficiente(s) X	0.17941583 -0.52682157	Dónde:	T = años	$I = \frac{103.08xT^{0.179}}{t^{0.527}}$	
Error estándar de coef.	0.00490179 0.01097735		t = minutos		

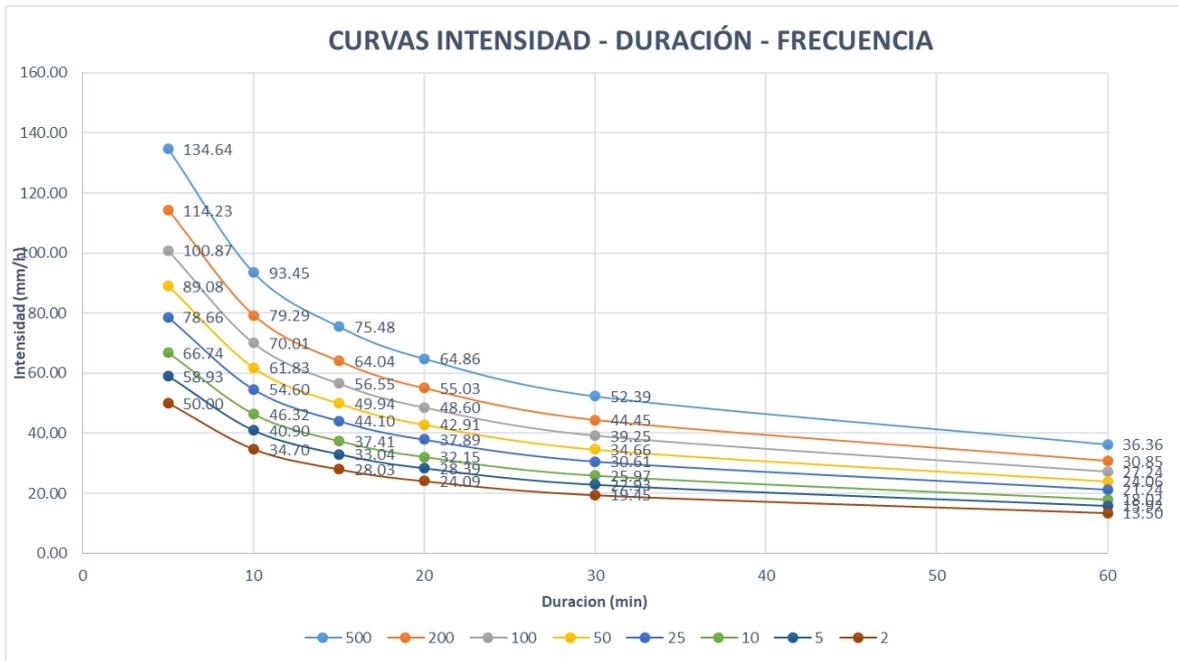
Reemplazando los valores obtenidos, la fórmula de Intensidad Máxima de Diseño (mm/hr) a utilizar para el cálculo final es la siguiente:

$$I = \frac{103.08xT^{0.179}}{t^{0.527}}$$

Tabla 10 - Intensidades Máximas de Diseño

T años	Pp. Máx 24 horas	Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
500	105.14	119.93	89.76	73.16	62.60	49.65	32.60
200	96.73	107.29	80.30	65.45	56.00	44.42	29.16
100	90.05	97.72	73.14	59.61	51.01	40.46	26.56
50	83.04	88.16	65.98	53.78	46.01	36.50	23.96
25	75.62	78.59	58.82	47.94	41.02	32.54	21.36
10	64.93	65.95	49.36	40.23	34.42	27.30	17.92
5	55.77	56.38	42.20	34.39	29.43	23.34	15.32
2	40.45	43.74	32.73	26.68	22.83	18.11	11.89

Imagen 1 – Curvas Intensidad – Duración - Frecuencia



3.3.2.5. Tiempo de concentración

Se determinó a partir de las características de la cuenca con las fórmulas de la tabla 11.

Tabla 11 – Formulas para Tiempo de Concentración

MÉTODO Y FECHA	FÓRMULA PARA t_c (minutos)	OBSERVACIONES
Kirpich (1940)	$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$ <p>L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida, m. S = pendiente promedio de la cuenca, m/m</p>	Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto se debe multiplicar t_c por 0.4; para canales de concreto se debe multiplicar por 0.2; no se debe hacer ningún ajuste para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$ <p>L = longitud del curso de agua más largo, m. H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida, m.</p>	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.

Fuente: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, MTC.

3.3.2.6. Cálculos de caudales

Método Racional:

El método Racional estima el caudal máximo a partir de la precipitación, con un el coeficiente C (coeficiente de escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Este método es válido para cuencas con un área menor a 10 Km².

$$Q = \frac{C I A}{3.6}$$

Dónde:

Q: Descarga máxima del diseño m³/s.

C: Coeficiente de escorrentía.

I: Intensidad de la precipitación pluvial máxima en mm/h.

A: Área de la cuenca en km².

- Coeficiente de Escorrentía

El coeficiente de C se determinó con el anexo 2.

- Intensidad de la precipitacion:

Se utilizó la siguiente formula para Intensidad Máxima de Diseño.

$$I = \frac{103.08xT^{0.179}}{t^{0.527}}$$

- Área de la cuenca

Es el área de la cuenca en km² de la obra de arte. Para el cálculo de cunetas, se consideró un ancho tributario de 0.100 Km multiplicado por la longitud de tramo que se diseñó. En región seca o poco lluviosa la longitud de las cunetas será de 250 m. como máximo. Las longitudes de recorridos mayores deberán justificarse técnicamente.

3.3.3. Hidráulica y drenaje

Drenaje Transversal de la carretera

En el drenaje transversal se consideró el diseño solo de alcantarillas, para estos elementos se determinó una sección hidráulica óptima para un flujo libre del agua.

Cuencas hidrográficas

Según el estudio realizado se identificó 5 cuencas que interceptan el alineamiento, para alcantarillas.

CUENCA	PERÍMETRO (km)	ÁREA (km ²)	LONGITUD (m)	PENDIENTE (m/m)
1.00	1.19	0.070	521	0.10
2.00	1.83	0.202	734	0.21
3.00	2.63	0.423	1017	0.22
4.00	3.98	0.870	1656	0.22
5.00	4.19	0.844	1890	0.23

Drenaje Longitudinal de la carretera

Para el drenaje longitudinal se proyectó el diseño de cunetas, las cuales evacuarán el agua que fluye de los taludes superiores y de la superficie de la calzada. Se consideró como velocidad máxima para cunetas revestidas de concreto, 4.50 - 6.00m/s.

3.3.3.1. Diseño de cunetas

Se consideró una sección triangular para el diseño de las cunetas, con inclinación máxima del talud interior (1:Z₁) según velocidad e Índice Medio Diario Anual.

Tabla 12 – Inclinaciones Máximas del Talud (V:H) interior de la cuneta

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

Fuente: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, MTC.

Para el tramo fue de 1:2 a 1:3. La inclinación del talud exterior de la cuneta (V/H) (1:Z₂) se consideró la inclinación del talud de corte (1:0.5).

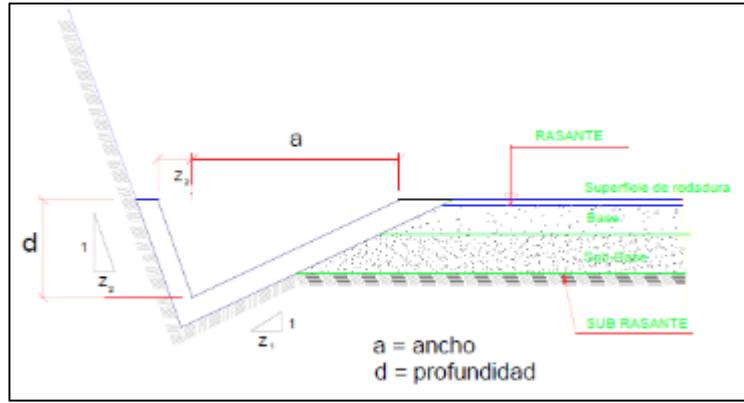


Imagen 2 - Sección Típica de Cuneta triangular
Fuente: Hidrología, Hidráulica y Drenaje, MTC.

Las dimensiones mínimas de la cuneta se determinaron según la región y la intensidad de lluvia, para el distrito del proyecto es Lluviosa (900mm/año) aproximadamente.

Tabla 13 - Dimensiones mínimas de la sección de la cuneta

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

Las dimensiones mínimas consideradas son **H = 0.30m** y **L = 0.75m**.

Caudal Q de aporte

Para calcular el caudal de diseño se utilizó el método racional. La fórmula utilizada fue:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3.6}$$

Dónde:

- Q : Caudal en m³/s
- C : Coeficiente de escurrimiento
- I : Intensidad de la lluvia de diseño en mm/h
- A : Área aportante en Km²

El coeficiente de escorrentía se determinó para el talud de corte y para la carpeta de rodadura con el anexo 2.

Tabla 14 - Coeficiente de Escurrimiento para el diseño de Cunetas

SUPERFICIE	C
TALUD DE CORTE	0.50
CARPETA DE RODADURA	0.85

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje - MTC

La intensidad de la precipitación:

OBRA DE DRENAJE	PERIODO DE RETORNO (años)	TIEMPO DE CONCETRACIÓN (min)	INTENSIDAD (mm/hr)
CUNETAS	34	10	44.52

Para el área se consideró un ancho tributario multiplicado por la longitud del tramo en km.

SUPERFICIE	Ancho (km)
TALUD DE CORTE	0.1000
CARPETA DE RODADURA (Carril + Berma)	0.0035

Con los datos anteriores y con la fórmula del método racional se tuvo los siguientes resultados:

DESCRIPCIÓN	PROGRESIVAS		Q1 (talud) m3/seg	Q2 (calzada) m3/seg	Q TOTAL Q1+Q2 (m3/seg)
	DESDE	HASTA			
CUNETAS 1	Km 00+ 000	Km 00+ 200	0.124	0.007	0.131
CUNETAS 2	Km 00+ 200	Km 00+ 590	0.241	0.014	0.256
CUNETAS 3	Km 00+ 590	Km 00+ 980	0.241	0.014	0.256
CUNETAS 4	Km 00+ 980	Km 01+ 260	0.173	0.010	0.184
CUNETAS 5	Km 01+ 260	Km 01+ 500	0.149	0.009	0.157
CUNETAS 6	Km 01+ 500	Km 01+ 830	0.204	0.012	0.216
CUNETAS 7	Km 01+ 830	Km 02+ 025	0.121	0.007	0.128
CUNETAS 8	Km 02+ 025	Km 02+ 190	0.102	0.006	0.108
CUNETAS 9	Km 02+ 190	Km 02+ 815	0.387	0.023	0.410
CUNETAS 10	Km 02+ 815	Km 03+ 440	0.387	0.023	0.410
CUNETAS 11	Km 03+ 440	Km 03+ 990	0.340	0.020	0.361
CUNETAS 12	Km 03+ 990	Km 04+ 540	0.340	0.020	0.361
CUNETAS 13	Km 04+ 540	Km 04+ 647	0.066	0.004	0.070

Con estos caudales se realizó el diseño para cada cuneta en el tramo.

Capacidad de las cunetas

Se utilizó la ecuación de Manning para el diseño hidráulico de cada cuneta.

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

Dónde:

- Q: Caudal (m³/seg)
- V: Velocidad media (m/s)
- A: Área de la sección (m²)
- P: Perímetro mojado (m)
- R_h: Radio hidráulico (m) (área de la sección entre el perímetro mojado).
- S: Pendiente del fondo (m/m)
- n: Coeficiente de rugosidad de Manning

El Coeficiente Manning se determinó con la tabla del anexo 3. Para canal revestido de concreto “n”, **0.015**.

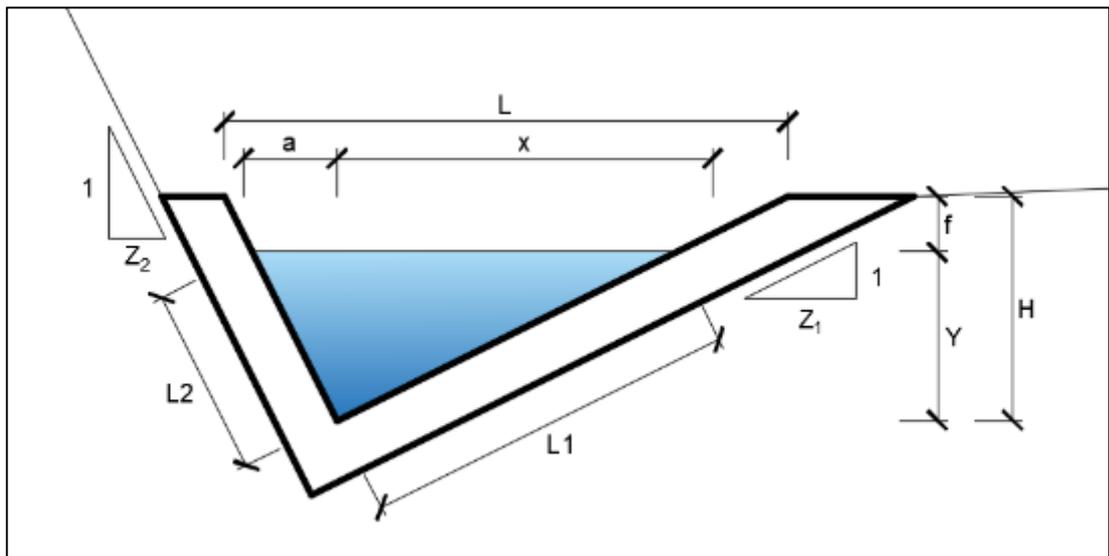


Imagen 3 - Dimensiones de Cuneta Revestida
Fuente: Elaboración Propia

- ✓ Borde libre: $f = 0.25H$
- ✓ Área Hidráulica: $A = 0.5Y(x + a)$
- ✓ Perímetro Mojado: $P = L_1 + L_2$
- ✓ Radio Hidráulico: $R = A/P$

Los resultados fueron los siguientes:

DESCRIPCIÓN	Q TOTAL Q1+Q2 (m3/seg)	Q HIDRAÚLICO SEGÚN PENDIENTE (m3/seg)	PENDIENTE (m/m)	DIMENSIONES DE CUNETAS
CUNETAS 1	0.131	0.137	0.0208	0.3x0.85m
CUNETAS 2	0.256	0.258	0.0218	0.4x1m
CUNETAS 3	0.256	0.258	0.0218	0.4x1m
CUNETAS 4	0.184	0.309	0.0311	0.4x1m
CUNETAS 5	0.157	0.267	0.0233	0.4x1m
CUNETAS 6	0.216	0.267	0.0233	0.4x1m
CUNETAS 7	0.128	0.130	0.0055	0.4x1m
CUNETAS 8	0.108	0.130	0.0055	0.4x1m
CUNETAS 9	0.410	0.410	0.0549	0.4x1m
CUNETAS 10	0.410	0.410	0.0549	0.4x1m
CUNETAS 11	0.361	0.410	0.0549	0.4x1m
CUNETAS 12	0.361	0.410	0.0549	0.4x1m
CUNETAS 13	0.070	0.187	0.0549	0.3x0.75m

3.3.3.2. Diseño de alcantarilla

Se diseñó alcantarillas de paso y de alivio de sección circular de material de acero corrugado (TMC).

Tabla 15 - Diámetros de Alcantarillas

DIAMETRO		DESARROLLO	SECCION	PERIMETRO	ESPESOR	H _n	AR _s ^{2/3}
mm.	plg.	pi	(m ²)	(m)	(mm.)	(m)	
600	24	6	0,283	1,885	2,00	0,563	0,086
800	32	8	0,503	2,513	2,00	0,750	0,185
900	36	9	0,636	2,827	2,00	0,844	0,253
1000	40	10	0,785	3,142	2,50	0,938	0,335
1200	48	12	1,131	3,770	2,50	1,126	0,545
1500	60	15	1,767	4,712	3,00	1,407	0,988
1800	72	18	2,545	5,655	3,50	1,688	1,607
2000	80	20	3,142	6,283	3,50	1,876	2,129

Alcantarillas de Paso

El caudal se calculó con el método racional. La fórmula utilizada fue:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3.6}$$

Donde:

- Q : Caudal en m³/s
- C : Coeficiente de escurrimiento
- I : Intensidad de la lluvia de diseño en mm/h
- A : Área aportante en Km²

El coeficiente de Escurrimiento es de 0.45 determinado del anexo 2. El cálculo de la intensidad de la precipitación se realizó con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{103.08 \times T^{0.179}}{t^{0.527}}$$

Y el área de cuenca se determinó con el programa AutoCAD Civil3D 2018.

Primero se determinó el Tiempo de concentración para cada cuenca.

OBRA DE DRENAJE	MÉTODO KIRPICH	CALIFORNIA CULVERTS	PROMEDIO TC (min)
ALC. PASO 1	5.80	5.81	5.80
ALC. PASO 2	5.67	5.68	5.68
ALC. PASO 3	7.25	7.26	7.25
ALC. PASO 4	10.43	10.44	10.44
ALC. PASO 5	11.47	11.48	11.47

Y luego se halló la intensidad con un periodo de retorno de 40 años.

OBRA DE DRENAJE	PERIODO DE RETORNO (años)	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (min)	INTENSIDAD (mm/hr)
ALC. PASO 1	40	5.80	79.11
ALC. PASO 2	40	5.68	80.04
ALC. PASO 3	40	7.25	70.35
ALC. PASO 4	40	10.44	58.08
ALC. PASO 5	40	11.47	55.25

Y se obtuvo los siguientes caudales.

OBRA DE DRENAJE	ÁREA (km ²)	C	INTENSIDAD (mm/hr)	CAUDAL (m ³ /s)
ALC. PASO 1	0.070	0.45	79.11	0.690
ALC. PASO 2	0.202	0.45	80.04	2.018
ALC. PASO 3	0.423	0.45	70.35	3.718
ALC. PASO 4	0.870	0.45	58.08	6.319
ALC. PASO 5	0.844	0.45	55.25	5.836

A estos caudales se le sumó la aportación de las cunetas, así obteniendo el caudal total de Diseño.

OBRA DE DRENAJE	CAUDAL (m ³ /s)	CAUDAL APOORTE CUNETAS (m ³ /s)	TOTAL A DRENAR (m ³ /s)
ALC. PASO 1	0.690	0.258	0.949
ALC. PASO 2	2.018	0.576	2.594
ALC. PASO 3	3.718	0.130	3.848
ALC. PASO 4	6.319	0.410	6.729
ALC. PASO 5	5.836	0.187	6.023

Se consideró para cada alcantarilla las siguientes características.

OBRA DE DRENAJE	DIÁMETRO (pulg)	DIÁMETRO (m)	"n" de TMC	PENDIENTE (m/m)
ALC. PASO 1	36	0.9	0.025	0.025
ALC. PASO 2	48	1.2	0.025	0.025
ALC. PASO 3	56	1.4	0.025	0.025
ALC. PASO 4	68	1.7	0.025	0.025
ALC. PASO 5	68	1.7	0.025	0.025

Se utilizó el programa HCANALES para el cálculo de caudales con la sección propuesta.

OBRA DE DRENAJE	PROGRESIVAS	DIÁMETRO (m)	TIRANTE (m)	CAUDAL (m ³ /s)
ALC. PASO 1	0+200	0.9	0.675	1.357
ALC. PASO 2	1+260	1.2	0.9	2.923
ALC. PASO 3	2+140	1.4	1.05	4.409
ALC. PASO 4	3+440	1.7	1.275	7.400
ALC. PASO 5	4+540	1.7	1.275	7.400

Las dimensiones son las apropiadas para evacuar el agua total a drenar.

Alcantarillas de Alivio

Las alcantarillas de alivio están diseñadas con el caudal aportado por las cunetas.

Alcantarilla N°	Progresivas	Caudal aporte cuneta	TOTAL A DRENAR (m ³ /s)
1	0+590	0.258	0.258
2	1+500	0.267	0.267
3	2+025	0.130	0.130
4	2+190	0.410	0.410
5	2+815	0.410	0.410
6	3+990	0.410	0.410

Se consideró para todas las alcantarillas las siguientes características.

DIÁMETRO (pulg)	DIÁMETRO (m)	"n" de TMC	PENDIENTE (m/m)
32	0.8	0.025	0.025

Se utilizó el programa HCANALES para el cálculo de caudales con la sección propuesta.

DIÁMETRO (pulg)	DIÁMETRO (m)	TIRANTE (m)	CAUDAL (m ³ /s)
32	0.80	0.60	0.991

3.4. Diseño Geométrico de la carretera

3.4.1. Generalidades

El diseño geométrico de una vía nos permite realizar el trazado del eje de la carretera, de una manera adecuada, que garantice la circulación de los vehículos; de este se obtiene, el diseño en planta, perfil y secciones transversales respectivas. La elaboración del proyecto de la carretera se basó en el ámbito económico y social, buscando dar mayor beneficio posible a los pobladores de la zona, definiendo así las características técnicas y geométricas de la vía.

En esta parte se detallará los elementos, criterios y factores a tener en cuenta en la realización y análisis del diseño geométrico para la construcción de carreteras mejoradas. Asimismo, se establecerá la clasificación de cada tramo, de la carretera, según su orografía y demanda.

3.4.2. Normatividad

La normativa utilizada fue la siguiente:

- Manual de Carreteras “**Diseño Geométrico (DG-2018)**”, establece las normas, criterios y recomendaciones para el diseño en planta, perfil y de secciones transversales.
- Manual de Carreteras “**Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos**”, nos ayuda a realizar el diseño de la estructura del pavimento considerando el CBR del suelo y los ejes equivalentes proyectados por la vida útil del proyecto.
- Manual de “**Dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras**” permite realizar la señalización tanto vertical como horizontal proporcionándole seguridad a la vía.

3.4.3. Clasificación de las carreteras

3.4.3.1. Clasificación por demanda

El tramo del proyecto en estudio, según DG-2018 sección 101, se clasifica en función a su demanda en Carretera de Tercera Clase con IMDA menor a 400 veh/día.

3.4.3.2. Clasificación por su orografía

El tramo se clasifica por su orografía, según DG-2018 sección 102, en una carretera con Terreno Accidentado (Tipo 3) porque consta transversalmente con pendientes entre 51% y

100% y longitudinales entre 6% y 10%, teniendo un movimiento de tierras significativo, lo que dificulta el trazado con curvas de radio mínimo.

3.4.4. Estudio de tráfico

3.4.4.1. Generalidades

El estudio de tráfico nos permite realizar el diseño del pavimento a partir de la demanda del tráfico en índice medio diario anual (IMDA) conociendo el tipo de vehículo para cada tramo del proyecto. La información obtenida sirve como base para el estudio de la proyección de la demanda para el periodo de análisis y así establecer el número de ejes equivalentes (EE).

El cálculo del IMDA requiere de los índices de variación mensual del departamento de Cajamarca para vehículos ligeros y pesados, teniendo estos datos será suficiente realizar el conteo vehicular de cada tramo en solo dos días, un día laborable y otro, sábado o domingo; bajo la condición de tráfico normal.

3.4.4.2. Conteo y clasificación vehicular

El conteo vehicular se realizó durante tres días, tomando como día laborable el día lunes y días no laborables, sábado y domingo. Se ejecutó el conteo por 24 horas clasificando a los vehículos como automóvil, camioneta, camioneta rural, microbús, camión de 2 y 3 ejes.

3.4.4.3. Metodología

- Se colocó las estaciones de conteo a la mitad del tramo con dos personas, uno para la mañana y otro para la noche, para el registro del tráfico. El conteo vehicular fue hecho en cada sentido, ida y regreso.
- De los datos obtenidos del conteo vehicular, se elaboró un resumen por día, en cada sentido y en ambos sentidos.
- Se calculó el índice medio diario (IMD) utilizando la siguiente fórmula:

$$IMD = \frac{5T_{L-V} + T_S + T_D}{7}$$

Dónde:

- ✓ T_{L-V} : Cantidad de Vehículos día lunes
- ✓ T_S : Cantidad de Vehículos día sábado
- ✓ T_D : Cantidad de Vehículos día domingo

3.4.4.4. Determinación del índice medio diario (IMD)

ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL, POR SENTIDO Y TIPO DE VEHÍCULO, SEGÚN TRAMOS VIALES-AÑO 2018

Tramo	Estación	Sentido	IMD	Tipo de Vehículo							
				Automovil	Camioneta	Camioneta Rural	Microbus	Omnibus 2E	Omnibus 3E	Camion 2E	Camion 3E
SAN JOSE - CARNAMU	SAN JOSE	E	17	5	2	4	0	2	0	4	0
		S	19	6	2	4	0	2	0	5	0
		E+S	36	11	4	8	0	4	0	9	0
		%	100.00	30.56	11.11	22.22	0.00	11.11	0.00	25.00	0.00

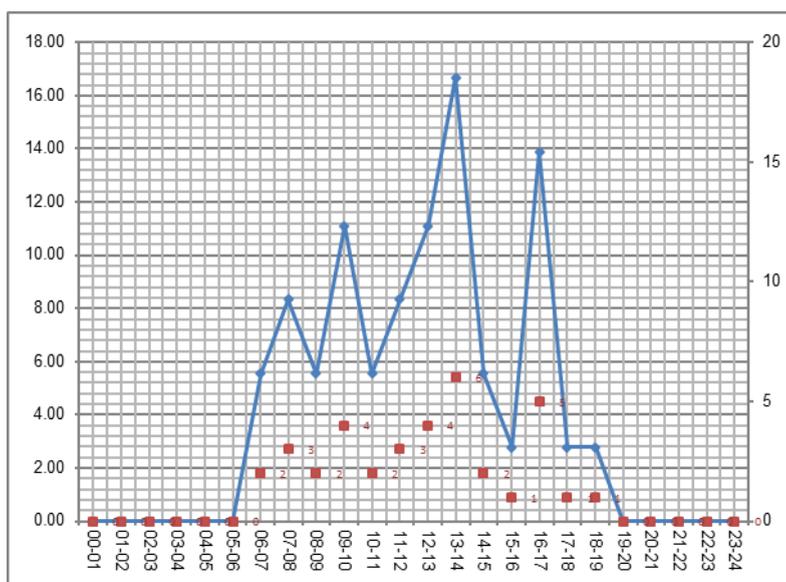


Imagen 4 - Variación del tráfico en las 24 horas tramo

Fuente: Elaboración Propia

3.4.4.5. Determinación del factor de corrección

Para obtener el Factor de corrección se dividió el total del flujo vehicular del año 2017 entre doce veces el mes en el cual se hizo el conteo de vehículos (mes de abril).

Tabla 16 - Flujo Vehicular de vehículos ligeros, Cajamarca, 2017

MES	VEHÍCULOS
ENERO	15388
FEBRERO	11546
MARZO	9510
ABRIL	9166
MAYO	11340
JUNIO	12602
JULIO	14852
AGOSTO	15313
SETIEMBRE	12178
OCTUBRE	12521
NOVIEMBRE	12140
DICIEMBRE	16891
TOTAL	153447

De la tabla se obtiene el total del año 2017 y del mes de abril, saliendo como resultado de factor de corrección para vehículos ligeros: 1.3951.

Tabla 17 - Flujo Vehicular de vehículos pesados, Cajamarca, 2017

MES	VEHÍCULOS
ENERO	23688
FEBRERO	20937
MARZO	16049
ABRIL	17645
MAYO	21669
JUNIO	23490
JULIO	24099
AGOSTO	24371
SETIEMBRE	25300
OCTUBRE	30956
NOVIEMBRE	26700
DICIEMBRE	24466
TOTAL	279370

De la tabla se obtiene el total del año 2017 y del mes de abril, saliendo como resultado de factor de corrección para vehículos pesados: 1.3194.

3.4.4.6. Resultados del conteo vehicular

Al conteo vehicular se multiplicó el factor de corrección para cada tipo de vehículo obteniendo:

Formato de Conteo del MTC

	Tipo	IMD	%
	Automovil	16.00	31.37
	Camioneta	6.00	11.76
	Camioneta Rural	11.00	21.57
	Microbus	0.00	0.00
	Omnibus 2E	6.00	11.76
	Omnibus 3E	0.00	0.00
	Camion 2E	12.00	23.53
	Camion 3E	0.00	0.00
	Camion 4E	0.00	0.00
Semitrailers	2S1/2S2	0.00	0.00
	2S3	0.00	0.00
	3S2	0.00	0.00
	>=3S3	0.00	0.00
Trailers	2T2	0.00	0.00
	2T3	0.00	0.00
	3T2	0.00	0.00
	>=3T3	0.00	0.00
		51.00	100.00

3.4.4.7. IMDa por estación

Resumen del IMDA corregido por los factores.

Tabla de COV

Auto	16.00	31.37%
Camioneta	17.00	33.33%
Bus Medio	0.00	0.00%
Bus Grande	6.00	11.76%
Camion 2E	12.00	23.53%
Camion 3E	0.00	0.00%
Articulado	0.00	0.00%
Total	51.00	

3.4.4.8. Proyección de tráfico

El proyecto se diseñó con el volumen de tráfico proyectado a diez años de vida útil. La demanda de tránsito se calculará con la siguiente formula:

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

Dónde:

P_f : Tráfico futuro en veh/día.

P_o : Tráfico actual en veh/día.

T_c : Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo.

n : Periodo de diseño.

Para los vehículos de pasajeros, T_c se tomará la tasa anual de crecimiento del distrito de San Gregorio (1.15%) y para los vehículos de carga, se tomará la tasa anual de crecimiento de la economía del departamento Cajamarca (4.1%)

	Vehiculos	Tc %	n	Total
Auto	16.00	1.15	10.00	18.00
Camioneta	17.00	1.15	10.00	20.00
Bus Medio	0.00	1.15	10.00	0.00
Bus Grande	6.00	4.10	10.00	9.00
Camion 2E	12.00	4.10	10.00	18.00
Camion 3E	0.00	4.10	10.00	0.00
Articulado	0.00	4.10	10.00	0.00
			Total	65.00

3.4.4.9. Cálculo de ejes equivalentes

Para obtener lo Ejes Equivalentes se multiplicó el IMDA por los 365 días del año, por el Factor esal para cada tipo de vehículo y el factor de crecimiento para vehículos ligeros y pesados. Se obtuvo para cada tramo lo siguiente:

TIPO DE VEHÍCULO	Total Veh.1º año	ESAL	FC	E.S.A.L. De Diseño
SIMPLES				
Autos	5 840	0.007	10.53	431
Camioneta	6 205	0.187	10.53	12 223
Bus	2 190	3.560	10.53	82 125
Camion 2E	4 380	3.560	12.06	188 079
Camion 3E	0	2.530	12.06	0
			TOTAL	282 857

3.4.4.10. Clasificación de vehículo

- **Vehículos Ligeros:** Son vehículos libres con propulsión destinados al transporte, tienen 10 asientos como máximo, este tipo de vehículos comprende: automóviles, jeeps, camionetas rurales y microbuses.
- **Vehículos Pesados:** Son vehículos destinados para transporte de personas y de carga que sobrepasan los 4000 Kg. Entre ellos tenemos ómnibus, camiones, semitrailers y trailers.

TIPO DE VEHÍCULO	IMDA	%
VEHÍCULOS LIGEROS	33	65%
VEHÍCULOS PESADOS	18	35%
TOTAL	51	100%

3.4.5. Parámetros básicos para el diseño en zona rural

3.4.5.1. Índice medio diario anual (IMDA)

El Índice Medio Diario Anual de los tramos en el año 2018

IMDA ACTUAL	IMDA PROY.	IMDA MAX.
51 veh/día	65 veh/día	400 veh/día

3.4.5.2. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño que se tomara para cada tramo se definió por la clasificación de la carretera por demanda y orografía. Se utilizó la mínima.

TERRENO	VELOCIDAD
ACCIDENTADO (Tipo 3)	30km/h

3.4.5.3. Radios mínimos

Los radios mínimos para los tramos se determinaron a partir de la ubicación de la vía, su topografía y su velocidad de diseño. Los tramos están ubicados en el área rural.

TERRENO	VELOCIDAD	RADIO MIN.
ACCIDENTADO (Tipo 3)	30km/h	25m

3.4.5.4. Anchos mínimos de calzada en tangente

El ancho mínimo de la calzada se determinó con la orografía y la velocidad de diseño.

TERRENO	VELOCIDAD	ANCHO MIN.
ACCIDENTADO (Tipo 3)	40km/h	6.00m

3.4.5.5. Distancia de visibilidad

En este proyecto se considerará dos distancias de visibilidad, distancia de parada y distancia de paso. La distancia de visibilidad de parada se calculó con el anexo 4, (Figura 205.01 DG – 2018) según la pendiente del tramo; y la distancia de visibilidad de adelantamiento con el anexo 5, (Figura 205.03 DG – 2018) con la velocidad de Diseño de cada tramo.

3.4.6. Diseño geométrico en planta

3.4.6.1. Tramos en tangente

V (km/h)	L min.s (m)	L min.o (m)	L max (m)
30	42	84	500

Fuente: DG-2018 – MTC (Tabla 302.01)

En radio de curvas horizontales superiores a lo señalado en la Tabla 18, no se utilizó curvas de transición.

Tabla 18 - Radios que permiten prescindir de la curva de transición

VELOCIDAD	RADIO MIN.
30km/h	55m

3.4.6.2. Curvas de vuelta

Se trazó curvas de volteo en el tramo por el terreno accidentado que presenta. Se adoptó para el diseño un radio de **15m** en las curvas de volteo del tramo con un peralte de **12%**.

La longitud del desvanecimiento de bombeo se calculó con:

$$N = Lt \frac{b\%}{p\%}$$

También se tuvo en cuenta la transición de la inclinación de la berma al bombeo para luego desvanecerlo junto con el bombeo. Se calculó con:

$$FA = Lt \frac{b\% - n\%}{p\%}$$

3.4.6.3. Sobreancho

El valor de “n” es 2 carriles y el de “L”, 7.3 camión de dos ejes. Estos valores para los dos tramos en los cuales solo cambiara la velocidad y el radio de cada curva.

Del diseño geométrico en planta resultó lo siguiente:

V (km/h)	N° PI	Sent.	RADIO	P.C.	P.T.	Sa	P%	Le	Lmin P%
30	1	I	40	33.94	50.74	1.9	0.102	30	30
30	2	I	55	113.68	143.79	1.4	0.086	No	18
30	3	D	100	199.9	269.22	0.9	0.058	No	12
30	4	I	55	368.78	425.51	1.4	0.086	No	18
30	5	D	200	593.41	640.67	0.5	0.033	No	7
30	6	I	200	715.43	746.67	0.5	0.033	No	7
30	7	D	30	820.08	854.6	2.4	0.114	30	30
30	8	I	30	916.9	928.45	2.4	0.114	30	30
30	9	I	100	978.12	1034.9	0.9	0.058	No	12
30	10	I	35	1103.43	1117.64	2.1	0.108	30	30
30	11	I	25	1228.08	1252.66	2.8	0.12	30	30
30	12	I	55	1373.61	1438.85	1.4	0.086	No	18
30	13	D	55	1569.08	1604.6	1.4	0.086	No	18
30	14	D	40	1834.71	1877.49	1.9	0.102	30	30
30	15	I	15	2106.34	2148.47	4.6	0.12	30	30
30	16	D	55	2319.5	2416.64	1.4	0.086	No	18
30	17	I	55	2466.69	2519.14	1.4	0.086	No	18
30	18	D	55	2577.69	2626.28	1.4	0.086	No	18
30	19	I	55	2710.85	2759.25	1.4	0.086	No	18
30	20	I	100	2852.96	2891.21	0.9	0.058	No	12
30	21	D	55	3009.36	3075.23	1.4	0.086	No	18
30	22	I	120	3208.2	3255.05	0.8	0.05	No	10
30	23	I	15	3403.23	3446.88	4.6	0.12	30	30
30	24	I	55	3477.97	3511.31	1.4	0.086	No	18
30	25	D	55	3676.44	3776.06	1.4	0.086	No	18
30	26	I	25	3845.18	3868.69	2.8	0.12	30	30
30	27	D	25	4015.42	4040.15	2.8	0.12	30	30
30	28	I	55	4122.64	4196.81	1.4	0.086	No	18
30	29	D	55	4284.82	4350.61	1.4	0.086	No	18
30	30	I	110	4404.87	4587.99	0.8	0.054	No	11

Sa: Sobreancho

P%: Peralte en %

Le: Longitud de espiral

Lmin P%: Longitud de Transición de Peralte y Sobreancho

3.4.7. Diseño geométrico en perfil

3.4.7.1. Pendiente

Pendiente mínima

Para asegurar que las aguas superficiales fluyan adecuadamente se tendrá una pendiente mínima.

PENDIENTE MÍN.
0.5%

Pendiente máxima

Se consideró la pendiente máxima como está indicada en el anexo 9.

PENDIENTE MÁX.
10%

3.4.7.2. Curvas verticales

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas. Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura K, que equivale a:

$$K = L/A$$

Dónde:

K: Parámetro de curvatura

L: Longitud de la curva vertical

A: Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

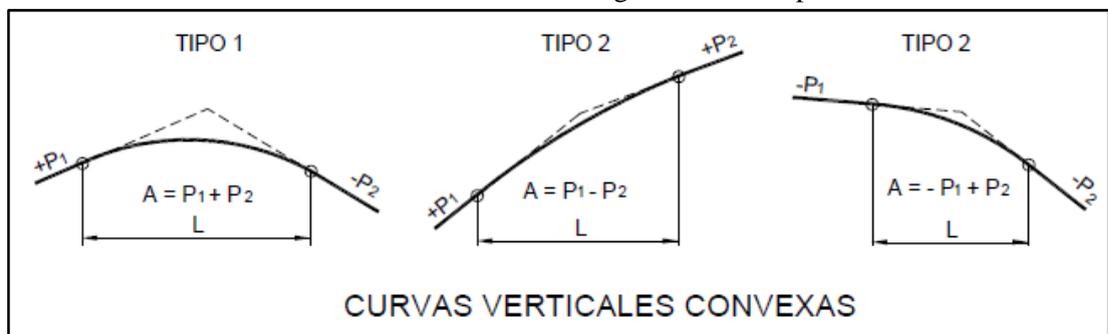


Imagen 5 - Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas

Fuente: DG-2018 – MTC

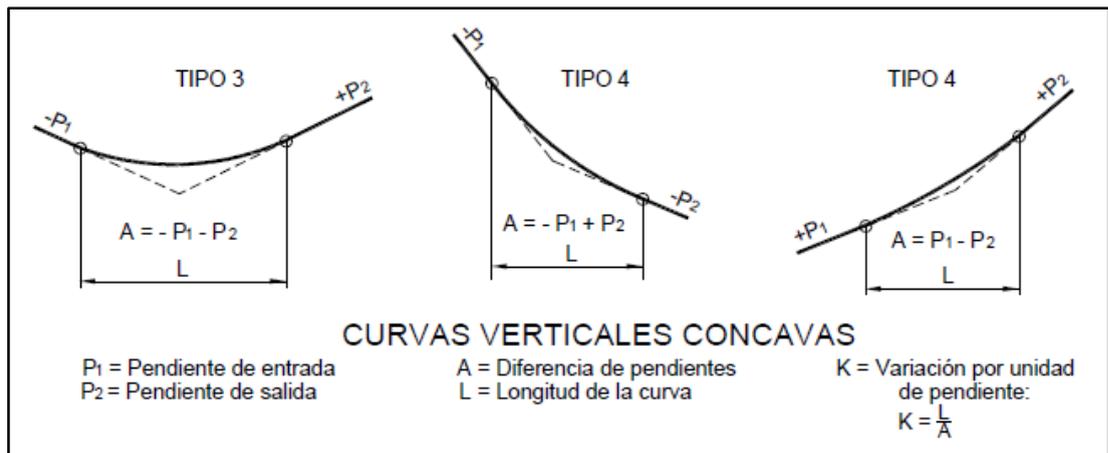


Imagen 6 - Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas

Fuente: DG-2018 – MTC

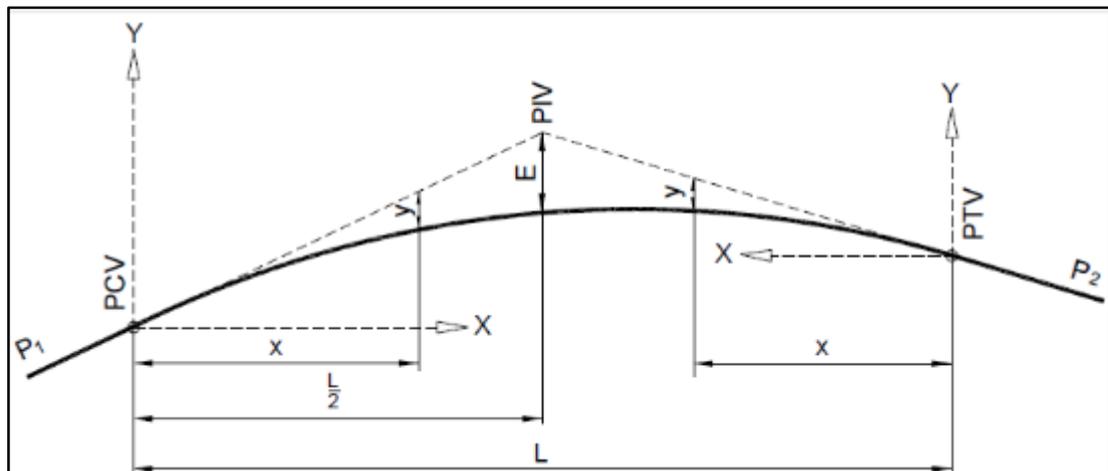


Imagen 7 - Elementos de la curva vertical simétrica

Fuente: DG-2018 – MTC

Dónde:

- PCV: Principio de la curva vertical
- PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales
- PTV: Término de la curva vertical
- L: Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m).
- S1: Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%)
- S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%)
- A: Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%)

$$A = |S_1 - S_2|$$

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

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

- X: Distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.
 Y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical, se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

Longitud de las curvas convexas

La longitud de las curvas verticales convexas, se determinó con las siguientes fórmulas:

- a) Para contar con la visibilidad de parada (Dp).

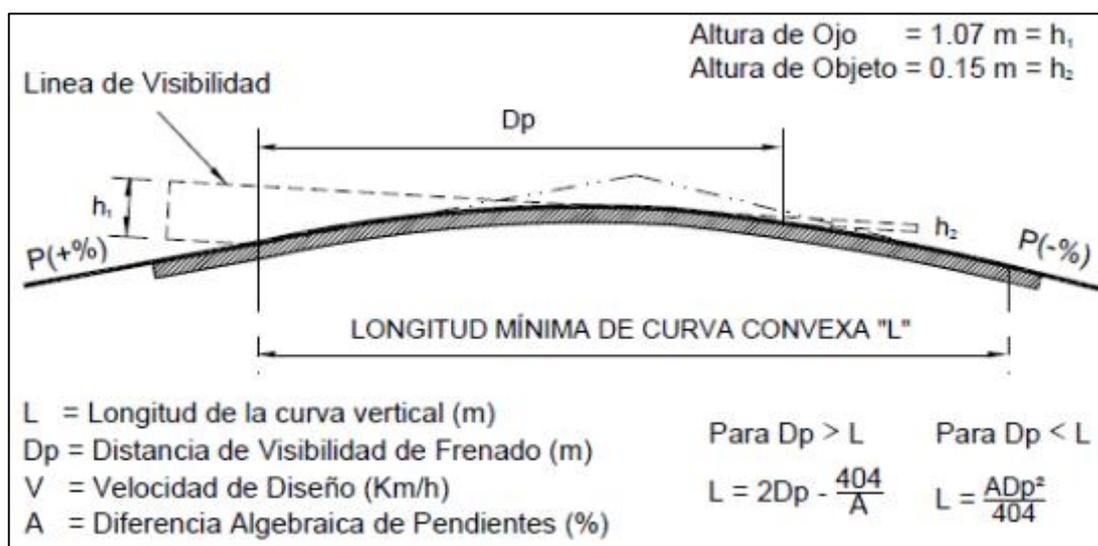


Imagen 8 - Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada
 Fuente: DG-2018 – MTC

- b) Para contar con la visibilidad de adelantamiento o paso (Da).

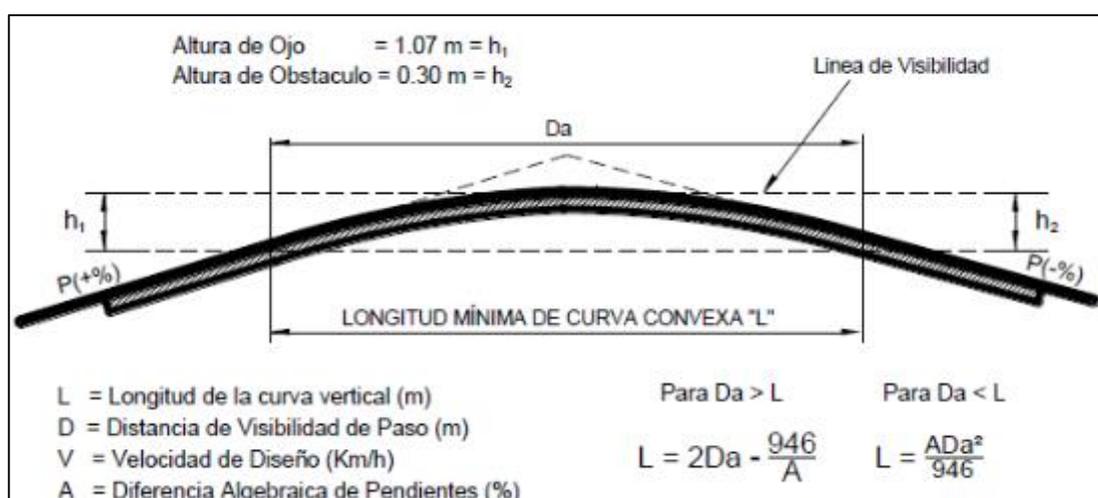


Imagen 9 - Longitud mínima de curvas verticales convexas con distancias de visibilidad de paso
 Fuente: DG-2018 – MTC

3.4.8. Diseño geométrico de la sección transversal

Ancho de calzada en tangente

Tabla 19 – Anchos mínimos de calzada en tangente

TERRENO	VELOCIDAD	ANCHO MIN.
ACCIDENTADO (Tipo 3)	30km/h	6.00m

Fuente: DG 2018 – MTC (Tabla 304.01)

Ancho de las bermas

Tabla 20 - Ancho de bermas

TERRENO	VELOCIDAD	ANCHO MIN.
ACCIDENTADO (Tipo 3)	30km/h	0.50m

Fuente: DG 2018 – MTC (Tabla 304.02)

Inclinación de las bermas

Tabla 21 - Inclinaciones Transversales Mínimas de las Bermas

Superficie de Bermas	Inclinación
Pavimento o Tratamiento	4%
Grava o Afirmado	4% - 6%
Césped	8%

Fuente: DG 2018– MTC (Imagen 304.03)

3.4.8.1. Bombeo

Tabla 22 - Valores del bombeo de la calzada (%)

Tipo de Superficie	Precipitación	
	< 500mm/año	> 500mm/año
Pavimento Asfáltico	2.0	2.5
Tratamiento Superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: DG 2018 – MTC (Tabla 304.03)

Se utilizó como bombeo **2.5%** para superficie pavimento y precipitación mayor a 500mm al año. El bombeo se dará como se muestra en la imagen 14.

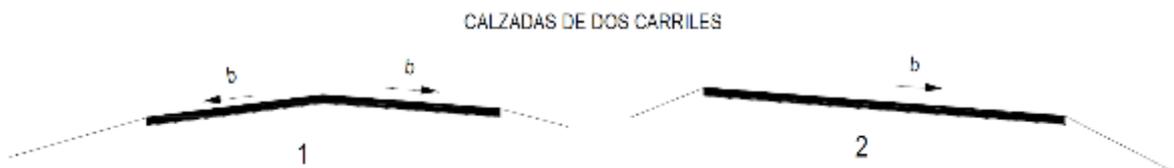


Imagen 11 - Casos de bombeo

Fuente: DG 2018 – MTC (Figura 304.04)

3.4.8.2. Peralte

Las curvas horizontales son peraltadas para evitar que el vehículo salga de la calzada por la fuerza centrífuga.

Tabla 23 - Valores de peralte máximo y mínimo

Zona Rural	Peralte Máximo Absoluto	Peralte Mínimo
Terreno Plano, Ondulado o Accidentado	8.0%	2.0%
Terreno Accidentado o Escarpado	12.0%	

Fuente: DG 2018 – MTC (Tabla 304.05)

Transición del bombeo al peralte

Esta transición se realizó gradualmente a largo de la longitud de espiral en curvas de espiral; y en curvas circulares, se desarrolló proporcionando en la tangente y la curva, como lo indica la tabla 20. La transición se realizó girando la sección respecto al eje de la calzada.

Tabla 24 - Proporción del peralte (p) a desarrollar en tangente

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

Fuente: DG 2018 – MTC (Tabla 304.05)

3.4.8.3. Taludes

El talud de corte para el diseño de la carretera es de **2:1 (V:H)** por que el tipo de material del terreno en su mayoría es **grava** con cortes menores a **5m**.

Tabla 25 - Valores referenciales para taludes en corte (V:H)

Clasificación de Materiales de Corte		Material		
		Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	< 5m	1:1 – 3:1	1:1	1:2
	5m - 10m	1:1	1:1	

Fuente: DG 2018 – MTC (Tabla 304.10)

El talud para relleno o terraplenes es de **1.5:1 (V:H)** por que el tipo de material del terreno en su mayoría es **grava** con alturas menores a **5m**.

Tabla 26 - Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)

Clasificación de Materiales de Relleno		Material		
		Grava, limo arenoso y arcilla	Arena	Enrocado
Altura	< 5m	1:1.5	1:2	1:1
	5m - 10m	1:1.75	1:2.25	1:1.25
	> 10m	1:2	1:2.5	1:1.5

Fuente: DG 2018 – MTC (Tabla 304.11)

3.4.8.4. Cunetas

La sección transversal es triangular, recubiertas y abiertas. Las dimensiones de las cunetas se dedujeron en el estudio hidrológico y obras de arte, teniendo en cuenta su pendiente longitudinal, intensidad de precipitaciones pluviales, área de drenaje y naturaleza del terreno, entre otros.

Los elementos constitutivos de una cuneta son su talud interior, su fondo y su talud exterior. Este último, por lo general coincide con el talud de corte.

SECCIÓN TÍPICA

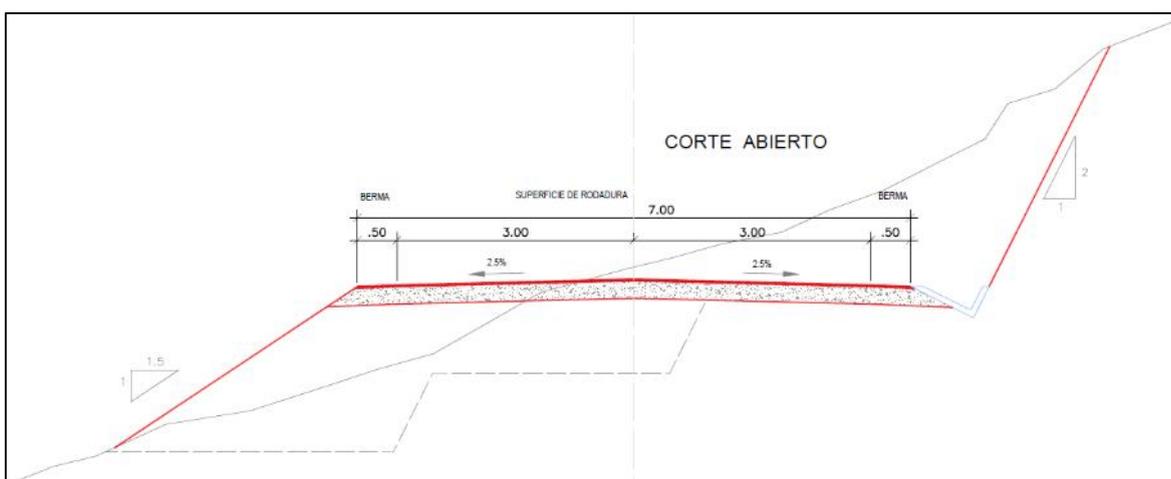


Imagen 12 - Sección Típica
Fuente: Elaboración propia

PARÁMETROS	CARRRETERA
CLASIFICACIÓN POR DEMANDA	Tercera Clase
CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA	Accidentado (Tipo 3)
VELOCIDAD DE DISEÑO	30km/h
RADIO MÍNIMO	25m
RADIO CURVA DE VOLTEO	15m
LONGITUD DE ESPIRAL	30m
PENDIENTE MÍNIMA	0.5%
PENDIENTE MÁXIMA	10%
ANCHO DE CALZADA	6.00m
BOMBEO	2.5%
ANCHO DE BERMAS	0.50m
INCLINACIÓN DE BERMAS	4%
PERALTE MÁXIMO	12%
PERALTE MÍNIMA	2%
TALUD DE CORTE (V:H)	2:1
TALUD DE RELLENO (V:H)	1.5:1
CUNETA	0.40mx1.00m

3.4.9. Resumen y consideraciones de diseño en zona rural

3.4.10. Diseño de pavimento

3.4.10.1. Datos del CBR mediante el estudio de suelos

Las categorías de la subrasante sobre las que se asienta el pavimento, están definidas en la siguiente tabla.

Tabla 27 - Categorías de Sub Rasante

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S0: Sub Rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub Rasante Insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Sub Rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Sub Rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Sub Rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Sub Rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Sección Suelos y Pavimentos – MTC

Los datos del CBR de los tramos del proyecto son los siguientes:

Tabla 28 - CBR de la vía

CBR	Und	C2	C5
CBR al 95 %	%	11.92	38.62
CATEGORIA		Buena	Excelente

3.4.10.2. Datos del estudio de tráfico

Del estudio de tráfico se tiene el número de ejes equivalentes (EE) proyectados para un periodo de vida de 10 años resultando como indica en la tabla siguiente:

EE
282 857

Para calcular el número de EE de Diseño se determinó multiplicando los EE del estudio de tráfico por el factor de Distribución Direccional (0.5) y Factor de Distribución de Carril (1.0).

EE	DD	DC	EE DE DISEÑO
282 857	0.5	1.0	141 429

De los cuales se puede clasificar el tipo de tráfico según la tabla 29.

Tabla 29 - Tipos De Tráfico Pesado Expresado En EE

TIPOS DE TRAFICO PESADO	RANGOS DE TRAFICO PESADO
TP0	$> 75\ 000\ EE \leq 150\ 000\ EE$
TP1	$> 150\ 000\ EE \leq 300\ 000\ EE$
TP2	$> 300\ 000\ EE \leq 500\ 000\ EE$
TP3	$> 500\ 000\ EE \leq 750\ 000\ EE$
TP4	$> 750\ 000\ EE \leq 1\ 000\ 000\ EE$

Fuente: Sección Suelos y Pavimentos – MTC (Cuadro12.1)

Teniendo como tráfico.

TIPO DE TRÁFICO
TP0

3.4.10.3. Espesor de pavimento, base y sub base granular

La capa superficial se consideró según la siguiente tabla:

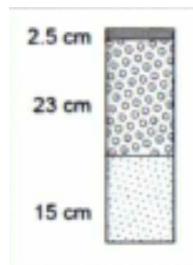
Tabla 30 - Tipos de Capa Superficial

CAPA SUPERFICIAL	LIMITACIONES DE TRÁNSITO Y GEOMETRÍA VIAL PARA LA APLICACIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CAPA SUPERFICIAL		
	TRÁFICO EN EE	PENDIENTE MÁXIMA	CURVATURA HORIZONTAL
Carpeta Asfáltica en Caliente	Sin Restricción	Sin Restricción	Sin Restricción
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	≤ 1'000,000 EE	Sin Restricción	Sin Restricción
Micropavimento 25 mm	≤ 1'000,000 EE	Sin Restricción	Sin Restricción
Tratamiento Superficial Bicapa.	≤ 500,000 EE	No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%	No Aplica en tramos con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12 mm.	≤ 500,000 EE	No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%	No Aplica en tramos que obliguen al frenado de vehículos

Fuente: Sección Suelos y Pavimentos – MTC

Se tomó como capa superficial Micropavimento.

Según anexo 10, con TPO y la categoría del suelo, se tomó la siguiente estructura:



seccion 1



seccion 2

3.4.11. Señalización

3.4.11.1. Generalidades

Al momento de desarrollar este capítulo se ponen en pie los siguientes factores:

- Las mejoras de la infraestructura vial
- La revisión técnica de los vehículos
- Educación para peatones y conductores
- Normatividad y legislaciones

El Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, del Ministerio de Transporte y Comunicaciones en la pág. 8 menciona que:

“Para ser efectivo un dispositivo de control de tránsito es necesario que se cumpla con los siguientes requisitos”:

- Que exista una necesidad para su utilización.
- Que llame positivamente la atención y ser visible.
- Que encierre un mensaje claro y conciso.
- Que su localización permita al usuario un tiempo adecuado de reacción y respuesta.
- Infundir respeto y ser obedecido.
- Uniformidad.

3.4.11.2. Requisitos

Las señales de tránsito deben cumplir con algunos requisitos:

Deben ser las necesarias, visibles y llamar la atención, fáciles de entender, dar tiempo al conductor para responder adecuadamente, infundir respeto y creíbles.

3.4.11.3. Señales verticales

Estos dispositivos se ubican en el camino, y estos reglamentan el tránsito, y previenen e informan a los usuarios. Los dispositivos varían en sus colores, tamaños y símbolos y se mantienen visibles todo el día, sin importar las condiciones climáticas.

Las señales verticales pueden ser: reguladoras, preventivas e informativas.

✓ Ubicación

Se ubican de tal forma, que el usuario tenga el tiempo suficiente para ejecutar movimientos o acciones pertinentes para transitar con seguridad.

La ubicación lateral debe ser al lado de derecho de vía o fuera de las bermas, siendo estas en según *el Manual De Dispositivos De Control De Tránsito Automotor Para Calles Y Carreteras, 2016, del Ministerio De Transporte Y Comunicaciones*: “En zonas rurales, la distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal, con excepción de los delineadores, deberá ser como mínimo 3,60 m. para vías con ancho de bermas inferior a 1,80 m. En casos excepcionales y previa justificación técnica, las señales podrán colocarse a distancias diferentes a las antes indicadas, cuando las condiciones del terreno u otras causas no lo permitan.”

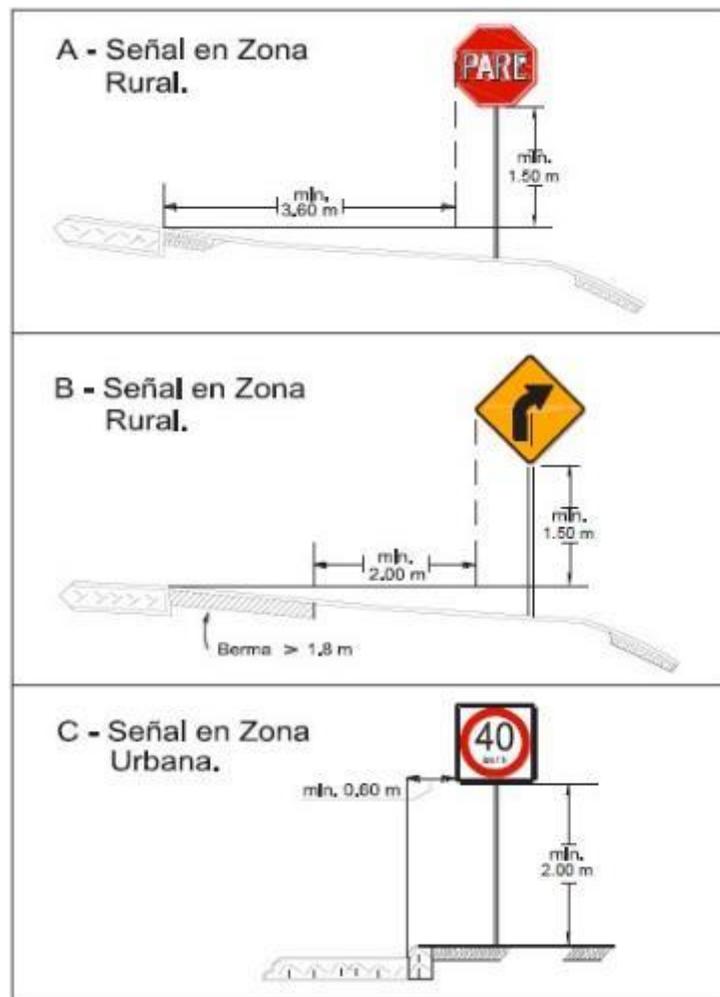


Figura 28: ejemplos de ubicación lateral de señales en zona rural

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras – 2016

✓ **Altura**

Es importante considerar la visibilidad tomando en cuenta la altura de los vehículos, la geometría horizontal y vertical de la vía. Así mismo el **Manual De Dispositivos De Control De Tránsito Automotor Para Calles Y Carreteras, 2016, del Ministerio De Transporte Y Comunicaciones** nos dice que: “En zonas rurales, la altura mínima permisible será de 1,50 m., entre el borde inferior de la señal y la proyección imaginaria del nivel de la superficie de rodadura (calzada). En caso de colocarse más de una señal en el mismo poste, la indicada altura mínima permisible de la última señal, será de 1,20 m.”

✓ **Orientación**

La señal se ubica ligeramente hacia afuera de la vía, el ángulo debe ser mayor o menor al 90°, como se muestra en la siguiente figura:

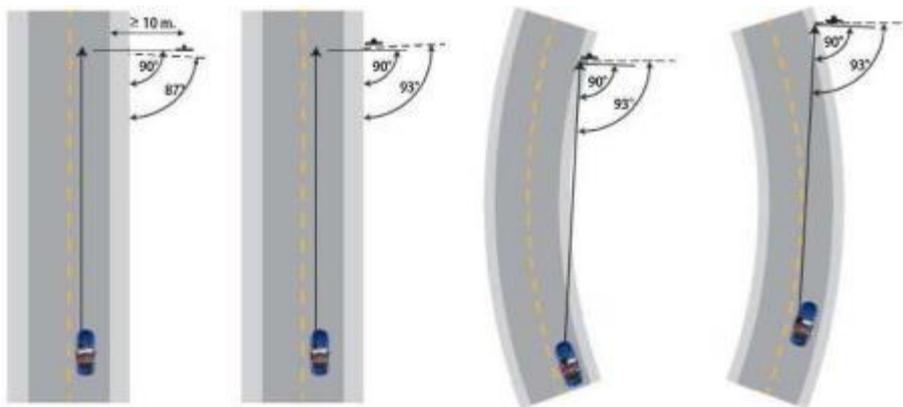


Figura N° 29: Ejemplo de Orientación de la Señal

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras – 2016

A. **Señales reguladoras**

Estas señales regulan las acciones de los usuarios, a través de limitaciones, prohibiciones o autorizaciones, mediante el uso de símbolos o mensajes claros y sencillos.

✓ **Clasificación**

Estas señales según **el Manual De Dispositivos De Control De Tránsito Automotor Para Calles Y Carreteras, 2016, del Ministerio De Transporte Y Comunicaciones** se clasifican en señales de:

- a) Prioridad, que regulan el derecho de preferencia de paso.
- b) Prohibición, para prohibir o limitar el tránsito de ciertos tipos de vehículos y determinadas maniobras.
 - i. De maniobras y giros.
 - ii. De paso por clase de vehículo.
 - iii. Otras.
- c) Restricción, que limita el tránsito vehicular debido a características particulares de la vía.
- d) Obligación, que indican las obligaciones que deben de cumplir los usuarios.
- e) Autorización.

B. Señales preventivas

Este tipo de señales previenen a los usuarios de posibles riesgos. El fin es evitar cualquier tipo de imprevisto. Estas señales tienen forma de rombo y generalmente son de color amarillo.

Clasificación

Estas señales según *el Manual De Dispositivos De Control De Tránsito Automotor Para Calles Y Carreteras, 2016, del Ministerio De Transporte Y Comunicaciones* se clasifican teniendo en cuenta:

- a) Características Geométricas de la vía
 - i. Curvatura horizontal, que señala la proximidad de curvas horizontales.
 - ii. Pendiente longitudinal, que señala la proximidad de pendientes longitudinales.
- b) Características de la superficie de rodadura, que previenen la proximidad de irregularidades en la superficie
- c) Restricciones físicas de la vía, que previenen la proximidad de restricciones de la vía.
- d) Intersecciones con otras vías.
- e) Características operativas de la vía.
- f) Emergencias y situaciones especiales, que previenen la existencia o posibilidad de emergencia viales.

C. Señales de información

Estas señales informan a los usuarios su ubicación, a lo largo de la vía, estas ubicaciones pueden ser puntos importantes y tienen forma rectangular y su fondo es de color verde.

✓ **Clasificación**

Estas señales según *el Manual De Dispositivos De Control De Tránsito Automotor Para Calles Y Carreteras, 2016, del Ministerio De Transporte Y Comunicaciones* se clasifican en:

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

3.4.11.4. Colocación de las señales.

Para asegurar la eficacia de una señal, su localización debe considerar:

- Distancia entre la señal y la situación a la cual ésta se refiere (ubicación longitudinal).
- Distancia entre la señal y la calzada (ubicación lateral).
- Altura y orientación de la señal.

A. Ubicación Longitudinal

Debe posibilitar que el usuario que se desplaza por la vía tenga tiempo de percepción y reacción para realizar las maniobras.

B. Ubicación Lateral

Debe estar ubicado en el lado derecho de la vía, fuera de las bermas y dentro del cono de atención del usuario; sin embargo, cuando existan movimientos vehiculares complejos, tales como vías de un sentido con dos o más carriles, tramos con prohibición de adelantamiento, o dificultad de visibilidad, podrá instalarse una señal similar en el lado izquierdo con fines de mejorar la seguridad.

En zonas rurales, la distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal, con excepción de los delineadores, deberá ser como mínimo 3,60 m. para vías con ancho de bermas inferior a 1,80 m., y de 5,00 m. para vías con ancho de bermas iguales o mayores a 1,80 m. En casos excepcionales y previa justificación técnica, las señales podrán colocarse a distancias diferentes a las antes indicadas, cuando las condiciones del terreno u otras causas no lo permitan.

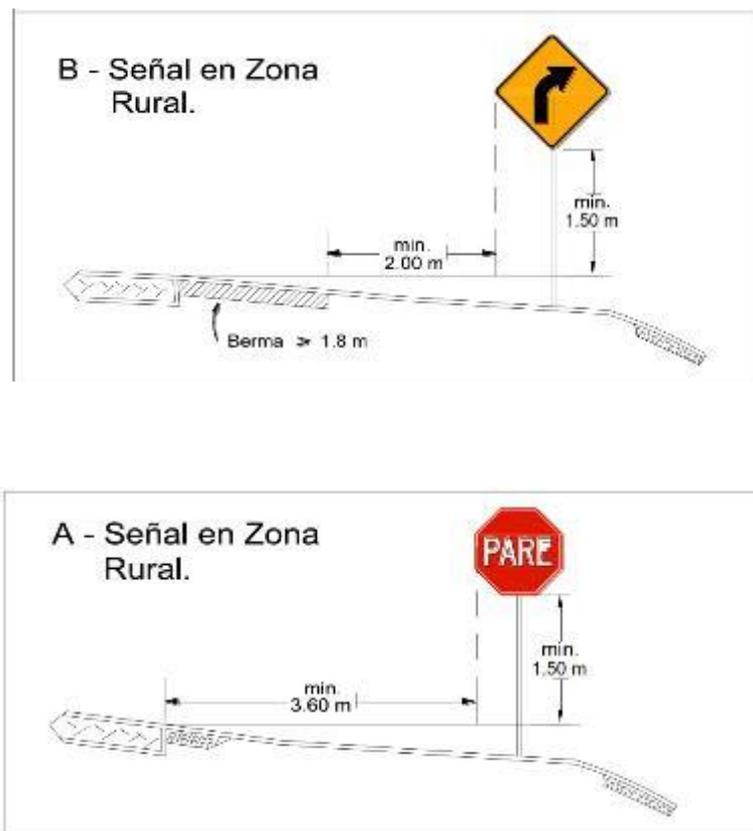


Figura N° 30: Ejemplo de Ubicación lateral de señales

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras – 2016

3.4.11.5. Hitos kilométricos.

Estas señales sirven para indicar la distancia al punto de origen de la carretera, colocados a intervalos de 1 a 5 km (a la derecha los números pares y a la izquierda los impares). Son hechos de concreto de 175 kg/cm² y con refuerzo de 3/8" con estribos de alambre N° 8; con una base de concreto ciclope de 0.5 x 0.5 m y tienen una longitud de 1.20 m. Son pintados de color blanco con líneas negras de acuerdo a los planos, con tres pintadas de óleo.

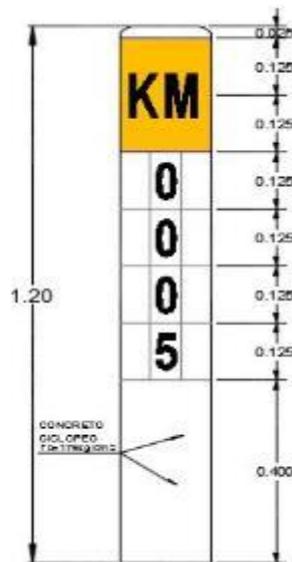


Figura N° 31: Hitos kilométricos

Fuente: Elaboración propia

3.4.11.6. Señalización horizontal.

A. marcas en el pavimento o demarcaciones

Son un tipo de señalización horizontal, se componen por marcas planas en el pavimento, líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras. Su objetivo es complementar a los otros dispositivos verticales.

- ✓ Retrorreflectancia de las marcas en el pavimento

El Manual De Dispositivos De Control De Tránsito Automotor Para Calles Y Carreteras, 2016, del Ministerio De Transporte Y Comunicaciones comenta que: "La retrorreflectancia es la propiedad de un material que permite que las Marcas en

el pavimento sean claramente visibles durante la noche y en condiciones climáticas severas durante el día, al ser iluminadas por las luces de los vehículos que generan ángulos de iluminación y observación. Los materiales que brindan dicha propiedad retrorreflectiva son microesferas y/o esferas de vidrio u otros materiales certificados”.

✓ Clasificación

Según, El Manual De Dispositivos De Control De Tránsito Automotor Para Calles Y Carreteras, 2016, del Ministerio De Transporte Y Comunicaciones:

- Marcas planas en el pavimento
- Línea de borde de calzada o superficie de rodadura
- Línea de carril
- Línea central
- Líneas canalizadoras de tránsito
- Líneas demarcadoras de entradas y salidas
- Líneas de transición por reducción de carriles
- Línea de pare
- Líneas de cruce peatonal
- Demarcación de espacios para estacionamiento
- Demarcación de no bloquear cruce en intersecciones
- Demarcación para intersecciones tipo Rotonda o Glorieta
- Otras demarcaciones
- Palabras, símbolos y leyendas
- Marcas elevadas en el pavimento
- Delineadores de piso
 - Tachas retrorreflectivas
 - Otros delineadores de piso
- Delineadores elevados
 - Postes delineadores
 - Señal de delineador de curva horizontal (P-61) - “CHEVRON”
 - Delineador de placa “CAPTAFAROS”
 - Delineadores “MARCADORES DE OBSTÁCULOS”

3.4.11.7. Señales en el proyecto de investigación.

A. Señales Reglamentarias

Se utilizarán las señales: R – 15 “Mantenga su Derecha”, R – 16 “No Adelantar”, y R – 30 “Velocidad Máxima”.

Las dimensiones adoptadas serán rectangulares (0.90 m. x 0.60 m.), según su velocidad de diseño y con su respectiva leyenda.



FIGURA N° 32: Señales Reglamentarias (R-15 R-16 R-30)

Fuente: Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras – 2016

B. Señales preventivas

Se utilizó las siguientes señales: P-2A “Curva a la Derecha”, P-2B “Curva a la Izquierda”, P-5-2A “Curva en U a la Derecha”, P-5-2B “Curva en U a la Izquierda”. Las dimensiones de estas señales son de 0.60 m por lado y tienen forma de rombo, su color interno es amarillo.

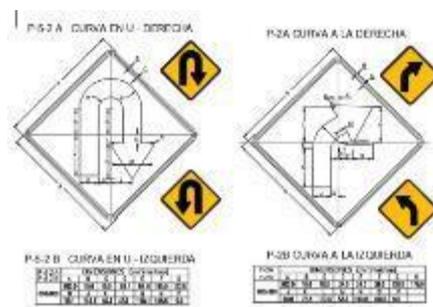


Figura N° 33: Señales preventivas

Fuente: Elaboración propia

Señales informativas

Las señales informativas que se instalaron tienen las siguientes características: Las letras mayúsculas tienen una altura de 15 cm, el fondo es verde y las letras blancas.



Figura N° 34: Señales informativas

Fuente: Elaboración propia

C. Marcas en el pavimento.

Se utilizarán marcas en el pavimento en los bordes de la vía, tienen un ancho de 10 cm y son de color blanco.

D. Guardavías

Se utilizan este tipo de señales en los accesos de los puentes. Tienen material reflectorizante y captafaros.

3.5. Estudio de impacto ambiental

3.5.1. Generalidades

Es necesario establecer reglamentos y criterios ambientales con el fin de conservar el medio ambiente que podría ser afectado por las actividades que se realizarán para la construcción de la carretera, la cual beneficiará social y económicamente a la población de la zona.

3.5.2. Objetivos

- ✓ Determinar si el proyecto es ambientalmente posible de realizar.
- ✓ Identificar los impactos negativos más resaltantes que desencadenarían el desarrollo del proyecto.
- ✓ Plantear medidas de mitigación para reducir o minimizar los impactos negativos para el medio ambiente.

3.5.3. Legislación y normas que enmarcan el Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

3.5.3.1. Constitución Política del Perú

- Art. 66: En este artículo, se afirma que la nación peruana es dueña de todo recurso natural ya sea renovable o no renovable, y es libre de aprovecharlo a su manera.
- Art. 67: En este artículo, el estado peruano define la política ambiental que se manejará en el país.
- Art. 68: En este artículo, el estado peruano está obligado a mantener políticas que promuevan el cuidado del medio ambiente dentro de su jurisdicción.

3.5.3.2. Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales (D.L N° 613)

- Art. 1: Este artículo brinda a todo peruano el derecho de vivir en un ambiente ecológicamente saludable y a la vez tiene el deber de conservar dicho ambiente.
- Art. 2: El artículo resalta que todo recurso natural es patrimonio del medio ambiente.
- Art. 3: Este artículo brinda a la población el poder de reclamar o exigir la defensa de su medio ambiente y recursos naturales que pueden ser afectados.
- Art. 6: Este artículo afirma que toda persona tiene el derecho de participar activamente en la política ambiental de su país.

- Art. 14: Este artículo prohíbe desechar sustancias al medio ambiente que puedan contaminar los ecosistemas.
- Art. 15: Este artículo prohíbe arrojar o verter residuos sólidos, líquidos o gaseosos, que dañen el medio ambiente.
- Art. 36: Este artículo enmarca a toda diversidad biológica, ecológica y genética como patrimonio natural del país.
- Art. 39: Este artículo resalta el poder del estado para proteger especies representativas y en peligro de extinción.
- Art. 50: Este artículo resalta el poder del estado para crear áreas protegidas con el fin de proteger los ecosistemas naturales.
- Art. 54: Este artículo reconoce que las comunidades nativas poseen propiedad sobre las tierras dentro de las áreas naturales protegidas.
- Art. 59: Este artículo reconoce a las zonas arqueológicas o históricas como patrimonio o recurso natural cultural.
- Art. 73: Este artículo comenta, que al realizarse alguna obra se debe evitar contaminar el suelo, aire y agua.
- Art. 78: Este artículo dicta de poder al estado para distribuir a las poblaciones en los ecosistemas dependiendo de su capacidad de soporte.

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

Establece que el Estado estimula el equilibrio racional entre el desarrollo socioeconómico, la conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales, garantizando la debida seguridad jurídica a los inversionistas mediante el establecimiento de normas claras de protección del medio ambiente.

El desarrollo del proyecto vial, traerá consigo un flujo de inversiones privadas tanto de capital nacional como extranjero.

3.5.4. Infraestructuras de servicio

✓ **Servicio de agua potable**

Cuentan con servicio de agua en las casas del centro poblado San Jose y Carnamu, pero no tiene tratamiento y es proporcionada por la Municipalidad de San Gregorio.

✓ **Servicio de energía eléctrica**

Cuentan con servicio de luz eléctrica y alumbrado público en el centro poblado de San José – Carnamu proporcionado por HIDRANDINA S.A.

3.5.5. Diagnóstico Ambiental

3.5.5.1. Medio Físico

✓ **Clima**

El clima en la zona de estudio varía entre 8°C a 18°C en todo el año, siendo la temperatura promedio 15°C. Los meses más calurosos van de mayo a noviembre, mientras que los meses más lluviosos van de diciembre a abril.

✓ **Hidrología**

Para la determinación de la intensidad máxima se toma la data de la estación pluviométrica más cercana a la zona de estudio, esta Estación es de Unión Agua Blanca, con ella se determinará también los caudales proyectados con su periodo de retorno.

✓ **Suelos**

El suelo es una grava limosa con arena, con índices de plasticidad promedio de 10% indicando un suelo de plasticidad entre baja y media. La humedad promedio es de 7% menor que la humedad óptima para compactación. Según al índice de grupo (0, 1 y 6) se tiene un suelo bueno en gran parte.

3.5.5.2. Medio Biótico

✓ **Flora**

La flora predominante a lo largo del tramo de vía es el eucalipto, también se observa árboles frutales y plantas agrícolas como cereales, menestras y tubérculos.

✓ **Fauna**

La fauna que se encuentra en la zona es variada, pero la mayoría son animales domésticos y de propio consumo como: vacas, ovejas, cuyes, caballos, aves de corral, entre otros.

3.5.5.3. Medio Socioeconómico y cultural

Los pobladores de la zona sustentan sus gastos mediante la producción agrícola, ganadera y la siembra y tala de árboles.

No existe dentro de la zona de influencia un área arqueológica. Por lo cual el proyecto no estuvo en riesgo para su planeamiento

3.5.6. Área de Influencia del Proyecto

3.5.6.1. Área de influencia directa

Teniendo presente que las obras previstas se limitan al área de influencia directa, ésta se ha definido como una faja a lo largo del eje de la carretera en mantenimiento de 400 m. de ancho (200 m. a cada lado del eje), la que incluye los centros de concentración poblacional existentes a lo largo de la vía y sus instalaciones, si hubiere; el derecho de vía del proyecto, las áreas necesarias para la instalación del campamento y patio de máquinas, depósitos de material excedente, fuentes de agua, etc.

3.5.6.2. Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta son los distritos de alrededor.

3.5.7. Evaluación del Impacto ambiental del Proyecto

3.5.7.1. Matriz de Impactos Ambientales

Se utiliza la Matriz de Leopold para determinar los impactos ambientales más significativos. Esta matriz es un cuadro de doble entrada, en la parte superior se encuentran las actividades a realizar en el proyecto, mientras que en la parte lateral se ubican los factores ambientales que pueden ser afectados. Se identifica el impacto ambiental más significativo al cruzar la fila con la columna. Finalmente hallamos el impacto ambiental potencial al cruzar la fila con la columna.

3.5.7.2. Magnitud de los Impactos

En la siguiente tabla se muestran los rangos de magnitud para los impactos ambientales:

Tabla N° 99: Grados de impactos ambientales

GRADOS DE IMPACTO	
Descripción	Grado
Impacto Débil	-1
Impacto Moderado	-2
Impacto Fuerte	-3

Fuente: Elaboración Propia

3.5.7.3. Matriz Causa-Efecto de Impacto Ambiental

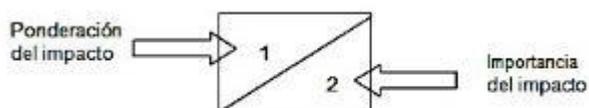
Esta matriz se divide en dos, según las etapas del proyecto: etapa de ejecución y de operación.

Tabla N° 100: Matriz de impacto ambiental durante la etapa de ejecución

C O M P O N E N T E S	Factores Impactantes / Acciones Impactantes		ACCIONES DEL PROYECTO									
			Abastecimiento de Agua	Campamento y/o Trabajadores	Cantera (Explotación)	Maquinarias	Planta Chancadora	Planta de Asfalto	Colocación de Carpeta Asfáltica	Excedente de Obra		
FISICO	Atmosfera	Aire	/	/	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Ruido	/	-1	-2	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-1
	Hidrología	Cantidad	-1	/	/	-1	/	-1	/	/	/	/
		Calidad	2	-1	-1	/	-1	-1	2	/	/	-1
	Paisaje	Calidad	/	2	2	/	1	1	/	/	/	1
		Compactación	/	1	/	-1	/	-1	2	/	/	1
Suelo	Calidad	/	/	/	/	/	-1	/	-1	/	-1	
	Compactación	/	1	/	1	/	1	/	1	/	1	
BIOLOGICO	Fauna	Desplazamiento	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Flora	Cobertura	-1	/	/	/	/	/	-1	/	-1	-1
SOCIO ECONOMICO	Población	Salud	/	/	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
		Empleo	/	/	3	3	3	3	3	2	2	2
	Economía	Industriales	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		Agropecuaria	-1	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		Transporte	2	+1	/	/	/	/	/	/	/	/
		Turismo	/	1	/	/	/	/	/	/	/	/
		Comercio	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Fuente: Elaboración Propia

Leyenda:



La forma de medir el impacto se representa ya sea negativo o positivo, este impacto recae sobre los factores ambientales.

TABLA N° 101: Matriz de impacto ambiental

PONDERACIÓN DE IMPACTOS		VALORACIÓN DEL IMPACTO		IMPORTANCIA DEL IMPACTO	
Impacto Débil	1			Importancia Alta	1
Impacto Moderado	2	Impacto Positivo	+	Importancia Media	2
Impacto Fuerte	3	Impacto Negativo	-	Importancia Baja	3

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presenta la matriz en la etapa de operación de la obra:

TABLA N° 102: Matriz de impacto ambiental durante la etapa de operación

C O M P O N E N T E S	Factores Impactantes / Acciones Impactantes		ACCIONES DEL PROYECTO			
			Mayor Tránsito de Vehículos en la Zona	Incremento de Flujo de personas en las inmediaciones de la Carretera	Influencia para el Proceso de Desarrollo	Conservación Periódica de la Carretera
FISICO	Atmosfera	Aire	-1 1	/	/	/
		Ruido	-1 1	/	/	/
	Hidrología	Cantidad	-1 1	/	/	/
		Paisaje	Calidad	/	-1 1	/
	Suelo	Calidad	/	/	/	/
		Compactación	/	/	/	/
BIOLOGICO	Fauna	Desplazamiento	/	-1 1	/	/
	Flora	Cobertura	/	/	/	/
SOCIO ECONOMICO	Población	Salud	/	/	+2 2	+1 3
		Empleo	+1 1	/	/	/
	Economía	Industriales	/	/	+1 2	+1 3
		Agropecuaria	+1 1	/	/	/
		Transporte	+2 2	+1 2	/	+1 2
		Turismo	+2 3	/	/	+1 2
		Comercio	+2 2	+1 1	/	+1 1

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la Matriz Leopold en la etapa de ejecución

Aquí se presentan los mayores impactos negativos del proyecto, viéndose reflejados al realizar las actividades de movimiento de tierras, chancado y en el asfaltado.

Resultados de la Matriz Leopold en la etapa de operación

En esta matriz se presentan los impactos positivos, siendo los beneficios socio - económicos los más resaltantes para la población y los que ameritan el que se desarrolle el proyecto. Sin embargo, también se presentan algunos impactos negativos como el ruido, contaminación del aire, de los cuales será necesario colocar límites permisibles.

3.5.8. Descripción de los impactos ambientales

Al evaluarse el EIA del proyecto, se puede determinar que el desarrollo de este proyecto traería consigo distintos impactos ambientales, ya sean positivos o negativos.

Las causas de estos impactos son diversas, pero gracias a la matriz de Leopold se puede determinar que, los impactos negativos más significativos están dentro de la etapa de ejecución de la obra, mientras que los impactos positivos se pueden encontrar en la etapa de operación.

3.5.8.1. Impactos ambientales negativos

Los impactos negativos son los que deben ser erradicados, y estos corresponden a las actividades de movimiento de tierras, chancado y asfaltado.

El Plan Socio Ambiental trae consigo medidas llamadas instrumentos de gestión ambiental, las cuales serán aplicadas y son:

- Medidas de prevención: Evitan o disminuyen los daños de los impactos negativos.
- Medidas de corrección: Mejorar y recuperan la calidad ambiental del medio afectado.
- Medidas de mitigación: Tratan de recuperan en cierta manera las condiciones del medio afectado por impactos irreversibles.

TABLA N° 103: Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales potenciales

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO AMBIENTAL		
ELEMENTOS DEL AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
ETAPA DE MANTENIMIENTO					
AIRE	Alteración de la calidad del aire por emisión de material particulado	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza y desbroce • Reconformación del afirmado • Explotación de canteras 	<ul style="list-style-type: none"> • Riego con agua en todas las superficies de actuación de forma que estas áreas mantengan el grado de humedad. • Evitar movimientos de tierra excesivos, durante las actividades de limpieza, reconformación del afirmado y explotación de material. 	A lo largo de todo el tramo vial y en las canteras.	El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> • Transporte de material • Disposición de material excedente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cubrir con una manta húmeda el material transportado por los volquetes. • Humedecer la superficie de los accesos en trocha para evitar la emisión de material particulado. • Evitar movimientos de tierra excesivos, durante las actividades de disposición de material. 	A lo largo de todo el tramo vial y en los DMEs.	El Jefe Zonal
	Alteración de la calidad del aire por emisión de gases y ruidos	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza y desbroce • Reconformación del afirmado 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar la quema de la vegetación que será extraída en los procesos de adecuación de Las instalaciones. • La maquinaria debe proveerse de silenciadores y mantener un mantenimiento para la reducción de gases contaminantes. 	A lo largo de todo el tramo vial.	El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> • Operación de la maquinaria pesada y ligera • Funcionamiento de campamento y patio de máquinas 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar que la maquinaria y demás vehículos sólo circulen en los frentes de trabajo o en las áreas debidamente autorizadas por el Residente de Obras. • Evitar desplazamientos excesivos de la maquinaria en el área de obras. • La maquinaria pesada y ligera debe proveerse de silenciadores y mantener un mantenimiento para la reducción de gases contaminantes 	En todos los frentes donde opere la maquinaria. En el emplazamiento del campamento y patio de máquinas y su entorno próximo.	El Jefe Zonal El Jefe Zonal
AGUA	Riesgo de afectación de la calidad del agua de los cursos de agua cercanos a la vía	<ul style="list-style-type: none"> • Explotación de la fuente de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar realizar movimientos de tierra excesivos en el cauce de las quebradas. • Realizar un control periódico de la maquinaria para evitar que se produzcan derrames de combustible y aceite. • Realizar un control periódico de la calidad del agua. 	En las fuentes de agua	El Jefe Zonal
	Riesgo de conflictos en el uso del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamiento del campamento y patio de máquinas 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar con las autoridades los permisos para el uso del agua de las fuentes locales en la obra. • No verter materiales en los cauces de las quebradas que atraviesan la vía. 	Localidades por donde atraviesa la vía	El Jefe Zonal
SUELO	Riesgo de afectación de la calidad del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Reconformación del afirmado • Reconstrucción de obras de drenaje. • Transporte de material 	<ul style="list-style-type: none"> • Los materiales excedentes a lo largo del tramo se retirarán y se dispondrán en los DME seleccionados. • Evitar los amplios derrames de algún otro tipo de material que afectará la calidad del suelo. (cemento entre otros). 	En todo el tramo vial.	El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> • Operación de Maquinaria Ligera y Pesada • Explotación de canteras • Disposición de material excedente 	<ul style="list-style-type: none"> • Control periódico de la maquinaria para evitar que se produzcan derrames de combustible y aceite durante los trabajos. 	En todo el tramo vial, canteras y los DMEs.	El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamiento de campamento y patio de máquinas 	<ul style="list-style-type: none"> • Los aceites y lubricantes usados deben ser almacenados en recipientes herméticos. • Los residuos de limpieza, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones deberán ser trasladados a los DMEs seleccionados. 	En los campamentos y patio de máquinas	El Jefe Zonal
RELIEVE	Alteración puntual del relieve del área	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición de material excedente 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar realizar excesivos movimientos de tierra durante las operaciones. • Realizar una disposición y conformación adecuadas. 	A lo largo de todo el tramo vial. En los DME	El Jefe Zonal El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> • Explotación de canteras 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar realizar excesivos movimientos de tierra durante el desarrollo de las operaciones de explotación. 	En las Canteras	El Jefe Zonal
PAISAJE	Alteración de la calidad del paisaje local	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición de material excedente 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la disposición y conformación adecuada de los materiales en los Depósitos de Material Excedente asignados, evitando una modificación brusca sobre el paisaje local. 	En los DME.	El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> • Funcionamiento de campamento y patio de máquinas 	<ul style="list-style-type: none"> • Los desechos sólidos (basura) generados en el campamento, serán almacenados convenientemente en recipientes apropiados. • Establecer el campamento y patio de máquinas en forma ordenada para su adecuada disposición. • Una vez culminada la obra, se procederá al reacondicionamiento del área ocupada por el patio de maquinarias y campamentos, hacia su estado natural. 	En el entorno del campamento y patio de máquinas.	El Jefe Zonal
	Disminución de la belleza paisajística	<ul style="list-style-type: none"> • Explotación de canteras 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar cortes excesivos de la escasa vegetación durante la habilitación de estas instalaciones. 	Canteras	El Jefe Zonal
FLORA	Afectación de la flora	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza y desbroce • Canteras 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar cortes o movimientos excesivos de vegetación durante el desarrollo de estas operaciones. 	A lo largo de todo el tramo vial y en las canteras.	El Jefe Zonal
		<ul style="list-style-type: none"> • Disposición de material excedente • Funcionamiento del campamento y patio de máquinas 	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar cortes excesivos de vegetación durante la habilitación de los depósitos de material excedente. • Retirar cuidadosamente la capa orgánica del suelo, preservarlo para luego ubicarlo en la etapa de abandono. • Al término de las obras las áreas disturbadas en los DMEs y el campamento y patio de máquinas serán restauradas con la vegetación de la zona. 	En el entorno del campamento y patio de máquinas y de los DMEs.	El Jefe Zonal
FAUNA	Perturbación de la fauna	<ul style="list-style-type: none"> • En la mayoría de las actividades del proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Prohibir la caza furtiva por parte del personal de obra. • Reducir los ruidos nocivos • Colocar señales preventivas de cruce de animales domésticos o silvestres. • Asimismo se deberá colocar señalización ambiental en los cruces más frecuentes del ganado. 	En el área de influencia del proyecto y en los lugares puntuales de alto impacto.	El Jefe Zonal

*DMEs = Depósito de material excedente y/o Botadero

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.8.2. Impactos ambientales positivos

TABLA 16: Resumen de medidas de prevención y/o mitigación de impactos ambientales potenciales

IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES			MANEJO AMBIENTAL		
ELEMENTOS DEL AMBIENTE	IMPACTOS AMBIENTALES	ACTIVIDADES CAUSANTES	MEDIDA PROPUESTA	LUGAR DE APLICACIÓN	RESPONSABLE
ETAPA DE MANTENIMIENTO					
EMPLEO	Generación de empleo	• Todas las actividades en su conjunto, aunque algunas utilizarán mano de obra no calificada.	• Sería recomendable que el Contratista tomara la mano de obra no calificada (peones) de la zona; teniendo en cuenta que se han programado horas-hombre de trabajo durante el tiempo que va a durar la construcción de la vía, esto proporcionaría empleo para peones en forma diaria	En el área de influencia del proyecto.	El Jefe Zonal
SALUD Y SEGURIDAD	Riesgo de accidentes y afecciones respiratorias en el personal de obra	• Desbroce y limpieza	• Colocar señalización adecuada en los frentes de trabajo y proporcionar el correspondiente equipo (botas, principalmente) al personal asignado a	A lo largo de todo el tramo vial.	El Jefe Zonal
		• Explotación de canteras.		En las canteras.	El Jefe Zonal
		• En menor medida en las demás actividades del proyecto.		En los demás frentes de trabajo.	El Jefe Zonal
ECONOMÍA	Dinamización de la economía local	• Todas las actividades en su conjunto	-----	-----	-----
ETAPA DE FUNCIONAMIENTO					
AIRE	Alteración de la calidad del aire	• Funcionamiento de la carretera e incremento del tránsito vial	• Las autoridades competentes del distrito de San Gregorio deberán controlar vehículos que por su antigüedad emitan gases en exceso.	A lo largo de todo el tramo vial, en puntos de control rutinario.	La Municipalidad
SALUD Y SEGURIDAD	Riesgos en la seguridad personal de los usuarios de la vía	• Funcionamiento de la carretera	• Realizar un mantenimiento periódico de la carretera rehalitada y de las señales viales instaladas.	A lo largo de todo el tramo vial.	El MTC

*DMEs = Depósito de material excedente y/o Botadero

Fuente: Elaboración Propia.

3.5.9. Mejora de la calidad de vida

3.5.9.1. Mejora de la transitabilidad vehicular

La transitabilidad en la zona se verá renovada ya que el diseño planteado mejora los radios, pendientes y condiciones viales de tal forma que todos los pobladores podrán trasladarse de una forma más rápida y segura.

3.5.9.2. Reducción de costos de transporte

Los costos en el transporte de personas y mercadería serán optimo ya que los tiempos de traslado serán reducido, aparte de ello los vehículos tendrán menor desgaste por la mejoría de la vía.

3.5.9.3. Aumento del precio del terreno

Los terrenos adyacentes y cercanos al proyecto aumentaran sus precios debido a que el tránsito vehicular aumentaría considerablemente, por el mejoramiento de la carretera.

Los terrenos adyacentes a la vía serán cotizados en mayor precio ya que la zona podrá comercializar nuevos productos gracias al mejoramiento de la vía.

3.5.10. Impactos naturales adversos

3.5.10.1. Sismos

El Perú, al ubicarse en el cinturón de fuego del pacífico, corre riesgo de sufrir un sismo de fuerte magnitud puesto que no se presentan uno de gran intensidad desde hace varias décadas, es por esta razón que estos se deben considerar en todo tipo de proyecto a diseñar. En nuestro caso la norma usada considera los movimientos sísmicos.

3.5.10.2. Neblina

La neblina se encuentra presente en la zona de estudio siempre por la mañana por tal motivo es muy dificultoso manejar temprano por la zona.

En la zona del proyecto no se presenta neblina, ya que el clima es seco y en algunos casos si hay temporadas de fuertes lluvias.

3.5.10.3. Deslizamientos

La zona del proyecto no está en riesgo de deslizamiento futuros, ya que la topografía del trazo proyectado no pone en riesgo la carretera. Los deslizamientos podrían darse por las filtraciones de agua de lluvias pero que hasta la actualidad no se ha presentado algún accidente o evento por ese motivo.

3.5.11. Plan de manejo ambiental

El fin principal de Plan Socio Ambiental es proteger el medio ambiente y que este se desarrolle en armonía junto a la población de Shiracmaca, Coigobamba Bajo y Cuypampa. El plan será aplicado durante y después de la ejecución de la obra vial.

Se estructura en estos tres programas:

- ✓ Programa de Mitigación
- ✓ Programa de Seguimiento o Monitoreo
- ✓ Programa de Contingencias

3.5.12. Medidas de mitigación

3.5.12.1. Aumento de niveles de emisión de partículas

El impacto más significativo del proyecto es la calidad del aire asociado al material usado en la construcción de la vía (tierra-polvo). Muchas actividades de construcción general partículas de polvo como el movimiento de tierras, tránsito de maquinaria pesada, y el traslado de material excedente. Estas operaciones generales que se levante el polvo del suelo y las partículas queden suspendidas en el aire, causando alergias y enfermedades ocupacionales en los trabajadores y los pobladores, además la flora de la zona puede verse afectada.

3.5.12.2. Incrementos de niveles sonoros

De por sí toda actividad de construcción está compuesta por maquinaria y equipos que alteran los niveles sonoros de la población. Este aumento no será muy significativo en la vía proyectada ya que las actividades propuestas no involucran equipos de niveles altos de ruido.

- Se recomienda siempre limitar los ruidos, estableciendo los que pueden ser permisibles.

3.5.12.3. Alteración de la calidad del suelo por motivos de tierras, usos de espacios e incrementos de la población

- Disponer de botaderos para depositar los desechos de la obra.
- Realizar la revegetación del paisaje al finalizar la ejecución de la obra.
- Colocar colectores plásticos de basura en puntos estratégicos en la obra.
- Depositar el material producto de las excavaciones provisionalmente a los costados de la vía para luego ser llevados a los botaderos.

✓ **Botadero**

- Lugar preestablecido por quien que sirve para depositar el material excedente de la obra.
- El material excedente es compactado en capas de 40 cm de espesor.
- Se determinó 1 botadero, ubicado en el Km 2+000 al costado derecho de la vía.

3.5.12.4. Alteración directa de la vegetación

- Se debe limitar la emisión de gases que podrían contaminar el medio ambiente.
- Se prohíbe talar árboles.
- Se limite las actividades al área de desarrollo de la misma, con el fin de limitar los daños ambientales.
- Se prohíbe dañar la flora.

3.5.12.5. Alteración de la fauna

- Se prohíbe cazar la fauna silvestre.
- Implementar defensas y señales de prevención para evitar las caídas o daños a las personas o animales existentes en el área, durante ciertas actividades como las excavaciones.

3.5.12.6. Riesgos de afectación a la salud pública

- Se prohíbe el vertido de líquidos o arrojar materiales que pueden contaminar a los ríos, quebradas o lagos.
- Limitar el paso excesivo de la maquinaria por la zona de ríos, quebradas o lagos.
- Mantener en buen estado a las maquinarias, para evitar la contaminación.

3.5.12.7. Mano de obra

- Establecer un Plan de Seguridad y Salud Ocupacional, que enmarque los riesgos en obra.
- Hacer cumplir a los trabajadores el Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.

3.5.13. Plan de manejo de residuos sólidos

Señala en su primer artículo *“que la ley establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria, y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana”*.

Para el logro de un adecuado manejo de dichos residuos, se debe seguir los siguientes lineamientos:

- ✓ Identificar y clasificar los residuos.
- ✓ Minimizar la producción de residuos que deberían ser tratados o eliminados.
- ✓ Seleccionar las alternativas apropiadas para su tratamiento o eliminación.
- ✓ Documentar todos los aspectos del proceso de manejo de residuos.

3.5.14. Plan de abandono

Consiste en realizar actividades para devolver a su estado inicial las zonas involucradas en la construcción de la obra. Se realizarán las actividades siguientes:

- Realizar la limpieza general de la superficie del terreno y reforestación en zonas requeridas.
- Previa coordinación con las autoridades municipales, se procederá trasladar a rellenos sanitarios preestablecidos de acuerdo a norma, toda la basura industrial, asimismo, adecuar los desechos biodegradables para ser utilizados en el mejoramiento visual de la zona.
- Reacondicionar las zonas afectadas a su estado natural.

3.5.15. Programa de control y seguimiento

Este programa se ejecuta manteniendo un control de cada actividad que se realiza durante la ejecución de la obra, con el fin de garantizar la conservación del medio ambiente.

Operaciones de seguimiento y/o monitoreo

Aquellas operaciones que se realicen para monitorear las actividades o acciones de la obra se realizarán durante y después de finalizar la misma.

a) Durante la Etapa de Construcción

Las acciones que serán monitoreadas serán:

- El lugar de ubicación del patio de máquinas y el campamento.
- El proceso de movimiento de tierras.
- El vertido de materiales nocivos al medio ambiente.

b) Durante la Etapa de Funcionamiento

Se evalúa los posibles daños que ocurran una vez que la carretera esté en funcionamiento.

c) Programa de Cierre

En este programa el personal se encarga de las tareas de abandono, se desmantelan las estructuras provisionales, y finalmente se inicia el proceso de revegetación del medio ambiente afectado.

3.5.16. Plan de contingencias

Objetivo

Implementar medidas ante eventos accidentales, técnicos o humanos que se ocasionarían durante la ejecución de la obra.

Metodología

Se clasifican según las causas que lo producen y son:

- ✓ **Contingencias Accidentales:** Estas ocurren en la obra, y requieren atención médica, podría ocasionar la muerte en el peor de los casos.
- ✓ **Contingencias Técnicas:** Ocurren cuando hay deficiencias en los procesos constructivos de carácter técnico, pueden ocasionar retrasos o sobre costos.
- ✓ **Contingencias Humanas:** Se producen cuando existen conflictos con la población, pueden ocasionar atrasos de obra, huelgas, desorden público, daño institucional para la empresa.

Análisis de riesgos

Los riesgos pueden verse incrementados por agentes humanos, técnicos o naturales como: lluvias, sismos, deficiencia técnica en los procesos y materiales constructivos, conflictos con las comunidades, etc.

TABLA N° 107: Medidas preventivas EIA

LOCALIZACIÓN	MEDIDAS PREVENTIVAS
Sitios de almacenamiento y manipulación de combustibles	Cumplimiento <i>cuidadoso de las normas de seguridad industrial</i> en lo relacionado con el manejo y almacenamiento de combustibles
Generación de sismos de mayor o menor magnitud, que puedan generar desastres y poner en peligro la vida de los trabajadores	Cumplimiento de las normas de seguridad en carreteras.
	Coordinación con las entidades de socorro del distrito, y participación en las prácticas de salvamento que éstas programen.
	Señalización de rutas de evacuación, divulgación sobre la localización de la región en una zona de riesgo sísmico
Se pueden presentar en todos los frentes de obra	Cumplimiento cuidadoso de las normas de seguridad en carreteras.
	Señalización clara que avise al personal y a la comunidad al tipo de riesgo al que se someten.
	Cerramientos con cintas reflectoras, mallas y barreras, en los sitios de más probabilidades de accidente.

Fuente: Elaboración Propia

3.5.17. Conclusiones y recomendaciones

3.5.17.1. Conclusiones

- Se concluye que el proyecto es ambientalmente viable de realizar, pues sus beneficios opacarán los impactos negativos.
- Los impactos negativos más significativos se producen en la etapa de ejecución, y las actividades que lo producen son las de movimiento de tierras.
- Se plantearon medidas de mitigación y control de riesgos para los impactos negativos más significativos.

3.5.17.2. Recomendaciones

- En la etapa de control y monitoreo se deben realizar estas actividades con estricta actitud vigilante, pues de ello depende que se minimicen los riesgos o impactos negativos.

3.6. Especificaciones técnicas

3.6.1. Obras Preliminares

3.6.1.1. Cartel de identificación de la obra de 3.60 X 7.20 m

DESCRIPCIÓN

Confección de un cartel de obra de las siguientes dimensiones 3.60 m x 7.20 metros en el que se indicará la información básica siguiente:

- ✓ Entidad Contratista (con su logotipo correspondiente).
- ✓ Nombre de la obra a ser ejecutada.
- ✓ Monto de obra.
- ✓ Tiempo de ejecución.
- ✓ Fuente de financiamiento.
- ✓ Nombre del Consultor Proyectista.
- ✓ Nombre del Contratista Constructor.

El letrero deberá ser colocado sobre soportes adecuadamente dimensionados para que soporten su propio peso y cargas de viento.

MATERIALES

Los letreros serán hechos de planchas de Triplay de E=12 mm, sobre marcos de madera o por plancha metálica sobre marcos de perfiles de acero. La pintura a usarse será tipo esmalte sintético.

MEDICIÓN

La medición se hará por metro cuadrado (m²).

PAGO

Se valorizará una vez colocado el cartel de obra en su ubicación definitiva.

Ítem de pago	Unidad de Pago
Cartel de identificación de la obra de 3.60	Metro cuadrado

3.6.1.2. Movilización y desmovilización de equipos

DESCRIPCIÓN

El Contratista deberá realizar todo el trabajo de suministrar, reunir y transportar su organización de construcción completa al lugar de la obra antes de iniciar y al finalizar los trabajos.

CONSIDERACIONES GENERALES

El transporte del equipo pesado se podrá realizar en camiones de plataforma, de cama baja, mientras que el equipo liviano podrá transportarse por sus propios medios. Este equipo será revisado por el Supervisor en la obra, quien verificará y rechazará el equipo que no se encuentre en buen estado.

MEDICIÓN

La movilización y desmovilización se medirá en forma global (Glb).

PAGO

El pago global de la movilización y desmovilización será de la siguiente forma:

- ✓ 50% del monto global será pagado cuando haya sido concluida la movilización a obra y se haya ejecutado por lo menos el 5% del monto del contrato total.
- ✓ El 50% restante de la movilización y desmovilización será pagada cuando se haya concluido el 100% del monto de la obra y haya sido retirado todo el equipo de la obra con la autorización del Supervisor.

Ítem de pago	Unidad de Pago
Movilización y desmovilización de equipos	Global (Glb)

3.6.1.3. Topografía y georreferenciación

DESCRIPCIÓN

En base a los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMs, el Contratista procederá al replanteo general de la obra, en el que de ser necesario se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno. El personal, equipo y materiales deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- ✓ *Personal:* Se implementarán cuadrillas calificadas de topografía en número suficiente para tener un flujo ordenado de operaciones que permitan la ejecución de las obras.
- ✓ *Equipo:* Se deberá implementar el equipo de topografía necesario, capaz de trabajar dentro de los rangos de tolerancia especificados.
- ✓ *Materiales:* Se proveerá suficiente material adecuado para la cimentación, monumentación, estacado, pintura y herramientas adecuadas.

CONSIDERACIONES GENERALES

Los trabajos de topografía y de control estarán concordantes con las tolerancias que se dan en la Tabla de Tolerancias para trabajos de Levantamientos Topográficos, Replanteos y Estacado en Construcción de Carreteras.

Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georreferenciación	1:100 000	± 5 mm.
Puntos de Control	1:10 000	± 5 mm.
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias	1:5 000	± 10 mm.
Otros puntos del eje	± 50 mm.	± 100 mm.
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm.	± 100 mm.
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm.	± 20 mm.
Muros de contención	± 20 mm.	± 10 mm.
Límites para roce y limpieza	± 500 mm.	--
Estacas de subrasante	± 50 mm.	±10 mm.
Estacas de rasante	± 50 mm.	± 10 mm.

MÉTODO DE TRABAJO

Los trabajos de Topografía y Georreferenciación comprenden los siguientes aspectos:

Georreferenciación

La georreferenciación se hará estableciendo puntos de control geográfico mediante coordenadas UTM con una equidistancia aproximada de 10 Km. ubicados a lo largo de la carretera.

Puntos de Control

Los puntos de control horizontal y vertical que puedan ser afectados por las obras deben ser reubicados en áreas en que no sean disturbadas por las operaciones constructivas.

Sección Transversal

Las secciones transversales del terreno natural deberán ser referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m. en tramos en tangente y de 10 m. en tramos de curvas. En caso de quiebres en la topografía se tomarán secciones adicionales en los puntos de quiebre o por lo menos cada 5 m.

Estacas de Talud y Referencias

Se deberán establecer estacas de talud de corte y relleno en los bordes de cada sección transversal. Las estacas de talud establecen en el campo el punto de intersección de los taludes de la sección transversal del diseño de la carretera con la traza del terreno natural.

Límites de Limpieza y Roce

Los límites para los trabajos de limpieza y roce deben ser establecidos en ambos lados de la línea del eje en cada sección de la carretera.

Restablecimiento de la línea del eje

La línea del eje será restablecida a partir de los puntos de control. El espaciamiento entre puntos del eje no debe exceder de 20 m. en tangente y de 10 m. en curvas.

Elementos de Drenaje

Los elementos de drenaje deberán ser estacados para fijarlos a las condiciones del terreno. Se deberá considerar lo siguiente:

- ✓ Relevamiento del perfil del terreno a lo largo del eje de la estructura de drenaje que permita apreciar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la carretera y el elemento de drenaje.
- ✓ Ubicación de los puntos de ubicación de los elementos de ingreso y salida de la estructura.

Canteras

Se debe establecer los trabajos topográficos esenciales referenciados en coordenadas UTM de las canteras de préstamo.

Monumentación

Todos los hitos y monumentación permanente que se coloquen durante la ejecución de la vía deberán ser materia de levantamiento topográfico y referenciación.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos de replanteo, levantamientos topográficos serán aceptados por el Contratista.

MEDICIÓN

El trazo, replanteo y georreferenciación se medirán por kilómetro.

PAGO

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas por global al precio de contrato de la partida.

Ítem de pago	Unidad de Pago
Topografía y georreferenciación	Kilómetro (Km)

3.6.1.4. Mantenimiento de tránsito y seguridad vial

DESCRIPCIÓN

Las actividades que se especifican abarcan lo concerniente con el mantenimiento del tránsito en las áreas que se hallan en construcción durante el período de ejecución de obras. Los trabajos incluyen:

- ✓ El mantenimiento de desvíos para facilitar las tareas de construcción.
- ✓ La implementación, instalación y mantenimiento de dispositivos de control de tránsito y seguridad en la construcción.
- ✓ El control de emisión de polvo dentro del área del Proyecto.
- ✓ El mantenimiento de la circulación habitual de animales domésticos y silvestres cuando estuvieran afectadas por las obras.
- ✓ El transporte de personal a las zonas de ejecución de obras.

CONSIDERACIONES GENERALES

Plan de mantenimiento de tránsito y seguridad vial

Antes del inicio de las obras el Contratista presentará al Supervisor un “Plan de Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial” (PMTS) para todo el período de ejecución de la obra y aplicable a cada una de las fases de construcción, el que será revisado y aprobado por escrito por el Supervisor.

El PMTS deberá abarcar los siguientes aspectos:

Control temporal de tránsito y seguridad vial: El tránsito vehicular durante la ejecución de las obras no deberá sufrir detenciones de duración excesiva. Para esto se deberá diseñar sistemas de control por medios visuales y sonoros, con personal capacitado de manera que se garantice la seguridad y confort del público y usuarios de la vía, así como la protección de las propiedades adyacentes.

Mantenimiento vial: La vía principal en construcción, los desvíos, rutas alternas y toda aquella que se utilice para el tránsito vehicular y peatonal será mantenida en condiciones aceptables de transitabilidad y seguridad, durante el período de ejecución de obra.

Transporte de personal: El transporte de personal a las zonas en que se ejecutan las obras, será efectuado en ómnibus con asientos y estado general en buen estado. Los horarios de transporte serán fijados por el Contratista, así como la cantidad de vehículos a utilizar en función al avance de las obras.

Desvíos a carreteras y calles existentes: Cuando lo indiquen los planos y documentos del proyecto, se utilizarán para el tránsito vehicular vías alternas existentes o construidas por el Contratista.

Período de Responsabilidad: La responsabilidad del Contratista para el mantenimiento de tránsito y seguridad vial se inicia el día de la entrega del terreno al Contratista. El período de responsabilidad abarcará hasta el día de la entrega final de la obra al MTC.

Estructuras y Puentes: Las estructuras y puentes existentes que vayan a ser reemplazados dentro del contrato, serán mantenidos y operados por el Contratista hasta su reemplazo total y desmontados o cerrados al tránsito.

MATERIALES

El Contratista después de aprobado el “PMTS” deberá instalar de acuerdo a su programa y de los frentes de trabajo, todas las señales y dispositivos necesarios en cada fase de obra y cuya cantidad no podrá ser menor en el momento de iniciar los trabajos a lo que se indica:

EQUIPO

El Contratista propondrá los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, con la frecuencia que sea necesaria.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

El Contratista deberá proveer el personal suficiente, así como las señales, materiales y elementos de seguridad que se requieran para un efectivo control del tránsito y de la seguridad vial.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Para la aceptación de los trabajos, el Contratista deberá cerrar todos los accesos a los desvíos utilizados durante la construcción, así como dismantelar los puentes o estructuras provisionales, dejando todas las áreas cercanas a la vía, niveladas sin afectar al paisaje.

Para la recepción de las obras el Supervisor deberá certificar claramente que el Contratista no tiene pendiente ninguna observación originada por alguna disposición de esta especificación.

MEDICIÓN

El Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial se medirá por mes.

PAGO

Las cantidades medidas y aceptadas serán pagadas al precio de contrato de la partida.

Ítem de pago	Unidad de Pago
Mantenimiento de tránsito y seguridad vial	Mes

3.6.1.5. Campamento provisional de la obra

DESCRIPCIÓN

Son las construcciones necesarias para instalar infraestructura que permita albergar a trabajadores, insumos, maquinaria, equipos, etc.

MATERIALES

Los materiales para la construcción de todas las obras provisionales serán, de preferencia, desarmables y transportables.

REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Generalidades

En este rubro se incluye la ejecución de todas las edificaciones, tales como campamentos que cumplen con la finalidad de albergar al personal que labora en las obras, así como también para el almacenamiento temporal de algunos insumos, materiales y que se emplean

en la construcción de carreteras; casetas de inspección, depósitos de materiales y de herramientas, caseta de guardianía, vestuarios, servicios higiénicos, cercos carteles, etc.

Vías de acceso

Las vías de acceso estarán dotadas de una adecuada señalización para indicar su ubicación y la circulación de equipos pesados.

Instalaciones

Instalar los servicios de agua, desagüe y electricidad necesarios para el normal funcionamiento de las construcciones provisionales.

El campamento deberá disponer de instalaciones higiénicas destinadas al aseo del personal y cambio de ropa de trabajo. Éstas deberán contar con duchas, lavatorios sanitarios, y el suministro de agua potable, los cuales deberán instalarse en la proporción que se indica en la tabla, debiendo tener ambientes separados para hombres y mujeres.

N° trabajadores	Inodoros	Lavatorios	Duchas	Urinario
1- 15	2	2	2	2
16 - 24	4	4	3	4
25 - 49	6	5	4	6
Por cada 20 adicionales	2	1	2	2

Del personal de obra

A excepción del personal autorizado de vigilancia, se prohibirá el porte y uso de armas de fuego en el área de trabajo. Se evitará que los trabajadores se movilen fuera de las áreas de trabajo, sin la autorización del responsable del campamento.

Patio de máquinas

Los patios de máquinas deberán tener señalización adecuada para indicar las vías de acceso, ubicación y la circulación de equipos pesados.

El acceso a los patios de máquina y maestranzas deben estar independizados del acceso al campamento.

El abastecimiento de combustible deberá efectuarse de tal forma que se evite el derrame de hidrocarburos al suelo, ríos, quebradas, arroyos, etc.

Desmantelamiento

Al concluir la obra, antes de desmantelar las construcciones provisionales, se debe considerar la posibilidad de donación del mismo a las comunidades que hubiere en la zona.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

El supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar que las áreas de dormitorio y servicios sean suficientes para albergar al personal de obra, así como las instalaciones sanitarias.
- Verificar el correcto funcionamiento de los servicios de abastecimiento de agua potable.
- Verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de drenaje y desagüe del campamento, oficinas, patios de máquina, cocina y comedores.
- Verificar las condiciones higiénicas de mantenimiento, limpieza y orden de las instalaciones.
- La evaluación de los trabajos de campamentos y obras provisionales.

MEDICIÓN

La unidad de medición será el metro cuadrado (m²).

PAGO

El pago para la instalación del campamento y obras provisionales, no será materia de pago directo. El contratista está obligado a suministrar todos los materiales, equipos, herramientas e instalaciones con las cantidades y calidad indicadas en el proyecto.

Ítem de pago	Unidad de Pago
Campamento provisional de la obra	Metro cuadrado (m ²)

3.6.2. Movimiento de tierras

3.6.2.1. Desbroce y limpieza del terreno

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el roce y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren

cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

MATERIALES

Los materiales obtenidos como resultado de la ejecución de los trabajos de desbroce y limpieza, se depositarán en botaderos.

EQUIPO

Los equipos que se empleen deben contar con adecuados sistemas de silenciadores, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Ejecución de los trabajos

Los trabajos de roce y limpieza deberán efectuarse en todas las zonas señaladas en los metrados o indicadas por el Supervisor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr condiciones de seguridad satisfactorias.

Remoción de tocones y raíces

En aquellas áreas donde se deban efectuar trabajos de excavación, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deberán ser removidos hasta una profundidad no menor a sesenta centímetros (60 cm) del nivel de la subrasante del proyecto.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces y demás materiales inconvenientes, deberán eliminarse hasta una profundidad no menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo de la superficie.

Remoción de capa vegetal

La remoción de la capa vegetal se efectuará con anterioridad al inicio de los trabajos a un tiempo prudencial para que la vegetación no vuelva a crecer en los lugares donde pasará la vía.

Remoción y disposición de materiales

Los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento, deberán ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los que deberán apilarse debidamente a lo largo de la zona de derecho de vía, disponiéndose posteriormente según lo apruebe el Supervisor.

Orden de las operaciones

Los trabajos de roce y limpieza deben efectuarse con anterioridad al inicio de las operaciones de explanación.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

El Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos aplicados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desbroce y limpieza se ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.
- Medir las áreas en las que se ejecuten los trabajos.
- Señalar todos los árboles que deban quedar de pie y ordenar las medidas para evitar que sean dañados.

MEDICIÓN

La unidad de medida del área del roce y limpieza será la hectárea (ha).

PAGO

El pago constituirá la compensación total por los trabajos prescritos en esta partida; por mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos.

Ítem de pago	Unidad de Pago
---------------------	-----------------------

Desbroce y limpieza del terreno	Hectárea (ha)
---------------------------------	---------------

3.6.2.2. Excavación en material suelto

DESCRIPCIÓN

Consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de desecho, los materiales provenientes de los cortes clasificados como material suelto, roca suelta y roca fija requeridos para la explanación y préstamos, indicados en los planos.

Excavación para la explanación

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera.

Excavación complementaria

El trabajo comprende las excavaciones necesarias para el drenaje de la excavación para la explanación, que pueden ser zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares existentes y de cauces naturales.

Excavación en zonas de préstamo

El trabajo comprende el conjunto de las actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes provenientes de la excavación de la explanación, requeridos para la construcción de los terraplenes.

CLASIFICACIÓN

Material suelto

Se clasifica como material suelto a aquellos depósitos de tierra compactada y/o suelta, deshecho y otro material de fácil excavación que no requiere previamente ser aflojado mediante el uso moderado de explosivos. Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

Roca suelta

Se clasificará como roca suelta a aquellos depósitos de pizarras suaves, rocas descompuestas y cualquier otro material de difícil excavación que requiere previamente ser aflojado mediante el uso moderado de “explosivos”.

Roca fija

Comprende la excavación de masas de rocas mediana o fuertemente litificadas que, debido a su cementación y consolidación, requieren el empleo sistemático de explosivos.

MATERIALES

Los materiales provenientes de la excavación para explanaciones se utilizarán, si reúne las calidades exigidas, en la construcción de las obras de acuerdo con los usos fijados en el estudio de suelos o determinados por el Supervisor.

El transporte del material excavado, dentro de la distancia libre de acarreo (120 metros) no será sujeto de pago.

EQUIPO

El Contratista propondrá, en consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Excavación

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como alcantarillas, cunetas y construcción de filtros de sub drenaje. Además, se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje superficial y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.

Las cunetas y bermas deben construirse de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos.

Los vehículos que se utilicen para transportar los explosivos deben observar las siguientes medidas de seguridad a fin de evitar consecuencias nefastas para la vida de los trabajadores y del público:

- Hallarse en perfectas condiciones de funcionamiento.
- Tener un piso compacto de madera o de un metal que no produzca chispas.
- En el caso de transporte por carretera estar provistos de por lo menos dos extintores de incendios de tetracloruro de carbono.
- Llevar un banderín visible, un aviso u otra indicación que señale la índole de la carga.
- Los depósitos donde se guarden explosivos de manera permanente deberán:
- Mantenerse limpios, secos, ventilados y frescos.
- Tener cerraduras seguras y permanecer cerrados con llave la cual solo tendrán acceso el personal autorizado y capacitado.
- Solo utilizar material de alumbrado eléctrico de tipo antideflagrante.

Taludes

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Excavación complementaria

La construcción de zanjas de drenaje, zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares y cauces naturales deberá efectuarse de acuerdo a los planos o lo determinado por el Supervisor.

Utilización de materiales excavados y disposición de sobrantes

Todos los materiales provenientes de las excavaciones de la explanación que sean utilizables y, según los planos y especificaciones o a juicio del Supervisor, necesarios para la construcción o protección de terraplenes.

Los materiales provenientes de la remoción de capa vegetal deberán almacenarse para su uso posterior en sitios accesibles y de manera aceptable para el Supervisor.

Excavación en zonas de préstamo

Los materiales adicionales que se requieran para la terminación de las obras proyectadas o indicadas por el Supervisor, se obtendrán mediante el ensanche adecuado de las excavaciones del proyecto o de zonas de préstamo, previamente aprobadas por el Supervisor.

Para la excavación en zonas de préstamo se debe verificar que no se hayan producido desestabilizaciones en las áreas de corte que produzcan derrumbes y que pongan en peligro al personal de obra.

Hallazgos arqueológicos, paleontológicos, ruinas y sitios históricos

En caso de algún descubrimiento de ruinas prehistóricas, sitios de asentamientos humanos antiguos o de época colonial, reliquias, fósiles u otros objetos de interés histórico arqueológico y paleontológico durante la ejecución de las obras.

Manejo del agua superficial

Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el Contratista deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía, las de préstamo y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con las indicaciones del Supervisor.

Referencias topográficas

Durante la ejecución de la excavación para explanaciones complementarias y préstamos, el Contratista deberá mantener, sin alteración, las referencias topográficas para limitar las áreas de trabajo.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.

MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico (m³).

PAGO

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por metro cúbico (m³).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Excavación en material suelto	Metro cúbico (m ³)
Excavación en roca fracturada (suelta)	Metro cúbico (m ³)
Excavación en roca fija	Metro cúbico (m ³)

3.6.2.3. Relleno con material propio

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde haya de colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza, demolición, drenaje y sub-drenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con la

presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

En los terraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

- Base, parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.
- Cuerpo, parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.
- Corona (capa subrasante), formada por la parte superior del terraplén, construida en un espesor de treinta centímetros (30 cm), salvo que los planos del proyecto o las especificaciones especiales indiquen un espesor diferente.

MATERIALES

Todos los materiales que se empleen en la construcción de los rellenos o terraplenes se hará con material propio, excedente de corte o transportado de cantera, debiendo ser de tipo granular clasificado como suelos tipo: A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5 y A-3, deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales.

Material propio: Se denomina relleno con material propio al proveniente de los cortes, el cual a medida que se vaya extrayendo, puede ser colocado como relleno de terraplén hasta una distancia de 120 metros del lugar donde han sido extraídos. El material de relleno será acarreado con cargador frontal y no se pagará transporte.

Material excedente corte: Se denomina relleno con material excedente de corte al proveniente de los cortes ejecutados, que serían utilizados para conformar terraplenes fuera de la distancia de libre de pago (120 metros).

Material de cantera: Se denomina relleno con material de cantera al proveniente de los cortes ejecutados en canteras seleccionadas para este uso (rellenos).

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán cumplir los requisitos indicados en la Tabla siguiente:

Requisitos de los Materiales

Condición	Partes del Terraplén		
	Base	Cuerpo	Corona
Tamaño máximo	150 mm	100 mm	75 mm
% Máximo de Piedra	30%	30%	.-
Índice de Plasticidad	< 11%	< 11%	< 10%

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste de los Ángeles : 60% máx. (MTC E 207)
- Tipo de Material : A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5 y A-3

EQUIPO

El equipo empleado para la construcción de terraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Los trabajos de construcción de terraplenes se deberán efectuar según procedimientos puestos a consideración del Supervisor y aprobados por éste. El espesor propuesto deberá ser el máximo que se utilice en obra, el cual en ningún caso debe exceder de trescientos milímetros (300mm).

Cuando se haya programado la construcción de las obras de arte previamente a la elevación del cuerpo del terraplén, no deberá iniciarse la construcción de éste antes de que las alcantarillas y muros de contención se terminen en un tramo no menor de quinientos metros (500m) adelante del frente del trabajo.

Preparación del terreno

Antes de iniciar la construcción del terraplén, el terreno base de éste deberá estar desbrozada y limpia. El Supervisor determinará los eventuales trabajos de remoción de capa vegetal y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área, necesarios para garantizar la estabilidad del terraplén.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente especificación, en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), aun cuando se deba construir sobre un afirmado.

Base y cuerpo del terraplén

El material del terraplén se colocará en capas de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes.

Corona del terraplén

Salvo que los planos del proyecto o las especificaciones particulares establezcan algo diferente, la corona de los terraplenes deberá tener un espesor compacto mínimo de treinta centímetros (30 cm) construidos en dos capas de igual espesor, los cuales se conformarán

Utilizando suelos de corte propio, excedente de corte o de cantera, que cumplan con los requisitos de Materiales, se humedecerán o airearán según sea necesario, y se compactarán mecánicamente hasta obtener los niveles necesarios.

Acabado

Al terminar cada jornada, la superficie del terraplén deberá estar compactada y bien nivelada, con declive que permita el escurrimiento.

Limitaciones en la ejecución

La construcción de terraplenes sólo se llevará a cabo cuando no haya lluvia y la temperatura no sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

Estabilidad

El Contratista responderá, hasta la aceptación final, por la estabilidad de los terraplenes construidos con cargo al contrato y asumirá todos los gastos que resulten de sustituir cualquier tramo que, a juicio del Supervisor, haya sido mal construido por descuido o error atribuible a aquel.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Contratista.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en las presentes especificaciones.
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén.
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

Calidad de los materiales

De cada procedencia de los suelos empleados para la construcción de terraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- Granulometría
- Límites de Consistencia.
- Abrasión.
- Clasificación.

Calidad del producto terminado

- Cada capa terminada de terraplén deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y pendientes establecidas.
- Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.
- La cota de cualquier punto de la subrasante en terraplenes, conformada y compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la cota proyectada.
- No se tolerará en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

En adición a lo anterior, el Supervisor deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

Compactación

Las densidades individuales del tramo (D_i) deberán ser, como mínimo, el noventa por ciento (90%) de la máxima densidad obtenida en el ensayo Proctor modificado de referencia (D_e) para la base y cuerpo del terraplén y el noventa y cinco por ciento (95) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación de la corona del terraplén.

$$D_i \geq 0.90 D_e \text{ (base y cuerpo)}$$

La humedad del trabajo no debe variar en $\pm 2\%$ respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Proctor modificado. El incumplimiento de estos requisitos originará el rechazo del tramo.

Irregularidades

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas por el Contratista.

Protección de la corona del terraplén

La corona del terraplén no deberá quedar expuesta a las condiciones atmosféricas; por lo tanto, se deberá construir en forma inmediata la capa superior proyectada una vez terminada la compactación y el acabado final de aquella.

Deflectometría sobre la subrasante terminada

Una vez terminada la explanación se hará deflectometría cada 25 metros alternados en ambos sentidos, es decir, en cada uno de los carriles, mediante el empleo de la viga Benkelman el FWD o cualquier equipo de alta confiabilidad, antes de cubrir la subrasante con la sub- base.

MEDICIÓN

La unidad de medida de relleno con material propio es metros cúbicos (m^3).

PAGO

El trabajo de relleno con material propio se pagará al precio unitario del contrato por metro cúbico (m³).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Relleno con material propio	Metro cúbico (m ³)

3.6.2.4. Perfilado y compactación de sub-rasante

DESCRIPCIÓN

El trabajo comprende el conjunto de actividades de escarificado, perfilado, nivelación y compactación de la sub-rasante en zonas de corte comprendidas dentro del prisma donde ha de fundarse la carretera.

EQUIPO

El Contratista propondrá, en consideración del Supervisor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, los cuales no deben producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Antes de iniciar el perfilado en zonas de corte se requiere la aprobación, por parte del Supervisor, de los trabajos de trazo, replanteo, limpieza y excavación no clasificada para explanaciones.

Al alcanzar el nivel de la subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas en las presentes especificaciones.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

El Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- Verificar que el Contratista disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Contratista.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica.
- Verificar la compactación de la subrasante.
- Medir las áreas de trabajo ejecutado por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.

Compactación

Se verificará de acuerdo con los siguientes criterios:

- La densidad de la subrasante compactada se definirá sobre un mínimo de seis (6) determinaciones, en sitios elegidos al azar con una frecuencia de una (1) cada 250 m, (2) de plataforma terminada y compactada.
- Las densidades individuales del lote (D_i) deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo

Proctor modificado de referencia (D_e).

Deflectometría sobre la subrasante terminada

Una vez terminada la explanación se hará deflectometría cada 25 metros alternados en ambos sentidos, es decir, en cada uno de los carriles, mediante el empleo de la viga Benkelman el FWD o cualquier equipo de alta confiabilidad, antes de cubrir la subrasante con la sub- base.

MEDICIÓN

La unidad de medición será en metros cuadrados (m^2)

PAGO

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cuadrado (m²).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Perfilado y compactación de sub-rasante	Metro cuadrados (m ²)

3.6.3. Afirmado

3.6.3.1. Sub Base con Afirmado e = 0.15 m

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie de rodadura de una carretera, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, con o sin adición de estabilizadores de suelos, que se colocan sobre una superficie preparada. Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes. Incluye el suministro, transporte, colocación y compactación del material, en conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor.

MATERIALES

Para la construcción de afirmados, con o sin estabilizadores, se utilizarán materiales granulares naturales procedentes de excedentes de excavaciones, canteras, o escorias metálicas, establecidas en el Expediente Técnico y aprobadas por el Supervisor; así mismo podrán provenir de la trituración de rocas, gravas o estar constituidos por una mezcla de productos de diversas procedencias.

Las partículas de los agregados serán duras, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, blandas o desintegrables y sin materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias perjudiciales. Sus condiciones de limpieza dependerán del uso que se vaya a dar al material.

Los requisitos de calidad que deben cumplir los materiales, deberán ajustarse a alguna de las siguientes franjas granulométricas, según lo indicado en la Tabla.

Tamiz	Porcentaje que pasa					
	A-1	A-2	C	D	E	F
50 mm (2")	100	—				
37,5 mm (1 1/2")	100	—				
25 mm (1")	90-100	100	100	100	100	100
19 mm (3/4")	65-100	80-100				
9,5 mm (3/8")	45-80	65-100	50-85	60-100		
4,75 mm (N.º 4)	30-65	50-85	35-65	50-85	55-100	70-100
2,0 mm (N.º 10)	22-52	33-67	25-50	40-70	40-100	55-100
425 pm (N.º 40)	15-35	20-45	15-30	25.45	20-50	30-70
75 pm (N.º 200)	5-20	5-20	5-15	5-20	6-20	8-25

Fuente: AASHTO M-147

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

Desgaste Los Ángeles: 50% máx. (MTC E 207) Límite Líquido: 35% máx. (MTC E 110)

Índice de Plasticidad: 4-9% (MTC E 111) CBR (1): 40% mín. (MTC E 132)

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una

Penetración de Carga de 0.1" (2,5 mm)

EQUIPO

Preparación de la superficie existente

El material de afirmado se descargará cuando se compruebe que la plataforma sobre la cual se va a apoyar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas en la especificación respectiva deberán ser corregidas.

Transporte y colocación del material

El Contratista deberá transportar y depositar el material de modo, que no se produzca segregación, evitando los derrames de material y por ende la contaminación de fuentes de agua, suelos y flora cercana al lugar, ni cause daño a las poblaciones aledañas.

La colocación del material sobre la capa subyacente se hará en una longitud que no sobrepase los 1.500 m del lugar de los trabajos de mezcla, conformación y compactación del material.

Extensión, mezcla y conformación del material

El material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si es necesario construir combinando varios materiales, se mezclarán formando cordones separados para cada material en la vía, que luego se unirán para lograr su mezclado. Si fuere necesario humedecer o airear el material, para lograr la humedad de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos.

Compactación

Cuando el material tenga la humedad apropiada, se compactará con el equipo aprobado hasta lograr la densidad especificada. En áreas inaccesibles a los rodillos, se usarán apisonadores mecánicos hasta lograr la densidad requerida.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de un tercio del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

No se extenderá ninguna capa de material, mientras no se haya realizado los controles topográficos y de compactación aprobados por el Supervisor en la capa precedente.

Aceptación de los trabajos

Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales a utilizarse y para cualquier volumen previsto se tomarán, cuatro muestras para los ensayos y frecuencias.

Ensayos y Frecuencias

Material o producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de muestreo
Afirmado	Granulometría	MTC E204	C 136	T27	1 cada 750 m ³	Cantera(2)
	Límites de Consistencia	MTC E111	D 4318	T89	1 cada 750 m ³	Cantera(2)
	Abrasión Los Ángeles	MTC E207	C 131	T96	1 cada 2.000 m ³	Cantera(2)
	CBR	MTC E132	D 1883	T193	1 cada 2.000 m ³	Cantera(2)
	Densidad-Humedad	MTC E115	D 1557	T180	1 cada 750 m ²	Pista
	Compactación	MTC E117 MTC E124	D 1556 D 2922	T191 T238	1 cada 250 m ²	Pista

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los materiales que presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Calidad del trabajo terminado

Los trabajos de afirmado terminados deberán presentar una superficie uniforme y ajustarse a las dimensiones, rasantes y pendientes establecidas en el Proyecto. La distancia entre el eje del Proyecto y el borde de la berma, no será inferior a la señalada en los planos. Este, además, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

Compactación

Las determinaciones de la densidad de la capa compactada y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de 6 determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar, con la aprobación del Supervisor.

Las densidades individuales (D_i) deberán ser, como mínimo el 100% de la densidad obtenida en el ensayo Proctor Modificado de referencia (MTC E 115).

$$D_i > D_e$$

La humedad de trabajo no debe variar en $\pm 2,0\%$ con respecto del

Óptimo Contenido de Humedad, obtenido con el Proctor Modificado. En caso de no cumplirse estos términos se rechazará el tramo.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

La densidad de las capas compactadas, podrá ser determinada por cualquier método aplicable, de los descritos en las normas de ensayo MTC E 117, MTC E 124.

Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m > e_d$$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, cuando menos, igual al 95% del espesor del diseño, en caso contrario se rechazará el tramo controlado.

$$e_i > 0,95 e_d$$

Todas las áreas de afirmado donde los defectos de calidad y terminación sobrepasen las tolerancias de la presente especificación, deberán ser corregidas por el Contratista, a su cuenta, costo y riesgo, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor.

Rugosidad

La rugosidad de la superficie afirmada, se medirá en unidades IRI, la que no deberá ser superior a 5 m/km.

Pago

Ítem de pago	Unidad de Pago
Afirmado	Metro cuadrado (m ³)

3.6.4. Pavimentos

3.6.4.1. Base Granular e = 0.25 m

- Descripción:

Consiste en el suministro, transporte, colocación y compactación de material de base granular sobre una Subbase, afirmado o subrasante, en una o varias capas, conforme a lo señalado en los planos del proyecto u ordenados por el Supervisor.

- Materiales: Agregado Grueso

Se denominará así a los materiales retenidos en la Malla N° 4, los que consistirán de partículas pétreas durables y trituradas capaces de soportar los efectos de manipuleo, extendido y compactación sin producción de finos contaminantes.

Agregado Fino

Se denominará así a los materiales pasantes la malla N° 4 que podrá provenir de fuentes naturales o de procesos de trituración o combinación de ambos.

- Requerimientos de Construcción:

Exploración de materiales y elaboración de agregados

La mezcla de agregados deberá salir de la planta con la humedad requerida de compactación, teniendo en cuenta las pérdidas que puede sufrir en el transporte y colocación.

Para otros tipos de vías será optativo del Contratista los procedimientos para elaborar las mezclas de agregados para base granular.

Preparación de la superficie existente

El Supervisor sólo autorizará la colocación de material de base granular cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la densidad y las cotas indicadas o definidas por el Supervisor. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en las especificaciones respectivas, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Contratista hará las correcciones necesarias a satisfacción del Supervisor.

Extensión y mezcla del material

Para vías distintas a las de Primer Orden, el material se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Contratista empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Este, después de mezclado, se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en el tramo de prueba.

- Calidad del producto terminado

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Supervisor quien, además, deberá verificar que la cota de cualquier punto de la base conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Así mismo, deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

Compactación

Las determinaciones de la densidad de la base granular se efectuarán en una proporción de cuando menos una vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m²) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) medidas de densidad, exigiéndose que los valores individuales (Di) sean iguales o mayores al cien por cientos (100%) de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor (De)

La humedad de trabajo no debe variar en ± 1.5 % respecto del Optimo Contenido de Humedad obtenido con el Próctor modificado. En caso de no cumplirse estos requisitos se rechazará el tramo.

Espesor

Sobre la base de los tramos escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed) más o menos 10 milímetros ± 10 mm).

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, como mínimo, igual al noventa y cinco por ciento (95%) del espesor de diseño, so pena del rechazo del tramo controlado.

Lisura

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a diez milímetros (10 mm) para cualquier punto.

- Medición:

La unidad de medida de la base granular es metros cúbicos (m^3).

- Pago:

El trabajo de base granular se pagará al precio unitario del contrato por metro cúbico (m^3).

Ítem de pago	Unidad de Pago
BASE GRANULAR E = 0.25 M	Metro cúbico (m^3)

3.6.4.2. Imprimación Bituminosa

DESCRIPCIÓN

Bajo este ítem, el Contratista debe suministrar y aplicar material bituminoso a la base granular de la carretera, preparada con anterioridad, de acuerdo con las Especificaciones y de conformidad con los planos. Consiste en la incorporación de asfalto a la superficie de una Base granular, a fin de prepararla para recibir una capa de pavimento asfáltico.

MATERIALES

Se empleará cualquiera de los siguientes materiales bituminosos:

- a. Asfalto Cut-Back grado MC-30 o MC-70, que cumpla los requisitos de calidad especificados por la norma ASTM D-2027 (tipo de curado medio)
- b. Asfalto Cut-Back, grado RC-250, de acuerdo a los requisitos de calidad especificados por la ASTM D-2028 (tipo curado rápido), mezclado en proporción adecuada con kerosene industrial, que permita obtener viscosidades de tipo Cut-Back de curado medio para fines de imprimación.

El material debe ser aplicado tal como sale de planta, sin agregar ningún solvente o material que altere sus características.

La cantidad por m^2 de material bituminoso, debe estar comprendida entre 0.7 -1.5 lt/m^2 para una penetración dentro de la capa granular de apoyo de 7 mm por lo menos, verificándose esto cada 25m.

Antes de la iniciación del trabajo, el Supervisor aprobará la tasa de aplicación del material de acuerdo a los resultados del tramo de prueba.

EQUIPO

El equipo para la colocación de la capa de imprimación, debe incluir una barredora giratoria u otro tipo de barredora mecánica y/o compresora, un ventilador de aire mecánico (aire o presión), una unidad calentadora para el material bituminoso y un distribuidor a presión.

- a. Las escobillas barredoras giratorias deben ser construidas de tal manera que permitan que las revoluciones de la escobilla sean reguladas con relación al progreso de la operación, debe permitir el ajuste y mantenimiento de la escobilla con relación al barrido de la superficie y debe tener elementos que sean lo suficientemente rígidos para limpiar la superficie sin cortarla. Las escobillas mecánicas deben ser construidas de tal manera. Que ejecuten la operación de limpieza en forma aceptable, sin cortar, rayar o dañar de alguna manera la superficie.
- b. El ventilador mecánico debe estar montado sobre llantas neumáticas, debe ser capaz de ser ajustado de manera que limpie sin llegar a cortar la superficie y debe ser construido de tal manera que sople el polvo del centro de la carretera hacia el lado de afuera.

- c. El equipo calentador del material bituminoso debe ser de capacidad adecuada como para calentar el material en forma apropiada por medio de la circulación de vapor de agua o aceite a través de serpentines en un ataque o haciendo circular material bituminoso alrededor de un sistema de serpentines pre-calentador, o haciendo circular dicho material bituminoso a través de un sistema de serpentines o cañerías encerradas en un recinto de calefacción.
- d. Los distribuidores a presión usados para aplicar el material bituminoso, lo mismo que los tanques del almacenamiento, deben estar montados en camiones o tramares en buen estado, equipados con llantas neumáticas, diseñadas de tal manera que no dejen huellas o dañen de cualquier otra manera la superficie del camino. Los camiones deberán tener suficiente potencia, como para mantener la velocidad deseada durante la operación

Se deberá instalar un tacómetro en el eje de la bomba del sistema distribuidor y la escala debe ser calibrada de manera que muestre las revoluciones por minuto y debe ser instalada en forma de que sea fácilmente leída por el operador en todo tiempo.

Los conductos esparcidores deben ser construidos de manera que se pueda variar su longitud en incrementos de 30 cm. O menos para longitudes de 6 m. deben también permitir el ajuste vertical de las boquillas hasta la altura deseada sobre la superficie del camino y de conformidad con el bombeo de la misma; deben permitir movimiento lateral del conjunto del conducto esparcidor durante la operación.

La totalidad del distribuidor debe ser de construcción tal y operada de tal manera que asegure la distribución del material bituminoso, con una presión de 0.02 galones por metro cuadrado dentro de un rango de cantidades de distribución desde 0.06 a 2.40 por metro cuadrado.

Se deberá proveer medios adecuados para iniciar la temperatura del material, con el termómetro colocado de tal manera que no entre en contacto en el tubo calentador.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Clima

La capa de imprimación debe ser aplicada solamente cuando la temperatura atmosférica a la sombra este por encima de los 10°C y la superficie del camino esté razonablemente seca

y las condiciones climáticas, en la opinión de la Supervisión, se vean favorables (no lluviosos, ni muy nublado).

Preparación de la superficie

La superficie de la base que debe ser imprimada (impermeabilizada) debe estar en conformidad con los alineamientos, gradientes y secciones típicas mostradas en los planos y con los requisitos de las Especificaciones relativas a la Base Granular.

Aplicación de la capa de imprimación

Durante la ejecución el Contratista debe tomar las precauciones necesarias para evitar incendios, siendo el responsable por cualquier accidente que pudiera ocurrir.

El material bituminoso de imprimación debe ser aplicado sobre la base completamente limpia, por un distribuidor a presión que cumpla con los requisitos indicados anteriormente. El Contratista dispondrá de cartones o papel grueso que acomodará en la Base antes de imprimir, para evitar la superposición de riegos, sobre un área ya imprimada, al accionar la llave de riego debiendo existir un empalme exacto. El material debe ser aplicado uniformemente a la temperatura y a la velocidad de régimen especificada por el Supervisor.

Al aplicar la capa de imprimación, el distribuidor debe ser conducido a lo largo de un filo marcado para mantener una línea recta de aplicación. El Contratista debe determinar la tasa de aplicación del ligante y hacer los ajustes necesarios. Alguna área que no reciba el tratamiento, debe ser inmediatamente imprimada usando una manguera conectada al distribuidor.

Si las condiciones de tráfico lo permiten, la aplicación debe ser hecha sólo en la mitad del ancho de la Base. Debe tenerse cuidado de colocar la cantidad correcta de material bituminoso a lo largo de la junta longitudinal resultante. Inmediatamente después de la aplicación de la capa de imprimación, ésta debe ser protegida por avisos y barricadas que impidan el tránsito durante el período de curado (4 días aprox.).

Protección de las estructuras adyacentes

La superficie de todas las estructuras y árboles adyacentes al área sujeta a tratamiento, deben ser protegidas de manera tal, que se eviten salpicaduras o manchas.

Apertura del tráfico y mantenimiento

El área imprimada debe airearse, sin ser arenada por un término de 24 horas, a menos que lo ordene de otra manera el Supervisor. Si el clima es frío o si el material de imprimación no ha penetrado completamente en la superficie de la base, un período más largo de tiempo podrá ser necesario. Cualquier exceso de material

bituminoso que quede en la superficie después de tal lapso debe ser retirado usando arena, u otro material aprobado que lo absorba y como lo ordene el Supervisor, antes de que se reanude el tráfico.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

(a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Contratista.
- ✓ Verificar que las plantas de asfalto estén provistas de filtros, captadores de polvo, sedimentadores de lodo y otros aditamentos que el Supervisor considere adecuados y necesarios para impedir emanaciones de elementos particulados y gases que puedan afectar el entorno ambiental.
- ✓ Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos.
- ✓ Efectuar ensayos para verificar las dosificaciones de ligante en riegos de liga e imprimaciones.
- ✓ Realizar las medidas necesarias para comprobar la uniformidad de la superficie.

(b) Calidad del material asfáltico

A la llegada de cada camión termo tanque con emulsión asfáltica para el riego, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante de que éste cumple con las condiciones especificadas en las presentes especificaciones.

El Supervisor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de material bituminoso que no se encuentren respaldados por la certificación de calidad del fabricante.

(c) Dosificación

El Supervisor se abstendrá de aceptar áreas imprimadas donde la dosificación varíe de la aprobada por él en más de diez por ciento (10%).

MEDICIÓN

La imprimación bituminosa, se medirá en metros cuadrado (m²).

PAGO

El pago se efectuará al precio unitario del Contrato por metro cuadrado (m²).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Imprimación bituminosa	Metro cuadrado (m ²)

3.6.4.3. Micropavimento

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la ejecución de una capa de tratamiento asfáltico de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con los alineamientos, cotas y secciones indicadas en los planos y documentos del proyecto o determinados por el Supervisor.

MATERIALES

Los materiales para ejecutar estos trabajos serán:

(a) Agregados Pétreos

Los agregados pétreos para la ejecución del tratamiento superficial deben cumplir con las exigencias de calidad siguientes:

Ensayos	Especificaciones
Partículas fracturadas del agregado grueso con Una cara fracturada (MTC E 210)	85% mín.
Partículas del agregado grueso con dos caras fracturadas (MTC E 210)	60% mín.

Partículas Chatas y alargadas (MTC E-221)	15% máx
Abrasión (MTC E 207)	40% máx.
Pérdida en sulfato de sodio (MTC E 209)	12% máx.
Pérdida en sulfato de magnesio (MTC E 209)	18% máx.
Adherencia (MTC E 519)	+95
Terrones de Arcilla y Partículas Friables (MTC E212)	3% máx.
Sales solubles Totales (MTC E 219)	0.5% máx.

(b) Aditivos mejoradores de adherencia

Cuando se requiera y sea establecida en el proyecto o por el Supervisor, deberá ajustarse a lo descrito en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carretera (EG 2000) Subsección 400.02 (e) y según lo especificado en la Sección 424.

EQUIPO

Para la ejecución del tratamiento superficial se requieren, básicamente, equipos para la explotación de agregados, una planta de trituración y clasificación de agregados, equipo para la limpieza de la superficie, distribuidor del material bituminoso, esparcidor de agregado pétreo, compactadores neumáticos y herramientas menores.

(a) Equipo para la elaboración y clasificación de agregados triturados

La planta de trituración estará provista de una trituradora primaria y una trituradora secundaria; deberá incluir también una clasificadora y un equipo de lavado. Además, deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental.

(b) Equipo para la aplicación del ligante bituminoso

Para los trabajos de aplicación de ligante requieren elementos mecánicos de limpieza y carrotanques irrigadores de asfalto.

El equipo para limpieza estará constituido por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o

arrastre con tractor. Como equipo adicional podrán utilizarse compresores, escobas, y demás implementos que el Supervisor autorice.

El carrotanque deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

Para áreas inaccesibles al equipo irrigador y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una caldera regadora portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del carrotanque con una boquilla de expansión que permita un riego uniforme. Por ningún motivo se permitirá el empleo de regaderas u otros dispositivos de aplicación manual por gravedad.

(c) Equipo para la extensión del agregado pétreo

Se emplearán distribuidoras de agregados autopropulsadas o extendedoras mecánicas acopladas a volquetes, que sean aprobados por el Supervisor y garanticen un esparcido uniforme del agregado.

(d) Equipo de compactación

Se emplearán rodillos neumáticos de un peso superior a cinco toneladas (5 t). Sólo podrán emplearse rodillos metálicos lisos si, a juicio del Supervisor, su acción no produce fractura de los agregados pétreos.

El ancho mínimo compactado por el rodillo neumático será de 1.5 m. y la mínima presión de contacto de los neumáticos con el suelo será de 550 KPa.

Requerimiento de Construcción

Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos utilizados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, deberán tener aprobación previa del Supervisor, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Ejecutor suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de cada especificación.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes. Si el Ejecutor no cumple con estos requerimientos, el Supervisor exigirá los cambios que considere necesarios.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán ejecutar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá efectuarlos en la vía.

Preparación de la Superficie Existente

La construcción del tratamiento no se iniciará hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar, tenga la compactación y densidad adecuada, las cotas y dimensiones indicadas en los planos o definidos por el Supervisor. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación respectiva, deberán ser corregidas de acuerdo a lo establecido en la Sección correspondiente al nivel o partida de obra sobre el que se aplicará el tratamiento.

Antes de la construcción del tratamiento se efectuará una imprimación previa de la superficie. No se permitirá la construcción del tratamiento mientras el riego de imprimación no haya completado su curado y, en ningún caso, antes de veinticuatro horas (24 h), transcurridas desde su aplicación.

En el momento de aplicar el ligante bituminoso, la superficie deberá estar seca y libre de cualquier sustancia que resulte objetable, a juicio del Supervisor.

Aplicación del Ligante Bituminoso

Antes de la aplicación del ligante bituminoso se marcará una línea guía en la calzada para controlar el paso del distribuidor y se señalará la longitud de la carretera que quedará cubierta, de acuerdo con la cantidad de material bituminoso disponible en el distribuidor y la capacidad de extensión del esparcidor de agregados pétreos.

Al comienzo de cada jornada de trabajo se deberá verificar la uniformidad del riego. Si fuere necesario, se calentarán las boquillas de irrigación antes de cada descarga. La bomba y la barra de distribución deberán limpiarse al final de la jornada.

Por ningún motivo se permitirá la ejecución del tratamiento cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a diez grados Celsius (10°C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Durante la aplicación deberán protegerse todos los elementos que señale el Supervisor, tales como sardineles, vallas, cabezales de alcantarillas o árboles. En trabajos de prueba o de limpieza de los equipos, no se permitirá descargar el material bituminoso en zanjas o zonas próximas a la carretera.

Extensión y compactación del agregado pétreo

La extensión del agregado se realizará de manera uniforme, en la cantidad aprobada por el Supervisor e inmediatamente después de la aplicación del ligante bituminoso. La distribución del agregado se hará de manera que se evite el tránsito del esparcidor sobre la capa del ligante sin cubrir.

Cuando el material bituminoso se aplique por franjas, el agregado se esparcirá de forma que quede sin cubrir una banda de quince a veinte centímetros (15 cm - 20 cm) de la zona tratada, aledaña a la zona que aún no ha recibido el riego, con el objeto de completar en dicha banda la dosificación prevista del ligante al efectuar su aplicación en la franja adyacente.

Las operaciones de compactación se realizarán con el rodillo neumático y comenzarán inmediatamente después de la aplicación del agregado pétreo. En zonas en tangente, la compactación se iniciará por el borde exterior avanzado hacia el centro. En curvas, se iniciará desde el borde inferior hacia el borde superior, traslapando cada recorrido con el anterior de acuerdo con las instrucciones del Supervisor. La compactación continuará hasta obtener una superficie lisa y estable en un tiempo máximo de treinta (30) minutos, contado desde el inicio de la extensión del agregado pétreo. En ningún caso se aceptará menos de tres pasadas completas del rodillo.

Aplicación del Ligante Bituminoso en tratamientos múltiples

Las siguientes capas del ligante bituminoso para tratamientos múltiples serán aplicadas en la cantidad y temperaturas indicadas en el proyecto y aprobado por el Supervisor. Cada capa sucesiva se aplicará dentro de las 24 horas siguientes a la construcción de la capa anterior.

El ancho de franja en que se aplique cada riego debe variar en relación con el empleado en el anterior en unos veinte centímetros (20 cm.), en más o menos, con el fin de impedir que la junta de construcción longitudinal se superponga con la de la anterior capa, para obtener una superficie uniforme.

Extensión y Compactación del agregado pétreo en tratamientos múltiples

La extensión se realizará en la cantidad indicada en el Proyecto y aprobado por el Supervisor. En la capa final de superficie de un tratamiento múltiple y según lo ordene el Supervisor puede utilizarse un rodillo liso cilíndrico metálico para mejorar la apariencia de la capa final y su transitabilidad.

Dosificación del Tratamiento Superficial

(a) Tratamiento Superficial Simple (TS)

La tasa de aplicación de material bituminoso y agregado pétreo serán las que se determinen de acuerdo a diseño.

(b) Tratamiento Superficial Múltiple (TM)

Consiste en la aplicación de dos o más capas de ligante bituminoso y agregados pétreos, cada una de las cuales debe estar indicado en los documentos del proyecto.

Acabado, limpieza y eliminación de sobrantes

Una vez terminada la compactación de cada capa, se barrerá la superficie del tratamiento para eliminar todo exceso de agregados que haya quedado suelto sobre la superficie, operación que deberá continuarse aún después de que el tramo con el tratamiento haya sido abierto al tránsito.

Apertura al tránsito

Siempre que sea posible, deberá evitarse todo tipo de tránsito sobre la capa recién ejecutada durante las veinticuatro (24) horas siguientes a su terminación. Si ello no es factible, deberán tomarse medidas para que los vehículos no circulen a una velocidad superior a treinta kilómetros por hora (30 Km/h). Durante los 45 minutos iniciales después de concluida la compactación, la velocidad no debe ser mayor de quince kilómetros por hora (15 Km/h).

Reparaciones

Todos los defectos que se presenten durante la ejecución del tratamiento, tales como juntas irregulares, defectos transversales en la aplicación del ligante o el agregado, irregularidades del alineamiento, etc., así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito recién terminados los trabajos, deberán ser corregidos por el Ejecutor, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor, sin costo alguno para el MTC.

Aceptación de los Trabajos

(a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Ejecutor.
- ✓ Verificar que las plantas de asfalto y de trituración estén provistas de filtros, captadores de polvo, sedimentadores de lodo y otros aditamentos que el Supervisor considere adecuados y necesarios para impedir emanaciones de elementos particulados y gases que puedan afectar el entorno ambiental.
- ✓ Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad
- ✓ Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado del tramo de prueba, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de los tratamientos y mezclas asfálticas.
- ✓ Ejecutar ensayos de control de mezcla, de densidad de las probetas de referencia, de densidad de la mezcla asfáltica compactada in situ, de extracción de asfalto y granulometría; así como control de las temperaturas de mezclado, descarga, extendido y compactación de las mezclas (los requisitos de temperatura son aplicables sólo a las mezclas elaboradas en caliente).
- ✓ Efectuar ensayos de control de mezcla, extracción de asfalto y granulometría en lechadas asfálticas.
- ✓ Ejecutar ensayos para verificar las dosificaciones de agregados y ligante en tratamientos superficiales, así como la granulometría de aquellos.
- ✓ Efectuar ensayos para verificar las dosificaciones de ligante en riegos de liga e imprimaciones.

- ✓ Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y mezclas o lechadas asfálticas durante el período de ejecución de las obras.
- ✓ Efectuar pruebas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- ✓ Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la uniformidad de la superficie, siempre que ello corresponda.

(b) Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

(1) Calidad del Material Bituminoso

- ✓ Comprobar, mediante muestras representativas de cada entrega y por cada carro termotanque, la curva viscosidad - temperatura y el grado de penetración del material. En todos los casos, guardará una muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando el Ejecutor o el proveedor manifiesten inconformidad con los resultados iniciales.
- ✓ Efectuar los ensayos necesarios para determinar la cantidad de material incorporado en las mezclas que haya aceptado a satisfacción
- ✓ A la llegada de cada camión termotanque con cemento asfáltico o emulsión asfáltica para el riego, el Ejecutor deberá entregar al Supervisor un certificado de calidad del producto, así como la garantía del fabricante. El Supervisor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de material bituminoso que no se encuentren respaldados por la certificación de calidad del fabricante

(2) Calidad de los agregados

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinará:

- ✓ El desgaste en la máquina de Los Ángeles, según norma de ensayo MTC E 207.
- ✓ Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio, de acuerdo con la norma de ensayo MTC E 209.
- ✓ La adherencia, ensayo MTC E 519.
- ✓ Partículas Chatas y Alargadas MTC E 221

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

(c) Calidad del producto terminado

El pavimento terminado deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la zona pavimentada no podrá ser, en ningún punto, inferior a la señalada en los planos o la determinada por el Supervisor.

(1) Tasa de aplicación

En sitios ubicados al azar se efectuarán en cada una de las capas de tratamiento y diariamente, como mínimo, tres (3) determinaciones de las tasas de aplicación de gigante y agregados pétreos. Las tasas medias de aplicación de ligante (TML) y de agregados (TMA) por jornada, no podrán variar en más de diez por ciento (10%) de las autorizadas por el Supervisor como resultado del tramo de prueba (TPL y TPA).

$$0.9 \text{ TPL} \leq \text{TML} \leq 1.1 \text{ TPL}$$

$$0.9 \text{ TPA} \leq \text{TMA} \leq 1.1 \text{ TPA}$$

(2) Textura

Por jornada se efectuarán, como mínimo, dos determinaciones de la resistencia al deslizamiento (ASTM E303) y de la profundidad de textura con el círculo de arena. En relación con la primera, ningún valor individual podrá ser inferior a cuarenta y cinco centésimas (0.45) y en cuanto a la segunda, el promedio de las dos lecturas deberá ser, cuando menos, igual a un milímetro y dos décimas (1.2 mm), sin que ninguno de los valores individuales sea inferior a un milímetro (1.0 mm).

(3) Rugosidad

Medida en unidades IRI, la rugosidad no podrá ser superior a dos metros cincuenta centímetros por kilómetro (2.5 m/km), salvo que la especificación particular establezca un límite diferente.

MEDICIÓN

El tratamiento superficial bicapa en la superficie de rodadura y bermas se medirá en metros cuadrado (m²).

PAGO

El pago se efectuará al precio unitario del presupuesto por metro cuadrado (m²).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Tratamiento superficial bi capa	Metro cuadrado (m ²)

3.6.5. Obras de Arte y drenaje

3.6.5.1. Cunetas

Revestimiento de mampostería en cunetas e=0.10m

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el acondicionamiento del terreno de las cunetas y su recubrimiento con concreto, para evitar filtraciones y facilitar el escurrimiento de las aguas, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el Proyecto.

MATERIALES

Los materiales para las cunetas revestidas deberán satisfacer los siguientes requerimientos:

a. Concreto

El concreto será de la clase definida en el Proyecto o aprobado por el Supervisor.

b. Material de relleno para el acondicionamiento de la superficie

Todos los materiales de relleno requeridos para el acondicionamiento de las cunetas, serán seleccionados de los cortes adyacentes o de las fuentes de materiales indicados en el Proyecto y aprobados por el Supervisor.

c. Sellante para juntas

Para el sello de las juntas se empleará material asfáltico o pre moldeado, cuyas características se establecen en las especificaciones AASHTO M-89, M-33, M-153 y M-30.

d. Traslado de concreto y material de relleno

Desde la zona de préstamo al lugar de las obras, se deberá humedecer adecuadamente los materiales y cubrirlos con una lona para evitar emisiones de material particulado.

Los montículos de material almacenados temporalmente se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos.

EQUIPO

Se deberá disponer de elementos para su conformación, para la excavación, carga y transporte de los materiales, así como equipos manuales de compactación.

REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Acondicionamiento de la cuneta en tierra

El Contratista deberá acondicionar la cuneta en tierra, de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas indicadas en el Proyecto o aprobadas por el Supervisor.

Los procedimientos para cumplir con esta actividad incluyen la conformación, suministro, colocación y compactación de los materiales de relleno que se requieran, para obtener la sección típica prevista en el Proyecto.

Colocación de encofrados

Acondionadas las cunetas en tierra, el Contratista instalará los encofrados de manera que las cunetas queden construidas con las secciones y espesores señalados en el Proyecto o aprobados por el Supervisor.

Elaboración del concreto

El Contratista deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto, elaborarla con la resistencia exigida, transportarla y entregarla

Construcción de la cuneta

Previo el retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie de la cuneta en tierra, se procederá a

colocar el concreto comenzando por el extremo inferior de la cuneta y avanzando en sentido ascendente de la misma.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS Criterios

a. Controles

El Supervisor deberá exigir que las cunetas en tierra queden correctamente acondicionadas, antes de colocar el encofrado y vaciar el concreto.

En relación con la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado.

MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro lineal (m), aproximado al décimo de metro, de cuneta satisfactoriamente elaborada y terminada, de acuerdo con la sección transversal, cotas y alineamientos indicados en el Proyecto y aprobadas por el Supervisor.

PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aprobada por el

Supervisor.

Ítem de pago	Unidad de Pago
Revestimiento de mampostería en cunetas	

Cuneta Rectangular Revestida de Concreto $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en acondicionar y recubrir con concreto las cunetas del proyecto en la zona urbana de acuerdo a formas, dimensiones y sitios señalados en los planos o determinados por el Supervisor.

MATERIALES

Los materiales para las cunetas rectangulares deben satisfacer los siguientes requerimientos:

(a) Concreto

El concreto será de resistencia $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

(b) Material de relleno para el acondicionamiento de la superficie

Todos los materiales de relleno requeridos para el acondicionamiento de las cunetas, serán seleccionados de cortes adyacentes.

(c) Sellantes para juntas

Para paños de cada 3m, cada junta de Construcción tendrá un ancho de 1cm y estará construida por un sello elastomérico de 1cm de espesor y de espuma sintética de poliuretano (tecnopor) para el resto de la junta.

EQUIPO

Al respecto, es aplicable todo lo que resulta pertinente de las partidas de Concreto y, además, se deberá disponer de elementos para su conformación, para la excavación, carga y transporte de los materiales, así como equipos manuales de compactación.

REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Acondicionamiento de la cuneta en tierra

Los procedimientos requeridos para cumplir con esta actividad incluirán la excavación, carga, transporte y disposición en sitios aprobados de materiales no utilizables, así como la conformación de los utilizables y el suministro, colocación y compactación de materiales de relleno requeridos, a juicio del Supervisor, para obtener la sección típica prevista.

Colocación de encofrados

Acondionadas las cunetas en tierra, se instalarán los encofrados asegurando que las cunetas queden construidas con las secciones y espesores señalados en planos o por el supervisor.

Elaboración del concreto

El contratista deberá obtener los materiales y diseñar la mezcla de concreto con la resistencia exigida. La mezcla será transportada y entregada conforme se indica en la especificación de Concretos.

Construcción de la Cuneta

Previo al retiro de cualquier materia extraña o suelta sobre la superficie de la cuneta en tierra, se procederá a colocar el concreto comenzando por el extremo inferior de la cuneta y avanzando en el sentido ascendente, verificando que su espesor sea, como mínimo el señalado en los planos.

Durante la construcción, se deberán dejar las juntas a intervalos y abertura indicados en planos u ordenados por el supervisor.

El concreto deberá ser compactado y curado conforme se establece en la especificación de Concretos.

El contratista deberá nivelar cuidadosamente las superficies para que la cuneta quede con la verdadera forma y dimensiones indicadas en los planos.

El material excedente de la construcción de la cuneta, será depositado en lugares de disposición final adecuados.

CONTROLES PARA LA ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

El supervisor efectuará los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el contratista.
- Verificar que se realice el traslado de los excedentes a los lugares determinados.
- En el caso de las cunetas y otras obras de drenaje que confluyen directamente a un río o quebrada, se deberán realizar obras civiles para decantar los sedimentos.
- Verificar que se cumplan las consideraciones ambientales incluidas en estas especificaciones.

MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro lineal (ml) de la cuneta.

Pago

El precio unitario deberá pagarse en metros lineales (ml).

Ítem de pago	Unidad de
Cuneta Rectangular Revestida de Concreto f'c =	Metro lineal

3.6.5.2. Alcantarilla TMC

Excavación de estructuras

DESCRIPCIÓN

Este trabajo comprende la ejecución de las excavaciones necesarias para la cimentación de estructuras, alcantarillas de TMC y de marco, muros, zanjas de coronación, canales, cunetas y otras obras de arte: comprende, además, el desagüe, bombeo, drenaje, entibado, apuntalamiento y construcción de ataguías, cuando fueran necesarias, así como el suministro de los materiales para dichas excavaciones y el subsiguiente retiro de entibados y ataguías.

Además, incluye la carga, transporte y descarga de todo el material excavado sobrante, de acuerdo con las presentes especificaciones y de conformidad con los planos de la obra y las órdenes del Supervisor.

Excavaciones para estructuras en material común: Comprende toda excavación de materiales sueltos, libres de rocas de gran volumen.

Excavaciones para estructura en material común bajo agua: Comprende toda excavación de material cubierta por "Excavaciones para estructura en material común" en donde la presencia permanente de agua dificulte los trabajos de excavación.

EQUIPO

Todos los equipos empleados deberán ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de las obras y al cumplimiento de esta especificación.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Se excavarán zanjas y las fosas para estructuras o bases de estructuras de acuerdo a los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los planos u ordenados por el Supervisor.

Las excavaciones que presenten peligro de derrumbes que puedan afectar la seguridad de los obreros o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, deberán entibarse convenientemente. Los entibados serán retirados antes de rellenar las excavaciones.

Uso de Explosivos

El uso de explosivos será permitido únicamente con la aprobación por escrito del Supervisor.

Utilización de los materiales excavados

Los materiales provenientes de las excavaciones deberán utilizarse para el relleno posterior alrededor de las obras construidas, siempre que sean adecuados para dicho fin.

Los materiales excedentes provenientes de las excavaciones, se depositarán en lugares que consideren las características físicas, topográficas y de drenaje de cada lugar. Se medirán los volúmenes de las excavaciones para ubicar las zonas de disposición final adecuadas a esos volúmenes.

Las zonas de depósito final de desechos se ubicarán lejos de los cuerpos de agua. No se colocará el material en lechos de ríos, ni a 30 metros de las orillas.

Tolerancias

En ningún punto la excavación realizada variará de la proyectada más de 2 centímetros en cota, ni más de 5 centímetros en la localización en planta.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

El Supervisor efectuará los siguientes controles:

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento del equipo a ser utilizado por el Contratista.
- ✓ Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajos aceptados.
- ✓ Controlar que no se excedan las dimensiones de la excavación según lo indicado en la presente especificación, referente a Método de Construcción.
- ✓ Medir los volúmenes de las excavaciones.
- ✓ Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en la presente especificación.

MEDICIÓN

La excavación para estructuras se medirá en metros cúbicos (m³).

PAGO

El volumen medido en la forma descrita anteriormente, será pagado al Precio Unitario del contrato por metro cúbico (m³).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Excavación de estructuras	Metro cúbico (m ³)

Encofrado y desencofrado

DESCRIPCIÓN

Esta partida comprende el suministro e instalación de todos los encofrados, las formas de madera y/o metal, necesarias para confinar y dar forma al concreto; en el vaciado del concreto de los diferentes elementos que conforman las estructuras y el retiro del encofrado en el lapso que se establece más adelante.

MATERIALES

Los encofrados podrán ser de madera o metálicas y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes y evitar desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Encofrado de superficies no visibles

Los encofrados de superficie no visibles pueden ser contruidos con madera en bruto, pero sus juntas deberán ser convenientemente calafateadas para evitar fugas de la pasta.

Encofrado de superficie visible

Los encofrados de superficie visibles hechos de madera laminada, planchas duras de fibras prensadas, madera machihembrada, aparejada y cepillada o metal, en la superficie en contacto con el concreto, las juntas deberán ser cubiertas con cintas, aprobadas por el Ingeniero Supervisor.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra los encofrados o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1.50 m).

Los encofrados deberán ser diseñados y contruidos en tal forma que resistan plenamente, sin deformarse, el empuje del concreto al momento del vaciado y el peso de la estructura mientras esta no sea auto portante.

El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de los encofrados, ni se deberá aplicar directamente a éstas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Las juntas de unión serán calafateadas, a fin de impedir la fuga de la lechada de cemento, debiendo cubrirse con cintas de material adhesivo para evitar la formación de rebabas.

Remoción de los encofrados

La remoción de encofrados de soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal que permita concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su propio peso.

Excepcionalmente si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio el siguiente cuadro puede ser empleado como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de encofrados y soportes:

- ✓ Estructuras para arcos 14 días
- ✓ Estructuras bajo vigas 14 días
- ✓ Soportes bajo losas planas 14 días
- ✓ Losas de piso 14 días
- ✓ Placa superior en alcantarillas de cajón 14 días
- ✓ Superficies de muros verticales 48 horas
- ✓ Columnas 48 horas
- ✓ Lados de vigas 24 horas
- ✓ Cabezales alcantarillas TMC 24 horas
- ✓ Muros, estribos y pilares 03 días

En el caso de utilizarse aditivos, previa autorización del Supervisor, los plazos podrán reducirse de acuerdo al tipo y proporción del acelerante que se emplee; en todo caso, el tiempo de desencofrado se fijará de acuerdo a las pruebas de resistencia efectuadas en muestras de concreto.

Acabado y reparaciones

Cuando se utilicen encofrados metálicos, con revestimiento de madera laminada en buen estado.

Limitaciones en la ejecución

Cuando la temperatura de los encofrados metálicos o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50°C), se deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

MEDICIÓN

El método de medición será el área en metros cuadrados (m^2).

PAGO

Se pagará el precio unitario por (m^2).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Encofrado y desencofrado	Metro cuadrado (m^2)

Concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2 + 30 \% \text{ PM}$.

(Ver Especificación de CONCRETOS)

Emboquillado de Mamp. De piedra $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$

DESCRIPCIÓN

Consiste en el suministro de piedras, para ser acomodadas y fijadas con el objeto de formar un pavimento en los cursos de agua, indicado en los planos o fuese ordenado por el Ingeniero Supervisor.

MATERIALES

Piedras: Las piedras serán de calidad y forma apropiadas, macizas, ser resistentes a la intemperie, durables, exentas de defectos estructurales y de sustancias extrañas y deberán conformarse a los requisitos indicados en los planos.

Pueden proceder de la excavación de la explanación o de fuentes aprobadas y provendrán de cantos rodados o rocas sanas, compactas, resistentes y durables.

El tamaño máximo admisible de las piedras, dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte el tamaño máximo de cualquier fragmento no deberá exceder de dos tercios ($2/3$) del espesor de la capa en la cual se vaya a colocar. Se puede usar Piedras Medianas de 4".

Resistencia a la abrasión

Al ser sometido al ensayo de Abrasión, gradación E, según norma de ensayo ASTM C-535, el material por utilizar en la construcción, no podrá presentar un desgaste mayor de cincuenta por ciento (50%).

Mortero: Será de cemento Portland $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.

EQUIPO

El equipo empleado para la construcción de enrocados, deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Supervisor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Luego de efectuados los trabajos de excavación para estructuras, se procederán a conformar la superficie mediante equipo pesado.

El grado de uniformidad deberá permitir la colocación del emboquillado de piedra en forma estable y segura.

No se permitirá que exista material suelto que pudiera ocasionar asentamientos indeseables.

Se procederán a acumular el material rocoso en cada tramo crítico con cierto acomodo de tal manera que las piedras queden embebidas en el mortero, hasta que las capas de piedras cumplan con las dimensiones indicadas en los planos del Proyecto o las indicadas por el Supervisor.

Tramo de Prueba

Antes de iniciar los trabajos, el Contratista propondrá al Supervisor el método de construcción que considere más apropiado para cada tipo de material por emplear, con el fin de cumplir las exigencias de esta especificación.

Se controlarán, además, mediante procedimientos topográficos, las deformaciones superficiales de los aliviaderos y emboquillados de piedra, después de cada pasada del equipo de compactación.

Limitaciones en la ejecución

La construcción de aliviaderos y emboquillados de piedra, no se llevará a cabo en instantes de lluvia o cuando existan fundados temores de que ella ocurra.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el
- ✓ Contratista.
- ✓ Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- ✓ Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- ✓ Comprobar que los materiales que se empleen en la construcción de los aliviaderos y emboquillados de piedra, cumplan los requisitos de calidad mencionados en la presente especificación.
- ✓ Controlar las dimensiones y demás requisitos exigidos a los aliviaderos y emboquillados de piedra.

Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales empleados para la construcción de aliviaderos y emboquillados de piedra y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- ✓ La granulometría.
- ✓ El desgaste Los Ángeles. **Calidad del producto terminado** El Supervisor exigirá que:
- ✓ Los aliviaderos y emboquillados de piedra terminados no acusen irregularidades a la vista.
- ✓ La distancia entre el eje del proyecto y el borde de los aliviaderos y emboquillados de piedra, no sea menor que la distancia señalada en los planos o modificada por él.

MEDICIÓN

Este trabajo será medido en metros cuadrados (m^2).

PAGO

Se pagará por metro cuadrado (m^2).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Emboquillado de Mamp. De piedra f'c 175	

Alcantarilla TMC

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo, armado y colocación de tubos de acero corrugado galvanizado, para el paso de agua superficial y desagües pluviales transversales. Comprende, además, el suministro de materiales, incluyendo todas sus conexiones o juntas, pernos, accesorios, tuercas y cualquier elemento necesario para la correcta ejecución de los trabajos. Comprende también la construcción del solado a lo largo de la tubería; las conexiones de ésta a cabezales u obras existentes o nuevas y la remoción y disposición satisfactoria de los materiales sobrantes.

MATERIALES

Tubería metálica corrugada (TMC)

Se denomina así a las tuberías formadas por planchas de acero corrugado galvanizado, unidas con pernos. Esta tubería es un producto de gran resistencia con costuras empernadas que confieren mayor capacidad estructural, formando una tubería hermética, de fácil armado; su sección puede ser circular, elíptica, abovedada o de arco.

Para los tubos, circulares y/o abovedados y sus accesorios (pernos y tuercas) entre el rango de doscientos milímetros (200 mm.) y un metro ochenta y tres (1.83 m.) de diámetro se seguirá la especificación AASHTO M-36.

EQUIPO

Se requieren, básicamente, elementos para el transporte de los tubos, para su colocación y ensamblaje, así como los requeridos para la obtención de materiales, transporte y construcción de una sub-base granular.

REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Calidad de los tubos y del material

Certificados de calidad y garantía del fabricante de los tubos

Antes de comenzar los trabajos, el Contratista deberá entregar al Supervisor un certificado original de fábrica, indicando el nombre y marca del producto que suministrará y un análisis típico del mismo, para cada clase de tubería.

Además, le entregará el certificado de garantía del fabricante estableciendo que todo el material que suministrará satisface las especificaciones requeridas, que llevará marcas de identificación

Reparación de revestimientos dañados

Aquellas unidades donde el galvanizado haya sido quemado por soldadura, o dañado por cualquier otro motivo durante la fabricación, deberán ser regalvanizadas, empleando el proceso metalizado descrito en el numeral 24 de la especificación AASHTO M-36.

Manejo, transporte, entrega y almacenamiento

Los tubos se deberán manejar, transportar y almacenar usando métodos que no los dañen.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Preparación del terreno base

Cuando el fondo de la alcantarilla se haya proyectado a una altura aproximadamente igual o, eventualmente, mayor a la del terreno natural, éste se deberá limpiar, excavar, rellenar, conformar y compactar, de acuerdo con lo especificado; de manera que la superficie compactada quede ciento cincuenta milímetros (150 mm) debajo de las cotas proyectadas del fondo exterior de la alcantarilla.

El material utilizado en el relleno deberá clasificar como corona de Terraplén y su compactación deberá ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación.

Requisitos de Resistencia al Aplastamiento y Absorción

Diámetro Interno de Diseño (mm)	Espesor mínimo de pared (mm)	Resistencia Promedio N/m (kg/m)	MTC E 901 Absorción Máxima (%) MTC E 902	Ancho de Solado (m)
450	38	32.4 (3300)	9,0	1.15
600	54	38.2 (3900)	9,0	1.30
750	88	44.1 (4500)	9,0	1.45

Los desechos ocasionados por la construcción de los pasos de agua, se eliminarán en los lugares señalados en el proyecto para éste fin. No debe permitirse el acceso de personas ajenas a la obra.

La excavación deberá tener una amplitud tal, que el ancho total de la excavación tenga una vez y media (1,5) el diámetro de la alcantarilla.

Solado

El solado se construirá con material de Sub-base granular.

Sobre el terreno natural o el relleno preparado se colocará una capa o solado de material granular, que cumplan con las características de material para Subbase, de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de espesor compactado, y un ancho igual al diámetro exterior de la tubería más seiscientos milímetros (600 mm).

Instalación de la alcantarilla

La alcantarilla TMC, corrugado y las estructuras de planchas deberán ser ensambladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

La alcantarilla se colocará sobre el lecho de material granular, conformado y compactado, principiando en el extremo de aguas abajo, cuidando que las pestañas exteriores circunferenciales y las longitudinales de los costados se coloquen frente a la dirección aguas arriba.

Relleno

Su compactación se efectuará en capas horizontales de ciento cincuenta a doscientos milímetros (150 mm – 200 mm) de espesor compacto, alternativamente a uno y otro lado de la alcantarilla, de forma que el nivel sea el mismo a ambos lados y con los cuidados necesarios para no desplazar ni deformar las alcantarillas.

Limpieza

Terminados los trabajos, el Contratista deberá limpiar, la zona de las obras y sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por el Supervisor, de acuerdo con procedimientos aprobados por éste.

Aguas y Suelos agresivos

Si las aguas que han de conducir las alcantarillas presentan un pH menor de seis (6) o que los suelos circundantes presenten

sustancias agresivas, los planos indicarán la protección requerida por ellos, cuyo costo deberá quedar incluido en el precio unitario de la alcantarilla.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ✓ Verificar que el Contratista emplee el equipo aprobado y comprobar su estado de funcionamiento.
- ✓ Comprobar que las alcantarillas y demás materiales y mezclas por utilizar cumplan los requisitos de la presente especificación.
- ✓ Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado.
- ✓ Verificar que el alineamiento y pendiente de la tubería estén de acuerdo con los requerimientos de los planos.
- ✓ Medir las cantidades de obra ejecutadas satisfactoriamente por el Contratista.
- ✓ Marcas

No se aceptará ningún tubo, a menos que el metal esté identificado por un sello en cada sección que indique:

- ✓ Nombre del fabricante de la lámina
- ✓ Marca y clase del metal básico
- ✓ Calibre o espesor
- ✓ Peso del galvanizado

Las marcas de identificación deberán ser colocadas por el fabricante de tal manera, que aparezcan en la parte exterior de cada sección de cada tubo.

- ✓ Calidad de la alcantarilla
- ✓ Constituirán el rechazo de las alcantarillas, estos defectos:
- ✓ Traslapes desiguales
- ✓ Forma defectuosa
- ✓ Variación de la línea recta central
- ✓ Bordes dañados
- ✓ Marcas ilegibles

Tamaño y variación permisibles

La longitud especificada de la alcantarilla será la longitud neta del tubo terminado, la cual no incluye cualquier material para darle acabado a la alcantarilla.

Solado y relleno

La frecuencia de las verificaciones de compactación será establecida por el Supervisor, quien no recibirá los trabajos si todos los ensayos que efectúe, no superan los límites mínimos indicados para el solado y el relleno.

MEDICIÓN

La longitud por la que se pagará, será el número de metros lineales (ml).

PAGO

Será pagada al precio unitario del contrato, por metro lineal (MI).

Ítem de pago	Unidad de Pago
ALCANTARILLAS TMC	Metro lineal (ml)

Relleno con material propio

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto y alcantarillas de cualquier tipo, previa la ejecución de las obras de drenaje y sub-drenaje contempladas en el proyecto o autorizadas por el Supervisor.

MATERIAL

Para el traslado de materiales es necesario humedecerlo adecuadamente y cubrirlo con una lona para evitar emisiones de material particulado y evitar afectar a los trabajadores y poblaciones aledañas de males alérgicos, respiratorios y oculares.

Los montículos de material almacenados temporalmente se cubrirán con lonas impermeables, para evitar el arrastre de partículas a la atmósfera y a cuerpos de agua cercanos.

EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para extracción, apilamiento, carguío en el área de explotación y/o planta, chancado, carguío para transporte a obra, transporte de agregados a obra, extensión, humedecimiento y compactación del Relleno para estructuras.

El equipo deberá estar ubicado adecuadamente en sitios donde no perturbe a la población y al medio ambiente y contar, además, con adecuados sistemas de silenciamiento, sobre todo si se trabaja en zonas vulnerables o se perturba la tranquilidad del entorno.

PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

El Supervisor exigirá al Contratista que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución entre las actividades de apertura de la zanja y de construcción del Relleno, de manera que aquella quede expuesta el menor tiempo posible y que las molestias a los usuarios sean mínimas.

Antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocarán el Relleno, deberán contar con la aprobación del Supervisor. El Contratista deberá notificar al Supervisor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos serán colocados.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después que el concreto haya alcanzado el 80% de su resistencia.

Los rellenos estructurales para alcantarillas de tubería de concreto podrán ser iniciados inmediatamente después de que el mortero de la junta haya fraguado lo suficiente para que no sufra ningún daño a causa de estos trabajos.

Siempre que el relleno se vaya a colocar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno.

Extensión y compactación del material

Los materiales de relleno, se extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, el cual deberá ser lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de un metro (1.0 m) de material relativamente seco.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, el Contratista deberá tomar las medidas adecuadas, pudiendo proceder a la desecación por aireación o a la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, como cal viva. En este último caso, deberá adoptar todas las precauciones que se requieran para garantizar la integridad física de los operarios.

Obtenida la humedad apropiada, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles a los equipos mecánicos, se autorizará el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se deberá continuar hasta lograr las densidades exigidas en la Subsección Aceptación de los Trabajos de la presente especificación.

La construcción de los rellenos, se deberá hacer con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a la estructura.

Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas de lluvia sin peligro de erosión.

LIMITACIONES EN LA EJECUCIÓN

Los rellenos y material filtrante para estructuras, sólo se llevarán a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, no sea inferior a dos grados Celsius (2 ° C) en ascenso.

Los trabajos de relleno de estructuras, se llevarán a cabo cuando no haya lluvia, para evitar que la escorrentía traslade material y contamine o colmate fuentes de agua cercanas, humedales, etc.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

(a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles principales:

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- ✓ Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- ✓ Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en la Subsección 605.02 de esta Sección.
- ✓ Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- ✓ Verificar la densidad de cada capa compactada. Este control se realizará en el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.
- ✓ Controlar que la ejecución del relleno contra cualquier parte de una estructura, solamente se comience cuando aquella adquiera la resistencia especificada.
- ✓ Medir los volúmenes de relleno y material filtrante colocados por el Contratista en acuerdo a la presente especificación.
- ✓ Vigilar que se cumplan con las especificaciones ambientales incluidas en esta sección.

(b) Calidad del producto terminado

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista. La cota de cualquier punto de la última capa de relleno, no deberá variar más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

En las obras concluidas no se admitirá ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico (m³).

PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por (m³).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Relleno para estructuras con material propio	Metro cúbico (m ³)

3.6.6. Señalización

3.6.7.1. Señales informativas

Paneles de señales informativas

DESCRIPCIÓN

Las señales informativas constituyen parte de la Señalización

Vertical Permanente.

Se utilizarán para guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. Tiene también por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc. y la información que ayude al usuario en el uso de la vía y en la conservación de los recursos naturales, arqueológicos humanos y culturales que se hallen dentro del entorno vial.

MATERIALES

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico.

EQUIPO

El contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Preparación de Señales Informativas

Las señales informativas serán de tamaño variable de plancha de fibra de 5 mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, el fondo de la señal será en lámina reflectiva grado Ingeniería color verde, el mensaje a transmitir y los bordes irán con material

reflectorizante de alta intensidad color blanco. Las letras serán recortadas en una pieza; no se aceptarán letras formadas con segmentos.

El panel de la señal será reforzado con perfiles en ángulo T según se detalla en los planos. Estos refuerzos estarán embebidos en la fibra de vidrio y formarán rectángulos de 0.65x0.65 como máximo.

MEDICIÓN

El trabajo se medirá por metro cuadrado (m²).

PAGO

Esta partida se abonará al precio unitario del contrato (m²).

Ítem de Pago	Unidad de Pago
Panel de señales informativas	m ²

Cimentación de señales informativas

DESCRIPCIÓN

Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm².

MEDICIÓN

La medición es por unidad (Und).

PAGO

Se pagará por la unidad de medida (Und).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Cimentación de señales informativas	Unidad (Und)

Tubos de D=3''

DESCRIPCIÓN

Los elementos de soporte de señales constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente.

MATERIALES

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico.

EQUIPO

El contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

a cimentación será de concreto ciclópeo $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$, de un metro de altura, la parte superior de las zapatas debe estar aproximadamente a 10 cm. Debajo del nivel del suelo; sobre las zapatas se constituirán pedestales de 0.25×0.25 , de un metro de altura de concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$, llevarán como refuerzo (4) cuatro fierros de $\frac{1}{4}$ "cada 20 cm.

Encima de los pedestales se colocarán planchas metálicas de $10'' \times 10'' \times \frac{3}{4}''$, que tendrán (4) cuatro huecos de $\frac{7}{8}''$ para ubicar los pernos de anclaje; sobre estas placas se apoyarán los tubos de $3''$ que conformarán el pórtico, los tubos se soldarán a las planchas y además tendrán unas aletas de $\frac{3}{8}''$ de $6''$ de alto y $3''$ de ancho (ver detalles en el plano) que irán soldadas al tubo y a la plancha.

A una altura de 1.70m se ubicará un tubo de $3''$ de longitud que servirá de base a la señal informativa y a una altura variable entre

0.60 y 1.00 mt, se colocará un segundo tubo horizontal de $3''$ que servirá como tope superior del aviso.

En ambos tubos horizontales se tendrán orejas de $\frac{3}{16}''$ y de $5''$ y $3''$ redondeadas y con orificios de $\frac{3}{8}''$ (ver detalles en los planos) para fijar los avisos.

MEDICIÓN

El trabajo se medirá por Metro lineal (ml).

PAGO

Esta partida se pagará al precio unitario de contrato (ml).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Tubos de 3”	Metro lineal (ml)

3.6.7.2. Señales reglamentarias

Señales reglamentarias

DESCRIPCIÓN

Las señales reglamentarias constituyen parte de la Señalización Vertical Permanente. Se utilizan para indicar a los usuarios las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al Reglamento de la Circulación Vehicular.

MATERIALES

Los materiales a emplear en las señales serán los que indiquen los planos y documentos del Expediente Técnico.

EQUIPO

El contratista deberá disponer del equipo y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

PREPARACIÓN DE LA SEÑALES REGLAMENTARIAS

Se confeccionarán con planchas de fibra de vidrio de 4 mm. De espesor, con una cara de textura similar al vidrio, el tamaño será el indicado en los planos de señalización, el fondo de la señal irá con material reflectorizante altas intensidad color blanco, círculo rojo con tinta xerográfica transparente, las letras, números, símbolos y marcas, serán pintados con tinta xerográfica color negro. Se utilizará el sistema de serigrafía.

La parte posterior de todos los paneles se pintará con dos manos de pintura esmalte color negro.

POSTES DE FIJACIÓN DE SEÑALES

Los postes de fijación serán de concreto, con una Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 Kg/cm^2 , tal como se indica en los planos, y serán pintados en fajas de 0.50 m. con esmalte de color negro y blanco; previamente se pasará una mano de pintura imprimante.

CIMENTACIÓN DE LOS POSTES

El Contratista efectuará las excavaciones para la cimentación de la instalación de las señales verticales de tránsito de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos y documentos del proyecto.

Las señales preventivas tendrán una cimentación con concreto ciclópeo (agregado ciclópeo, en proporción de 30% del volumen total, como máximo) con Resistencia mínima a la compresión a 28 días de 140 Kg/cm^2 y dimensiones de 0.60m.x 0.60 m. x 0.30 m. de profundidad.

MEDICIÓN

La medición es por unidad (Und).

PAGO

Será pagada al precio unitario del contrato (Und).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Señales reglamentarias	Unidad (Und)

3.6.7.3. Postes de kilometraje

Poste de kilometraje

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, manejo, almacenamiento, pintura e instalación de postes indicativos del kilometraje.

MATERIALES

Concreto

Los postes serán prefabricados y se elaborarán con un concreto de concreto de $f'c$ 175 kg/cm^2 . Para el anclaje del poste podrá emplearse un concreto ciclópeo $f'c$ 140 kg/cm^2 + 30 % de piedra mediana.

Refuerzo

La armadura de refuerzo cumplirá con lo indicado en los planos y documentos del proyecto.

PINTURA

El color de los postes será blanco y se pintarán con esmalte sintético. Su contenido informativo en bajorrelieve, se hará utilizando esmalte negro y caracteres del alfabeto serie C y letras de las dimensiones mostradas en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito para Calles y Carreteras del MTC".

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Fabricación de los postes

Los postes se fabricarán fuera del sitio de instalación, con un concreto y una armadura que satisfagan los requisitos de calidad y con la forma y dimensiones establecidas para el poste de kilometraje en el "Manual de Dispositivos de Control del Tránsito para Calles y Carreteras del MTC".

Ubicación de los postes

Los postes se colocarán en los sitios que indiquen los planos del proyecto o señale el Supervisor, como resultado de mediciones efectuadas por el eje longitudinal de la carretera. La colocación en el caso de carreteras de una pista bidimensional se hará en el costado derecho de la vía para los kilómetros pares y en el izquierdo para el kilometraje impar.

Excavación

Las dimensiones de la excavación para anclar los postes en el suelo deberán ser las indicadas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras del MTC.

Colocación y anclaje del poste

El poste se colocará verticalmente de manera que su leyenda quede perpendicular al eje de la vía.

Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la colocación de postes de kilometraje en instantes de lluvia, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de ésta se encuentre demasiado húmedo, a juicio del Supervisor.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

(a) Controles

Durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor efectuará los siguientes controles:

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento del equipo empleado por el Contratista.
- ✓ Comprobar que los materiales y mezclas satisfagan las exigencias de la presente especificación.
- ✓ Verificar que los postes tengan las dimensiones correctas y que su instalación esté conforme con los planos y las exigencias de esta especificación.
- ✓ Contar, para efectos de pago, los postes correctamente elaborados e instalados.

(b) Calidad de los materiales

El Supervisor no admitirá tolerancias en relación con los requisitos establecidos en los Materiales de Construcción para los diversos materiales que conforman los postes y su anclaje.

(c) Excavación

La excavación no podrá tener dimensiones inferiores a las establecidas en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito para Calles y Carreteras del MTC.

(d) Instalación del poste

Los postes de kilometraje sólo serán aceptados por el Supervisor.

(e) Dimensiones del poste

No se admitirán postes cuyas dimensiones sean inferiores a las indicadas en el "Manual de Dispositivos de Control para Tránsito en Calles y Carreteras del MTC".

Tampoco se aceptarán si una o más de sus dimensiones exceden las indicadas en el manual en más de dos centímetros (2 cm).

MEDICIÓN

Los postes de kilometraje se medirán por unidad (Und).

PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato. (Und).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Postes de kilometraje	Unidad (Und)

3.6.7.4. Marcas en el pavimento

Marcas en el pavimento

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de marcas permanentes sobre un pavimento terminado. Son elementos que permiten fijar los anchos útiles de la vía sobre todo en horario nocturno.

MATERIALES

Pintura a emplear en marcas viales

Las marcas permanentes serán del Tipo II: Marcas retroreflectiva con pintura de tráfico con base de agua 100% Acrílico. La pintura deberá ser pintura de tránsito blanca en los bordes y señales en el pavimento y amarilla en el eje de la vía.

Retroreflectividad de las pinturas de tránsito

La retroreflectividad de las pinturas con la finalidad de que las marcas en el pavimento mejoren su visibilidad durante las noches o bajo condiciones de oscuridad o neblina, se consigue por medio de la aplicación de microesferas de vidrio que pueden ser premezcladas o post mezcladas con la pintura y que deben reunir las características de calidad y tamaño que se dan en la presente especificación.

Pintura de tráfico con base de agua, 100% acrílico (Tipo II)

La pintura de tránsito con base de agua está conformada por el 100% de polímero acrílico y debe ser una mezcla lista para ser usada sobre pavimento asfáltico o de concreto portland.

Reflectancia Diurna

Con respecto a óxido de magnesio standard.

- ✓ 84% para pintura blanca.
- ✓ 55% para pintura amarilla.
- ✓ La pintura a utilizar contendrá microesferas de vidrio, a continuación, se describe sus características.

MICROESFERAS DE VIDRIO

Las microesferas de vidrio constituyen el material que aplicado a las pinturas de tránsito producen su retroreflectividad por la incidencia de las luces de los vehículos mejorando la visibilidad nocturna o condiciones de restricciones de iluminación como los producidos por agentes atmosféricos.

APLICACIÓN

Variables a considerar para obtener la mejor aplicación:

PROCESOS DE APLICACIÓN

Para obtener la mejor performance de las microesferas de vidrio en cuanto a retroreflectividad de los mismos deberán estar convenientemente embebidas en la materia. Pueden ser aplicadas por tres procesos:

a) Por aspersion

Las microesferas son extendidas en la superficie de la señalización a través de dispositivos neumáticos (a presión) sea a presión directa o por succión.

b) Por gravedad

Las microesferas son transferidas del silo de almacenaje de las máquinas o de los carros manuales, a través de su peso propio y son extendidas en la superficie de la señalización a través de dispositivos adecuados.

c) Manualmente

Las microesferas de vidrio serán extendidas sobre el material recién aplicado, con el impulso de las manos, este proceso solamente debe ser empleado cuando fuera imposible la utilización de los otros dos procesos, pues no hay una perfecta distribución de las esferas en la superficie del material, ni consistencia en el anclaje, lo que representa un inconveniente en términos de obtención de la máxima retroreflectividad.

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA

a) Las Microesferas de Vidrio almacenadas en obra

Deberán ser enumeradas o registradas con la finalidad de obtener una identificación (número de saco) y muestreo representativo de c/u de ellos.

b) Obtención de muestras de Microesferas de Vidrio para

Ensayos de Calidad

Se escogerá cualquiera de los sacos almacenados para realizar un muestreo con el fin de obtener una muestra representativa para realizar los ensayos en Laboratorio.

c) Identificación de las muestras

Las microesferas de vidrio muestreadas deben ser empacadas en recipientes secos a prueba de humedad, cada paquete debe contener la siguiente información:

- ✓ Nombre del Proyecto.
- ✓ Identificación de la muestra (Nº saco).
- ✓ Nombre del fabricante.
- ✓ Marca - tipo - sello.
- ✓ Nº de lote.

d) Parámetros considerados para un mejor Control de

Calidad en Obra

Para un buen control de calidad en obra (Inspección y la evaluación de la señalización vial horizontal) debe considerarse:

- Materiales
- Equipos
- Pavimento
- Pre-marcación
- Condiciones ambientales
- Preparación de material
- Dimensiones
- Retroreflectividad
- Espesores

DIMENSIONES

Las líneas o bandas pintadas sobre el pavimento deben ser lo suficientemente visibles para que un conductor pueda maniobrar el vehículo con un determinado tiempo de pre visualización.

Las dimensiones de línea o banda que se debe aplicar al pavimento, así como de las flechas y las letras tienen que ser de las dimensiones indicadas en los planos.

MARCAS PINTADAS

Las marcas pintadas con material que corresponde a los tipos de pintura definidos deben tener un espesor húmedo mínimo de 15 mils 0,38 mm, medida sin aplicar microesferas de vidrio o con una tasa de aplicación de pintura de 2,5 - 2,7 m² por litro de pintura.

(a) Clasificación

Las microesferas de vidrio según la norma AASHTO M-247 se clasifica de acuerdo a su tamaño o gradación según lo indicado en la Tabla de Gradación de Microesferas de Vidrio.

La aplicación de las microesferas estará de acuerdo con el espesor de la pintura, debiendo garantizarse una flotabilidad entre 50 y 60% a fin de garantizar la máxima eficiencia de retroreflectividad de las microesferas aplicadas.

(b) Esfericidad

Las microesferas de vidrio deberán tener un mínimo de 70% de esferas reales.

(c) Índice de Refracción

Las microesferas de vidrio deben tener un índice de refracción mínimo de 1.50.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Las superficies sobre las cuales se vayan a aplicar las marcas tienen que ser superficies limpias, secas y libres de partículas sueltas, lodo, acumulaciones de alquitrán o grasa, u otros materiales dañinos.

Cada máquina deberá ser capaz de aplicar dos rayas separadas, que sean continuas o discontinuas a la misma vez, Cada tanque de pintura deberá estar equipada con válvulas de cierre satisfactorias

que apliquen rayas continuas o discontinuas automáticamente. Cada boquilla deberá tener un dispensador automático de microesferas de vidrio que deberá operar simultáneamente con la boquilla rociadora y distribuir las microesferas en una forma uniforme a la velocidad especificada.

Cuando se apliquen en el eje dos franjas longitudinales paralelas deben estar separadas a una distancia de cien milímetros (100 mm.) medidos entre los bordes interiores de cada línea.

Se instalarán los bordes exterior e interior de las curvas, tachas bidireccionales de color blanco, siendo el espaciamiento de ellas lo indicado en los planos y/o metrados del detalle de señalización y 48 m antes y después de las curvas horizontales, siendo el espaciamiento de acuerdo a lo indicado en los planos.

Para colocar las tachas se prepara la superficie libre de polvo y elementos extraños, luego se aplicará una resina epóxica en el lugar seleccionado distribuyéndola uniformemente se colocará la tacha en la posición previamente determinada aplicando una suave presión para forzar a la resina que se expanda alrededor de la tacha.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos para su aceptación estarán sujetos a lo siguiente:

(a) Controles

El supervisor efectuará los siguientes controles:

- ✓ Verificar el estado de funcionamiento del equipo utilizado por el Contratista.
- ✓ Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- ✓ Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados y las dimensiones aplicadas.
- ✓ Comprobar los espesores de aplicación de los materiales y la adecuada velocidad del equipo.
- ✓ Comprobar que la tasa de aplicación de las microesferas de vidrio se halla dentro de las exigencias del proyecto.
- ✓ Comprobar que todos los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos.
- ✓ Evaluar y medir para efectos de pago las marcas sobre el pavimento correctamente aplicadas y aceptadas.

(b) Calidad de los Materiales

Las marcas en el pavimento solo se aceptarán si su aplicación está de acuerdo con las indicaciones de los planos, documentos del proyecto y de la presente especificación. Todas las dimensiones de las líneas de eje, separadora de carriles y laterales símbolos, letras, flechas y otras marcas deben tener las dimensiones indicadas en los planos.

MEDICIÓN

La unidad de medición será el metro cuadrado (m²).

PAGO

Será pagada al precio unitario contratado en la partida (m²).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Marcas en el pavimento	Metro Cuadrado (m ²)

3.6.7. Transporte de Material

3.6.8.1. Transporte de mat. Excedente >1km

DESCRIPCIÓN

Bajo estas partidas se considera el material en general que requieren ser transportados de un lugar a otro de la obra.

CLASIFICACIÓN

El transporte se clasifica según el material transportado, que puede ser:

- ✓ Proveniente de excedentes de corte a botaderos.
- ✓ Escombros a ser depositados en los botaderos.
- ✓ Proveniente de excedentes de corte transportados para uso en terraplenes y sub-bases.
- ✓ Proveniente de derrumbes, excavaciones para estructuras y otros.
- ✓ Proveniente de canteras para terraplenes, sub-bases, bases, enrocados.

MATERIALES

Los materiales a transportarse son:

Materiales provenientes de la excavación de la explanación

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes de las excavaciones requeridas para la explanación y préstamos. También el material excedente a ser dispuesto en botaderos.

Materiales provenientes de derrumbes

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción.

Materiales provenientes de Canteras

Forma parte de este grupo todos los materiales granulares naturales, procesados o mezclados que son destinados a formar terraplenes, capas granulares de estructuras de pavimentos, tratamientos superficiales y sellos de arena-asfalto.

Escombros

Este material corresponde a los escombros de demolición de edificaciones, de pavimentos, estructuras, elementos de drenaje y cualquier otro que no vayan a ser utilizados en la obra. Estos materiales deben ser trasladados y dispuestos en los Depósitos de Deshecho indicados en el Proyecto o autorizados por el Supervisor.

La cobertura deberá ser de un material resistente para evitar que se rompa o se rasgue y estar sujeta a las paredes exteriores del contenedor o tolva, en forma tal que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o tolva.

EQUIPO

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del Supervisor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo.

Los vehículos encargados del transporte deberán en lo posible evitar circular por zonas urbanas. Además, debe reglamentarse su velocidad, a fin de disminuir las emisiones de polvo al transitar por vías no pavimentadas y disminuir igualmente los riesgos de accidentalidad y de atropellamiento.

El lavado de los vehículos deberá efectuarse de ser posible, lejos de las zonas urbanas y de los cursos de agua.

Se prohíbe la permanencia de personal en la parte inferior de las cargas suspendidas.

MÉTODO DE TRABAJO

La actividad de la presente especificación implica solamente el transporte de los materiales a los sitios de utilización o desecho, según corresponda, de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del Supervisor, quien determinará cuál es el recorrido más corto y seguro para efectos de medida del trabajo realizado.

ACEPTACIÓN DE LOS TRABAJOS

Los trabajos serán recibidos con la aprobación del Supervisor considerando:

(a) Controles

- ✓ Verificar el estado y funcionamiento de los vehículos de transporte.
- ✓ Comprobar que las ruedas del equipo de transporte que circule sobre las diferentes capas de pavimento se mantengan limpias.
- ✓ Exigir al Contratista la limpieza de la superficie en caso de contaminación atribuible a la circulación de los vehículos empleados para el transporte de los materiales.
- ✓ Determinar la ruta para el transporte al sitio de utilización o desecho de los materiales.

(b) Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Supervisor sólo medirá el transporte de materiales autorizados de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y sus instrucciones.

MEDICIÓN

La unidad de medida será el metro cúbico - kilómetro (m^3 -km).

PAGO

El pago se de esta partida se realizará según la unidad de medida (m^3 km.)

3.6.8. Mitigación de impacto ambiental

3.6.9.1. Acondicionamiento de botaderos

DESCRIPCIÓN

La partida comprende la disposición y acondicionamiento de material excedente en la zona de los DME, para lo cual se deberá proceder a efectuar el trabajo de manera tal que no disturbe el ambiente natural y más bien se restituyan las condiciones originales, con la finalidad de no introducir impactos ambientales negativos en la zona.

CONSIDERACIONES GENERALES

Se debe colocar la señalización correspondiente al camino de acceso y en la ubicación del lugar del depósito mismo. Los caminos de acceso, al tener el carácter provisional, deben ser construidos con muy poco movimiento de tierras y poner una capa de lastrado para facilitar el tránsito de los vehículos en la obra.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Antes de colocar los materiales excedentes, se deberá retirar la capa orgánica del suelo hasta que se encuentre una capa que permita soportar el sobrepeso inducido por el depósito, a fin de evitar asentamientos que pondrían en peligro la estabilidad del lugar de disposición. El material vegetal removido se colocará en sitios adecuados (revegetación) que permita su posterior uso para las obras de restauración de la zona.

El lugar elegido no deberá perjudicar las condiciones ambientales o paisajísticas de la zona o donde la población aledaña quede expuesta a algún tipo de riesgo sanitario ambiental.

Los materiales excedentes que se obtengan de la construcción de la carretera deberán ser retirados en forma inmediata de las áreas de trabajo y colocados en las zonas indicadas para su disposición final.

La disposición de los materiales de desechos será efectuada cuidadosamente y gradualmente compactada por tanda de vaciado, de manera que el material particulado originado sea mínimo.

Los daños ambientales que origine la empresa contratista, deberán ser subsanados bajo su responsabilidad.

MEDICIÓN

Será medido en metros cúbicos (m³).

PAGO

Serán pagadas al precio unitario del contrato (m³).

Ítem de pago	Unidad de Pago
Acondicionamiento de botaderos	Metro Cúbico (m ³)

3.6.9.2. Restauración de canteras

DESCRIPCIÓN

Se refiere a las tareas conducentes a lograr la recuperación morfológica de las condiciones originales dentro de lo posible de las canteras que han sido explotadas por el Contratista para la construcción de carreteras, incluyendo la conservación del material orgánico extraído antes de la explotación y debidamente conservado, la plantación o reimplante de pastos y/o arbustos y recomposición de la capa vegetal o materia orgánica, según sea el caso.

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

Cuando las obras hayan concluido parcial o totalmente, el Contratista estará obligado a la Recuperación Ambiental de todas las canteras afectadas por la construcción y el Supervisor a su control y verificación.

Topografía

Las áreas afectadas correspondientes a las áreas de canteras, deben ser materia de levantamientos topográficos antes y después de la explotación según se estipula en la especificación Topografía y Georreferenciación referente a Canteras.

Adecuación de Canteras

Para cada cantera se deberá diseñar un adecuado sistema y programa de aprovechamiento del material, de manera de producir el menor daño al ambiente. Mediante el uso de maquinaria se buscará dejar las canteras en condiciones que no provoquen riesgo ambiental alguno.

Caminos de acceso y desvíos

Las áreas ocupadas por los caminos de acceso a las canteras, plantas, campamentos, así como los desvíos y caminos provisionales, también deben ser recuperadas, debiendo nivelarse y revegetarse el área afectada.

MEDICIÓN

Esta partida se medirá en hectáreas (ha).

PAGO

El pago se hará efectivo hasta el 50% del monto ofertado para la partida. El 50% restante será cancelado al término de todos los trabajos

de construcción de la carretera.

Ítem de pago	Unidad de Pago
RESTAURACIÓN DE CANTERAS	Hectáreas (ha)

3.6.9.3. Restauración de campamento y patio de maquinaria

DESCRIPCIÓN

Este trabajo consistirá en restaurar las áreas ocupadas por los campamentos levantados.

ELIMINACIÓN DE DESECHOS

Los desechos producto del desmantelamiento serán trasladados a los depósitos de relleno acondicionados para tal fin.

CLAUSURA DE SILOS Y RELLENO SANITARIOS

La clausura de silos y rellenos sanitarios, utilizando para ello el material excavado inicialmente, cubriendo el área afectada y compactando el material que se use para rellenar.

RECUPERACIÓN DE LA MORFOLOGÍA

Se procede a realizar el re-nivelado del terreno, asimismo las zonas que hayan sido compactadas deben ser humedecidos y removidas, acondicionándolo de acuerdo al paisaje circundante.

COLOCADO DE UNA CAPA SUPERFICIAL DE SUELO ORGÁNICO

Se ejecuta utilizando el material superficial (suelo orgánico) de 20 -25 cm., que inicialmente fue retirado y almacenado, antes de la construcción del campamento.

REVEGETALIZACIÓN

Una vez colocado la capa superficial de suelo orgánico se inicia el proceso de revegetalización del terreno, con la especie nativa de la zona, siendo su propagación con material vegetativo mediante “champas” con el fin de lograr integrar nuevamente la zona al paisaje original.

MEDICIÓN

La medición es por hectárea (ha).

PAGO

Se efectuará al precio unitario del contrato para la partida.

Ítem de pago	Unidad de Pago
Restauración de campamento y patio de máquinas	Hectárea (ha)

3.7. Análisis de costos y presupuestos

3.7.1. Resumen de metrados

Ítem	Descripción	Unid	Total
01	OBRAS PROVISIONALES		
01.01	CARTEL DE OBRA 3.60x7.20	und	1.00
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00
01.03	TOPOGRAFIA Y GEOREFEREENCIA	Km	4.647
01.04	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	5.000
01.05	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	m2	2,000.00
01.06	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES	glb	1.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	2.79
02.02	CORTE DE TERRENO A NIVEL DE SUB RASANTE C/MAQUINARIA	m ³	143,564.89
02.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO C/MAQUINARIA	m ³	12,047.64
02.04	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m ²	41,619.01
03	PAVIMENTOS		
03.01	MATERIAL GRANULAR PARA BASE C/MAQUINARIA	m ³	8,705.99
03.02	MATERIAL GRANULAR PARA BASE C/MAQUINARIA	m ³	6,237.55
03.03	MICROPAVIMENTO, e=2.5 cm	m ²	32,529.00
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE		
04.01	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO		
04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL EN CUNETAS	m	6,797.00
04.01.02	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE CUNETAS	m	6,797.00
04.01.03	REVESTIMIENTO DE CUNETA DE CONCRETO, e=7.5cm	m ³	770.10
04.01.04	JUNTA DE DILATAACION e=1"	m	3,039.62
04.02	ALCANTARILLAS		
04.02.01	EXCAVACION PARA ALCANTARILLA	m ³	176.46
04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ALCANTARILLAS	m ²	219.30
04.02.03	CONCRETO F'C=175KG/CM2 + 30% PIEDRA MEDIANA	m ³	53.78
04.02.04	ALCANTARILLA TMC 24", 32" Y 40"	m	95.70
04.02.05	RELLENO PARA ALCANTARILLA CON MATERIAL PROPIO	m ³	127.98
05	TRANSPORTE DE MATERIALES		
05.01	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES ENTRE 120 m Y 1000 m.	m ³ -km	94,725.64
05.02	TRANSPORTE DE MATERIALES EXCEDENTES A MÁS DE 1000 m.	m ³ -km	60,014.23
05.03	TRANSPORTE DE MATERIAL DE BASE ENTRE 120 m Y 1000 m	m ³ -km	10,555.98
05.04	TRANSPORTE DE MATERIAL DE BASE A MÁS DE 1000 m.	m ³ -km	143,766.53
05.03	TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUB-BASE ENTRE 120 m Y 1000 m	m ³ -km	7,520.40
05.04	TRANSPORTE DE MATERIAL DE SUB-BASE A MÁS DE 1000 m.	m ³ -km	102,413.40
06	SEÑALIZACIÓN		
06.01	SEÑALIZACION VERTICAL		
06.01.01	SEÑALES REGLAMENTARIAS	unid	1.00
06.01.02	SEÑALES PREVENTIVAS	unid	38.00
06.01.03	SEÑALES INFORMATIVAS	unid	2.00
06.01.04	HITOS KILOMÉTRICOS	unid	4.00
06.02	SEÑALIZACION HORIZONTAL		
06.02.01	PINTURA BLANCA	m ²	929.40
06.02.02	PINTURA AMARILLA	m ²	269.53
07	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL		
07.01	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADERO	m ³	131,517.25
07.02	RESTAURACION DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS	ha	0.20
07.03	AFECTACIONES PREDIALES	glb	1.00

3.7.2. Presupuesto general

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				104,755.29
01.01	CARTEL DE OBRA 3.60x7.20	und	1.00	1,578.31	1,578.31
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	6,981.74	6,981.74
01.03	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	4.65	1,405.43	6,535.25
01.04	MANTENIMIENTO DE TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL	mes	5.00	8,973.76	44,868.80
01.05	CAMPAMENTO PROVISIONAL DE OBRA	m2	2,000.00	14.26	28,520.00
01.06	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES	glb	1.00	16,271.19	16,271.19
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				673,888.16
02.01	DESBROCE Y LIMPIEZA DE TERRENO	ha	2.79	2,747.18	7,664.63
02.02	EXCAVACION DE MATERIAL SUELTO	m3	143,564.89	3.84	551,289.18
02.03	RELLENO MASIVO CON MATERIAL PROPIO	m3	12,047.64	5.36	64,575.35
02.04	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUB-RASANTE	m2	41,619.01	1.21	50,359.00
03	PAVIMENTOS				816,600.07
03.01	AFIRMADO PARA BASE	m3	8,705.99	18.75	163,237.31
03.02	AFIRMADO PARA SUB BASE	m3	6,237.55	22.61	141,031.01
03.03	MICROPAVIMENTO E=1"	m2	32,529.00	15.75	512,331.75
04	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE				283,347.63
04.01	CUNETAS				227,976.78
04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN TERRENO NORMAL EN CUNETAS	m	6,797.00	0.61	4,146.17
04.01.02	CONFORMACION Y PERFILADO CUNETAS	m	6,797.00	0.67	4,553.99
04.01.03	CONCRETO Fc=175 kg/cm2	m3	770.10	258.49	199,063.15
04.01.04	JUNTA DE DILATAION e=1"	m	3,039.62	6.65	20,213.47
04.02	ALCANTARILLAS MTC				55,370.85
04.02.01	EXCAVACION PARA ALCANTARILLA	m3	176.46	2.10	370.57
04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ALCANTARILLAS	m2	219.30	34.25	7,511.03
04.02.03	CONCRETO F'c=175KG/CM2 + 30% PIEDRA MEDIANA	m3	53.78	248.69	13,374.55
04.02.04	ALCANTARILLA TMC 36"	m	95.70	337.61	32,309.28
04.02.05	RELLENO PARA ALCANTARILLA CON MATERIAL PROPIO	m3	129.98	13.89	1,805.42
05	TRANSPORTE DE MATERIAL				1,614,942.38
05.01	TRANSPORTE DE MAT. EXCEDENTE <1KM	m3k	94,725.64	3.23	305,963.82
05.02	TRANSPORTE DE MAT. EXCEDENTE > 1KM	m3k	60,014.23	1.16	69,616.51
05.03	TRANSPORTE DE MATERIAL AFIRMADO	m3k	264,256.30	4.69	1,239,362.05
06	SEÑALIZACION				30,981.76
06.01	SEÑALIZACION VERTICAL				15,779.33
06.01.01	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	1.00	376.87	376.87
06.01.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	38.00	362.76	13,784.88
06.01.03	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2.00	588.79	1,177.58
06.01.04	HITOS KILOMETRICO	und	4.00	110.00	440.00
06.02	SEÑALIZACION HORIZONTAL				15,202.43
06.02.01	SEÑALIZACION HORIZONTAL	m2	1,198.93	12.68	15,202.43
07	MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL				113,830.56
07.01	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADERO	m3	105,213.80	0.56	58,919.73
07.02	RESTAURACION DE CAMPAMENTO Y PATIO DE MAQUINAS	ha	0.20	24,554.16	4,910.83
07.03	AFECTACIONES PREDIALES	glb	1.00	50,000.00	50,000.00
	COSTO DIRECTO				3,638,345.85
	GRASTOS GENERALES (10%)				363,834.59
	UTILIDAD (5%)				181,917.29
	SUB TOTAL				4,184,097.73
	IMPUESTO (IGV 18%)				753,137.59
	TOTAL PRESUPUESTO				4,937,235.32

SON : CUATRO MILLONES NOVECIENTOS TRENTISIETE MIL DOSCIENTOS TRENTICINCO Y 32/100 NUEVOS SOLES

3.7.3. Cálculo de partida costo de movilización

A. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS TRANSPORTADOS

Equipos	Peso Tn	Cantidad	N° DE VIAJES	
			Cama baja 25 tn	Cama Baja 16 tn
TRACTOR DE ORUGAS DE 190 - 240 HP	20.520	1	1	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 7 - 9 TN	11.100	2		2
MOTONIVELADORA 250 HP	18.370	1	1	
RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 5.5 - 20 TN	5.500	2		2
COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 4 HP	0.095	4		
MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	17.000	2	2	
MARTILLO NEUMATICO DE 25 - 29 Kg	0.024	4		
CARGADOR SOBRE LLANTAS 200 - 250 HP HP 4-4.1 yd3	20.830	2	2	
ESTACIÓN TOTAL	0.009	2		
NIVEL TOPOGRAFICO	0.007	2		1
TOTAL DE VIAJES			6	5
COSTO DE ALQUILER DE EQUIPO			220.63	215
			MOVILIZACION EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)	1,323.78
			DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)	1,075.00
			SEGURO DE TRANSPORTE	132.38
				107.50
			MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO TRANSPORTADO	5,037.44

B. MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS AUTOTRANSPORTADO

EQUIPOS AUTOTRANSPORTADO	CANTIDAD	HM (S/.)	DISTANCIA (KM)	VELOCIDAD	HORAS	PARCIAL
CAMIÓN VOLQUETE 12 m3	4	223.42	45	50	0.90	804.31
CAMIÓN CISTERNA 4 x 2 (agua) 2000 gl	1	135.05	45	50	0.90	121.55
						MOVILIZACIÓN EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)
						925.86
						DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPO TRANSPORTADO (S/.)
						925.86
						SEGURO DE TRANSPORTE
						92.59
						MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO AUTOTRANSPORTADO
						1,944.30

S/. 6,981.74

Flete materiales

PESO MATERIALES	und	cant.	peso unt.	peso
Alambre negro recocido N° 8	kg	144	1	144
Cemento portland tipo I (42.5kg)	bol	7,129	42.5	302,983
yeso de 28 kg	bol	12	28	336
				303,463

flete terrestre

capacidad del camion (m3)	15
costo viaje	S/. 1,200.00
capacidad del camion (kg)	20,000
flete por kg	S/. 0.15

N° de viajes 15.17 **16**

flete por peso S/. 19,200.00

flete sin IGV **S/. 16,271.19**

3.7.4. Análisis de costos unitarios

Los análisis unitarios se pueden observar en los anexos.

3.7.5. Relación de insumos

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	765.1105	19.86	15,195.09
0101010004	OFICIAL	hh	2,992.3787	16.31	48,805.70
0101010005	PEON	hh	14,956.4626	14.66	219,261.74
0101030000	TOPOGRAFO	hh	37.2000	22.60	840.72
					284,103.25
MATERIALES					
02010500010004	ASFALTO LIQUIDO RC-250	gal	404.2695	12.00	4,851.23
02010500010006	DISOLVENTE XILOL	gal	35.9679	3.00	107.90
0203020002	FLETE TERRESTRE	glb	1.0000	16,271.19	16,271.19
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	143.8600	3.39	487.69
0204020009	ANGULO DE ACERO LIVIANO DE 1" X 1" X 3/16"	m	93.5983	3.51	328.53
0204030005	TUBO DE ACERO 3"	m	7.0800	12.71	89.99
02041200010009	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg	145.3600	3.64	529.11
02041600010003	PLATINA DE ACERO 1" X 1/8"	m	33.1500	3.79	125.64
0204180009	PLANCHA ACERO 3.2mm X 1.22m X 2.40 m	pln	0.5000	156.78	78.39
0204180010	PLANCHA GALVANIZADA DE 1/16"	m2	0.7200	128.81	92.74
02042900010008	ALCANTARILLA METALICA CIRCULAR TMC Ø=36"	m	100.4850	262.71	26,398.41
0207010005	PIEDRA MEDIANA	m3	18.8230	21.19	398.86
0207010013	GRAVA DE CANTO RODADO	m3	450.9828	29.66	13,376.15
02070200010003	ARENA GRUESA PUESTA EN OBRA	m3	442.7440	29.66	13,131.79
02070200010004	ARENA FINA PUESTA EN OBRA	m3	9.4228	29.66	279.48
0207030002	HORMIGON PUESTA EN OBRA	m3	80.3600	29.66	2,383.48
02070400010001	MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE	m3	7,485.0600	10.59	79,266.79
02070400010002	MATERIAL GRANULAR PARA BASE	m3	10,447.1880	10.59	110,635.72
02070500010002	TIERRA DE CHACRA	m3	100.0000	3.50	350.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	191.9942	5.00	959.97
0210010001	FIBRA DE VIDRIO DE 4 mm ACABADO	m2	14.0400	12.00	168.48
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	7,128.4607	17.71	126,245.04
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol	11.4470	11.86	135.76
0216020011	GRASS	m2	210.0000	12.00	2,520.00
0219040002	DADO DE CONCRETO (F'c = 175 Kg/cm2)	m3	0.3840	221.13	84.91
0228030002	CALAMINA GALVANIZADA, e=0.25 mm.	pln	240.0000	37.20	8,928.00
02310000010006	PALOS DE EUCALIPTOS 3M	pza	240.0000	9.00	2,160.00
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	361.5500	5.20	1,880.06
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE CORTE	p2	337.7220	5.20	1,756.15
0231040002	ESTACAS DE MADERA	p2	232.5000	5.20	1,209.00
0231050001	TRIPLAY	pln	46.3160	32.54	1,507.12
02380100020002	LIJA DE FIERRO #60	plg	2.0000	2.12	4.24
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal	1.8898	52.46	99.14
0240020016	PINTURA DE TRAFICO	gal	119.8930	32.00	3,836.58
02400600100001	TINTA SERIGRAFICA NEGRA	gal	0.3123	22.00	6.87
0240070001	PINTURA ANTICORROSIVA	gal	1.5400	44.07	67.87
0255080015	SOLDADURA	kg	2.6550	11.78	31.28
0263040002	POSTE DE SOPORTE PARA SEÑALES	und	78.0000	65.00	5,070.00
0267110010	LAMINA REFLECTIVA ALTA INTENSIDAD	jgo	194.8800	29.66	5,780.14
0272070038	PERNO DE 1/4"x2 1/2"	und	80.0000	4.49	359.20
0292010004	CORDEL (ROLLO)	rll	46.5000	18.20	846.30
0293010001	GIGANTOGRAFIA BANNER	m2	28.5100	33.00	940.83
0293040005	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.0000	6,981.74	6,981.74
0293040022	HITOS DE KILOMETRAJE	und	4.0000	110.00	440.00
0293040023	REFORESTACION DE BOTADERO	m2	105,213.8000	0.10	10,521.38
0293040024	REPOSICION DE TERRENO VEGETAL PARA BOTADEROS	m2	105,213.8000	0.11	11,573.52
0293040025	REMOCION DEL TERRENO VEGETAL	m2	105,213.8000	0.16	16,834.21
0293040026	RELLENO COMPACTADO CON TRACTOR	m3	105,213.8000	0.19	19,990.62
0293040027	AFECCIONES PREDIALES	glb	1.0000	100,000.00	100,000.00
0293040028	MICROPAVIMENTO 2.5 cm	m2	34,155.4500	15.00	512,331.75
0293050001	BANDERINES	und	30.0000	17.37	521.10
0293050002	LAMPARA INTERMITENTE	und	20.0000	103.39	2,067.80
0293050003	CONO DE SEGURIDAD	und	20.0000	19.50	390.00
0293050004	CILINDRO DE SEGURIDAD	und	10.0000	49.53	495.30
0293050005	LETREROS - AVISOS DE TRANSITO	pza	20.0000	219.46	4,389.20
0293050006	TRANQUERA	und	20.0000	60.59	1,211.80
					1,121,528.45
EQUIPOS					
0301000021	ESTACION TOTAL	hm	101.0918	12.71	1,284.88
0301000022	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	37.2000	5.76	214.27
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			7,415.44

03011000060003	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 ton.	hm	417.9601	123.80	51,743.46
0301100007	PLANCHA COMPACTADORA	hm	51.9920	9.01	468.45
0301100009	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP	hm	2.4704	120.00	296.45
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3	hm	564.5148	144.14	81,369.16
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	769.5078	203.39	156,510.19
03011800020001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	hm	880.1517	245.58	216,147.65
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	417.9602	170.00	71,053.23
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	9,106.2060	169.49	1,543,410.85
03012200050003	CAMION CISTERNA 3000 gl (AGUA)	hm	277.7697	119.39	33,162.92
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	370.9133	12.75	4,729.14
0301360002	EQUIPO DE SOLDADURA	hm	52.2654	2.23	116.55
0302010001	CHALECO DE SEGURIDAD	und	10.0000	25.42	254.20
					2,168,176.84
Total				S/.	3,573,808.54

3.7.6. Fórmula polinómica

Indice	Descripción	% Inicio	% Saldo	Agrupamiento
02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.025	5.421	+71+65+61+56+54+51+09+30+43+37
04	AGREGADO FINO	0.326	0.000	
05	AGREGADO GRUESO	5.043	5.369	+04
09	ALCANTARILLA METALICA	0.642	0.000	
13	ASFALTO	12.579	12.579	
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	3.075	3.640	+32
30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)	3.912	0.000	
32	FLETE TERRESTRE	0.565	0.000	
37	HERRAMIENTA MANUAL	0.180	0.000	
39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	13.043	13.043	
43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	0.207	0.000	
47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	6.933	6.933	
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	11.745	11.745	
49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	41.270	41.270	
51	PERFIL DE ACERO LIVIANO	0.011	0.000	
54	PINTURA LATEX	0.098	0.000	
56	PLANCHA DE ACERO LAC	0.002	0.000	
61	PLANCHA GALVANIZADA	0.219	0.000	
65	TUBERIA DE ACERO NEGRO Y/O GALVANIZADO	0.002	0.000	
71	TUBERIA DE FIERRO FUNDIDO	0.123	0.000	
Total		100.000	100.000	

FÓRMULA K

$$K = 0.069*(Mr / Mo) + 0.054*(Ar / Ao) + 0.090*(ACr / ACo) + 0.126*(Ar / Ao) + 0.414*(Mr / Mo) + 0.117*(Mr / Mo) + 0.130*(Ir / Io)$$

Monomio	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.069	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.054	100.000	A	02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO
3	0.090	60.000	AC	05	AGREGADO GRUESO
		40.000		21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
4	0.126	100.000	A	13	ASFALTO
5	0.414	100.000	M	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
6	0.117	100.000	M	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
7	0.130	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

IV. DISCUSIÓN

El presente diseño de carretera motivo de investigación, está enmarcado dentro de los parámetros de diseño de la normativa nacional vigente que concierne a la elaboración de proyectos de infraestructura vial, estableciendo todos los parámetros necesarios para su diseño y funcionamiento dentro del tiempo de vida del proyecto.

Con respecto al relieve del terreno en la zona que abarca el proyecto, se obtuvo una orografía accidentada (Tipo 3) de pendientes transversales entre 51% a 100%, pero con pendientes longitudinales de terreno para la vía de 2% hasta 6% siendo para este tipo de pendientes una orografía es accidentada, requiriendo de importantes movimientos de tierra según el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG (2018). Además, según Enríquez (2014), esta topografía es típica de la sierra, en su investigación encontró una topografía y pendiente relativamente pronunciadas.

Con lo referido al estudio de suelos del terreno en la cual se plasma este diseño, se obtuvieron muestras de suelo en lugares donde no se interfiera al tráfico y en lugares estratégicos a cada kilómetro, como lo establece el Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) para carreteras de bajo volumen de tránsito con $IMDA \leq 200$ veh/día, a una profundidad de 1.50m para obtener información del tipo de suelo de la zona.

En cuanto a la clasificación del suelo encontrado se determinaron suelos GC - CL - SM, clasificación SUCS, siendo la mayoría arcillosos de mediana plasticidad entre $IP=10$ a $IP=20$, con un CBR promedio al 100% de la subrasante de 32.36%, que fue obtenido por similitud de los valores de los CBR en las muestras ensayadas según lo indicado el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos (2014). Además, fue clasificada como una subrasante excelente según su categoría por $CBR > 30\%$. En cambio, los datos obtenidos por Acosta y Becerra (2014), quienes tuvieron suelos predominantemente arcillosos con un CBR de diseño de la subrasante de 10.15% y fue calificada como buena por ser un CBR mayor a 10%.

De los datos del estudio de cantera se cuenta con un material granular, fragmentos de roca, grava y arena el cual no presenta índice de Plasticidad; la humedad es de 0.63% y el CBR al 100% es de 73.25%, este material es bueno para ser usado como sub base del pavimento de la carretera. De la cantera para base se tiene un material similar, la humedad es de 1.25% con CBR al 100% de 87.90%, determinando que se cuenta con un suelo muy resistente de

buena calidad y capacidad. El CBR de estas canteras son adecuadas para usarlas en la estructura del pavimento como indica el Manual de Carreteras: Suelo, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014) para base mayor o igual a 80% y para subbase mayor o igual a 40%.

En cuanto al diseño del pavimento, se determinó un tráfico de vehículos pesados de repetición de ejes equivalentes igual a 141 429 EE, siendo clasificado como un tráfico TP0 y un CBR de diseño de la sub rasante de 11.92% se determinó colocar como alternativa de diseño un pavimento de 25mm de espesor de micropavimento, una capa de 23 cm de espesor de material seleccionado para base con CBR 80% y una capa de 15 cm de material para subbase de CBR 40%, todo esto de acuerdo con la metodología de diseño de pavimentos flexibles dispuesto en el Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014).

Con lo que respecta al diseño geométrico de la carretera y drenaje, la clasificación de este fue de tercera clase y para el diseño se consideró una velocidad de diseño de 30 Km/h, un ancho de calzada de 6 m, ancho de bermas de 0.5 m con inclinación de 4%, un bombeo de 2.5%, peraltes máximos de 12% y normales de 8%, pendientes longitudinales de hasta 10%, radios mínimos de 25 m, longitud de tramos en tangente mínima de 42 m y máximo de 500 m, una distancia de visibilidad de parada entre 29 a 35 m como mínimo las cuales fueron superadas en todos los tramos, taludes de corte (H:V) de acuerdo al material lateral a la vía de 1:2 y en cuanto a los taludes de relleno (V:H) de 1:1.5, así también se diseñaron cunetas triangulares (ancho x profundidad) de acuerdo al suelo y taludes de 0.40x1.00m, alcantarillas de paso entre 36” a 68” de diámetro y de alivio de 32” de diámetro.

Todo lo antes mencionado se realizó acorde al diseño y parámetros que manda el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG (2018) y normas complementarias. De igual modo, en lo que respecta al diseño geométrico los resultados obtenidos por la Municipalidad Distrital de Sartimbamba (2015) en el diseño de una carretera de bajo volumen de tránsito en el Centro poblado La Victoria, tomó como parámetros similares una velocidad de diseño de 30 km/h, ancho de calzada de 4.50m por el menor tránsito de diseño, bermas de 0.5 m, peralte máximo de 8%, bombeo de 2.5% y taludes de corte (H:V) 1.5:1, cunetas de 0.40x1.00 (profundidad x ancho) y alcantarillas de 36” de diámetro.

Para dar seguridad, a las personas y vehículos en la transitabilidad de la vía, se determinó colocar señales tanto verticales como horizontales. Las señales verticales consideradas son

señales de reglamentación, prevención y de información las cuales indican al conductor sobre las restricciones, geometría y lugares de la zona. También se colocará hitos kilométricos y señales horizontales que son las líneas longitudinales.

Por otro lado, el estudio del impacto ambiental del proyecto se realizó a través de la identificación de los impactos ambientales negativos en las fases del proyecto con una matriz de causa- efecto de Leopold, para determinar los de mayor magnitud e importancia que modifican las características del medio susceptible a alterarse, y que sirvieron para realizar los planes de mitigación, contingencias y cierre del proyecto. Se tuvo como resultado que en la etapa de construcción se daban mayores impactos negativos que se mitigarían con el término del proyecto generando impactos positivos. El Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG (2018) precisa identificar impactos negativos y positivos que generaría el mejoramiento de la carretera, e indica establecer la solución para mitigar los impactos que puedan producirse por su funcionamiento.

El presupuesto del proyecto es de S/. 4 937 235.32, monto para el mejoramiento de dos tramos de longitud total de 4.647km resultando el costo por km de S/. 1 062 456.49.

V. CONCLUSIONES

1. Se realizó el levantamiento topográfico y se determinó la topografía u orografía en accidentado (tipo 3).
2. Se realizó el estudio de Suelos determinando el Tipo de suelo en un GC-SM (SUCS) o A-4(0) (AASHTO), con CBR promedio al 100% de 32.36%.
3. Se realizó el estudio Hidrológico, con datos de la estación hidrometeorológica (SENAMHI) del distrito de UNION AGUA BLANCA, y se diseñó las obras de arte, proyectando en el tramo, cunetas de 0.40mx1.00m, 5 alcantarillas de paso y 6 alcantarillas de alivio.
4. Se efectuó el diseño geométrico considerando a la vía como carretera de tercera clase. En el tramo se adoptó una velocidad de 30km/h con una pendiente longitudinal máxima de 10%.
5. Se realizó el estudio de Impacto ambiental, encontrando impactos negativos, los cuales serán mitigados y/o prevenidos, e impactos positivos, estos generan en la población el desarrollo económico y la calidad de vida.
6. Se elaboró el presupuesto general del proyecto obteniendo:

Costo directo	: S/. 3 638 345.85
Gastos generales (10%)	: S/. 363 834.59
Utilidad (5%)	: S/. 181 917.29
Subtotal	: S/. 4 184 097.73
IGV (18%)	: S/. 753 137.59
Presupuesto	: S/. 4 937 235.32

VI. RECOMENDACIONES

1. El módulo resiliencia M_r del suelo de la subrasante se debe determinar por ensayos y no por correlación con el %CBR de la subrasante según lo dispuesto en el Manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014).
2. Para suelos cohesivos como los encontrados en el EMS, es recomendable compactarlos con rodillo liso.
3. Se deberá realizar evaluaciones y manteniendo del pavimento, en dos etapas 10 años cada una, según se fijó en este proyecto.
4. La ejecución de la obra se debe realizar tomando en cuenta las condiciones climáticas del lugar como en temporadas de lluvia (diciembre- abril) para evitar tener problemas constructivos.

REFERENCIAS

1. ACOSTA, Diego y BECERRA, José. Diseño A Nivel De Afirmado De La Carretera Vecinal Ruta Li-848 Tramo: Empalme Vía Nacional Pe-10b, Paccha-Uchubamba-Yaman, Distrito De Chungay-Provincia De Sánchez Carrión-Región La Libertad. Tesis para el título de Ingeniero civil. Trujillo. Perú. 2014.
2. ALCÁNTARA, Dante. Topografía y sus Aplicaciones. 1ra ed. Compañía Editorial Continental. México. 2014.
3. ALVA y VÁSQUEZ (2014) “Diseño Para El Mejoramiento De La Carretera a Nivel De Afirmado Entre Los Caseríos Pueblo Libre – Independencia, Distrito De Agallpampa – Otuzco – La Libertad”.
4. BELTRÁN, Álvaro. Libro de texto: Costos y Presupuestos. Instituto Tecnológico de Tepic. México. 2012.
5. CAMA, Patricia. Mejoramiento De La Carretera Emp. Pe-3n (Laguna Sausacocho)-Puente Pallar- Chagual-Tayabamba-Puente Huacrachuco Y Los Ramales Puente Pallar- Calemar Y Tayabamba-Quiches-Emp.Pe-12a (Dv.Sihuas). Estudio de pre inversión a nivel de perfil del proyecto. Sánchez Carrión. Perú. 2015.
6. DONETT, Cesar y CUBA, Anthony. Diseño De La Carretera Pampatac-Colpa Yanazarina Distrito De Huamachuco Provincia De Sánchez Carrión La Libertad. Tesis para el título de Ingeniero civil. Trujillo. Perú. 2012.
7. ENRIQUEZ Carranza (2014) “Diseño Para El Mejoramiento De La Carretera Huayllagual – Cruz Verde, Distrito De Curgos, Sánchez Carrión – La Libertad”.
8. GÓMEZ, Domingo y GÓMEZ, Teresa. Evaluación de Impacto Ambiental. 3ra ed. Ediciones Mundi prensa. España. 2013.
9. MARTINEZ, Edgar. Construcción De La Trocha Carrozable Fustan Bajo – Chusgon, Distrito De Marcabal – Provincia De Sanchez Carrion – La Libertad. Estudio de pre inversión a nivel de perfil del proyecto. Sánchez Carrión. Perú. 2013.
10. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Manual de Carreteras Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Lima. Perú. 2013.

ANEXOS

Anexo 1: Serie Historica de Precipitaciones Maximias en 24 horas (mm)

SERIE HISTORICA DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS (mm)														
ESTACIÓN LIVAS														
DEPARTAMENTO:		CAJAMARCA		LATITUD:		7° 4' 49"		TIPO:		CONVENCIONAL				
PROVINCIA:		SAN MIGUEL		LONGITUD:		79° 2' 26"				METEREOLÓGICA				
DISTRITO:		UNION AGUA BLANCA		ALTITUD:		1 940 m.s.n.m.								
REGIS.	AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MAX. ANUAL
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	AGOSTO	AGOSTO
1	1984	35.0	40.5	47.5	18.0	10.1	8.5	6.5	3.2	3.0	11.1	27.0	9.0	47.5
2	1985	7.8	11.0	44.5	10.5	7.0	8.5	0.0	0.0	13.0	4.5	0.0	9.0	44.5
3	1986	22.5	13.7	8.9	23.4	0.0	0.0	0.0	9.2	0.0	2.2	15.1	11.7	23.4
4	1987	42.6	37.0	16.0	0.0	0.0	0.0	3.6	1.6	6.0	2.6	16.4	2.0	42.6
5	1988	24.3	25.2	9.5	13.0	1.8	0.0	0.0	0.0	9.6	3.5	12.4	4.3	25.2
6	1989	26.1	37.0	22.6	17.1	4.6	1.5	0.0	2.5	3.9	14.3	3.8	0.0	37.0
7	1990	22.0	14.0	19.0	7.0	2.0	7.4	0.0	0.0	5.0	17.5	12.8	13.8	22.0
8	1992	27.3	28.3	29.3	30.3	31.3	32.3	33.3	34.3	35.3	36.3	37.3	38.3	38.3
9	1993	20.1	74.7	44.4	19.8	7.7	0.0	0.4	0.6	3.1	8.2	9.3	8.5	74.7
10	1994	16.4	34.8	65.3	22.6	2.6	6.8	2.5	0.0	2.6	4.4	31.2	23.3	65.3
11	1995	42.6	22.2	21.1	9.5	2.5	6.3	1.1	0.0	3.5	11.7	3.1	19.1	42.6
12	1996	14.5	53.6	31.5	10.9	0.4	0.0	0.0	2.3	0.2	7.8	4.3	6.9	53.6
13	1997	6.9	21.7	18.8	11.0	1.0	5.4	0.0	0.0	5.8	12.0	17.0	52.4	52.4
14	1998	64.8	78.6	52.9	43.8	6.9	0.0	0.0	0.5	5.2	13.5	5.3	25.5	78.6
15	1999	25.1	33.0	28.2	11.0	5.7	4.3	3.7	0.0	8.3	2.5	3.7	13.0	33.0
16	2000	12.3	22.6	22.4	11.6	11.9	4.1	0.0	0.0	1.2	0.0	7.9	13.7	22.6
17	2001	15.9	18.8	74.4	24.4	14.0	1.8	0.0	0.0	8.3	1.7	4.6	6.9	74.4
18	2002	16.9	65.7	35.5	32.2	6.6	0.0	0.6	0.0	2.7	7.2	18.5	8.7	65.7
19	2003	15.0	20.5	17.7	11.9	4.4	2.3	0.0	0.0	4.7	1.2	14.0	20.6	20.6
20	2004	8.0	16.5	35.0	4.1	3.0	1.8	0.7	0.9	1.9	7.6	4.4	11.2	35.0
21	2005	10.2	13.1	34.7	4.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.4	5.2	2.0	5.7	34.7
22	2006	22.9	30.4	38.7	7.6	2.0	2.1	0.0	6.3	1.0	0.5	8.8	25.0	38.7
23	2007	24.4	6.1	21.2	8.6	2.7	0.0	0.0	0.6	1.1	7.8	6.8	4.1	24.4
24	2008	17.3	52.4	51.2	61.7	1.8	0.0	0.0	0.7	3.3	6.6	12.1	7.6	61.7
25	2009	24.2	24.3	15.9	2.9	8.1	3.4	0.6	0.0	0.6	4.1	11.1	3.8	24.3
26	2010	8.8	44.5	40.9	22.4	5.8	0.0	0.0	0.6	2.0	12.2	2.9	4.6	44.5
27	2011	10.5	26.1	14.9	23.9	3.1	0.0	2.5	0.0	4.3	4.8	4.3	16.1	26.1
28	2012	15.9	42.0	28.9	18.3	4.0	1.2	0.0	0.0	4.9	6.1	13.8	17.8	42.0
29	2013	10.7	24.0	44.0	3.4	22.4	1.0	2.0	0.8	0.8	4.8	0.0	6.6	44.0
30	2014	22.3	15.0	32.3	16.8	6.2	3.3	1.9	2.0	4.4	7.9	9.6	14.1	32.3
PROMEDIO		20.0	32.8	33.6	17.5	6.5	3.4	2.0	2.1	4.6	8.2	9.9	14.7	43.5
PREC. MIN		6.9	6.1	14.9	2.9	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	20.6
PREC. MAX		64.8	78.6	74.4	61.7	31.3	32.3	33.3	34.3	35.3	36.3	37.3	52.4	78.6

Anexo 2: Coeficientes de Escorrentía

TABLA: Coeficientes de escorrentia metodo racional

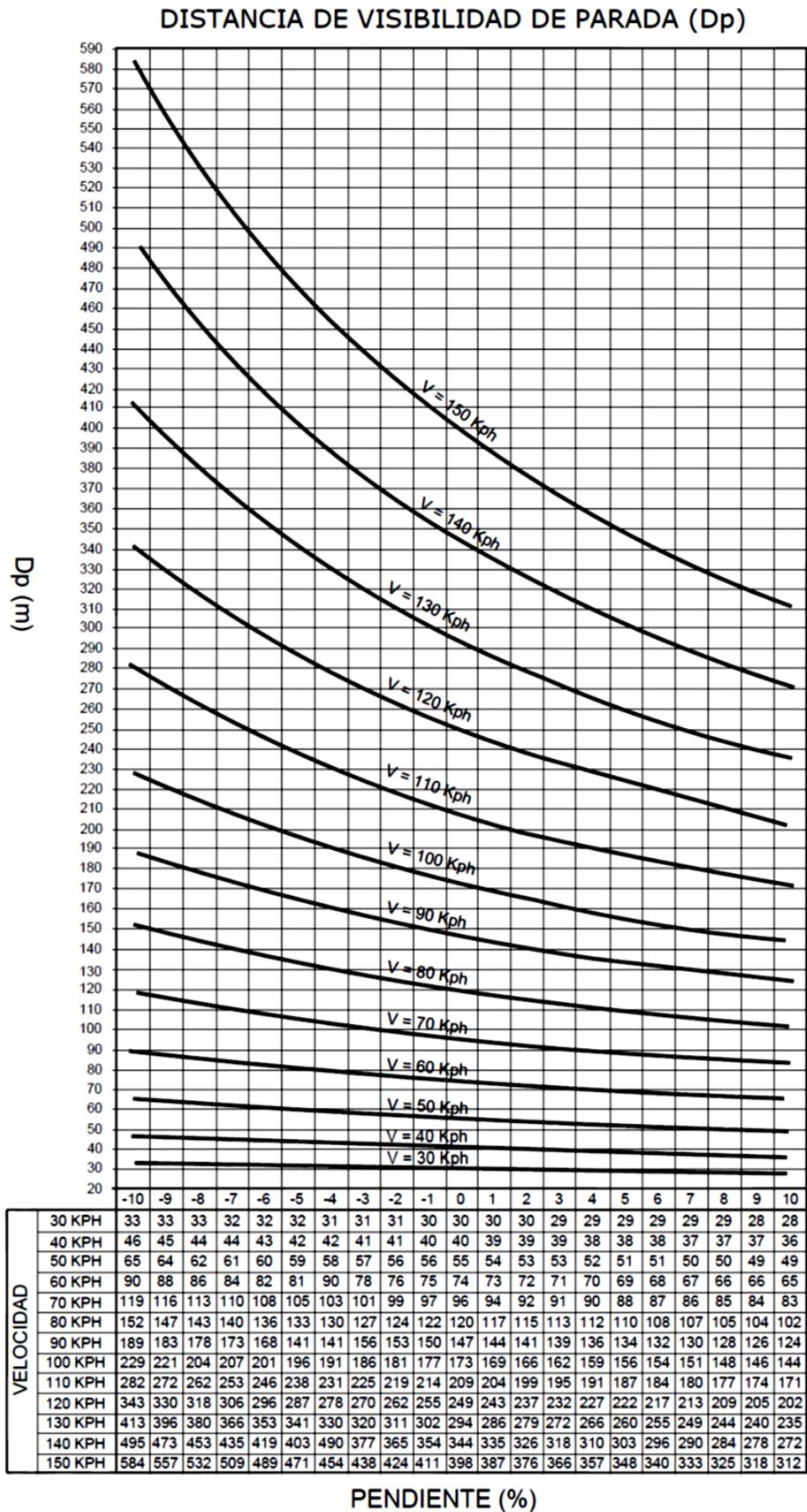
COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		> 50%	> 20%	>5%	>1%	<1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetacion ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, densa vegetacion	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA
Pavimento Asfáltico y Concreto	0.70 – 0.95
Adoquines	0.50 – 0.70
Superficie de Grava	0.15 – 0.30
Bosques	0.10 – 0.20
Zonas de vegetación densa	
• Terrenos granulares	0.10 – 0.50
• Terrenos arcillosos	0.30 – 0.75
Tierra sin vegetación	0.20 – 0.80
Zonas cultivadas	0.20 – 0.40

Anexo 3: Valores del coeficiente de Manning

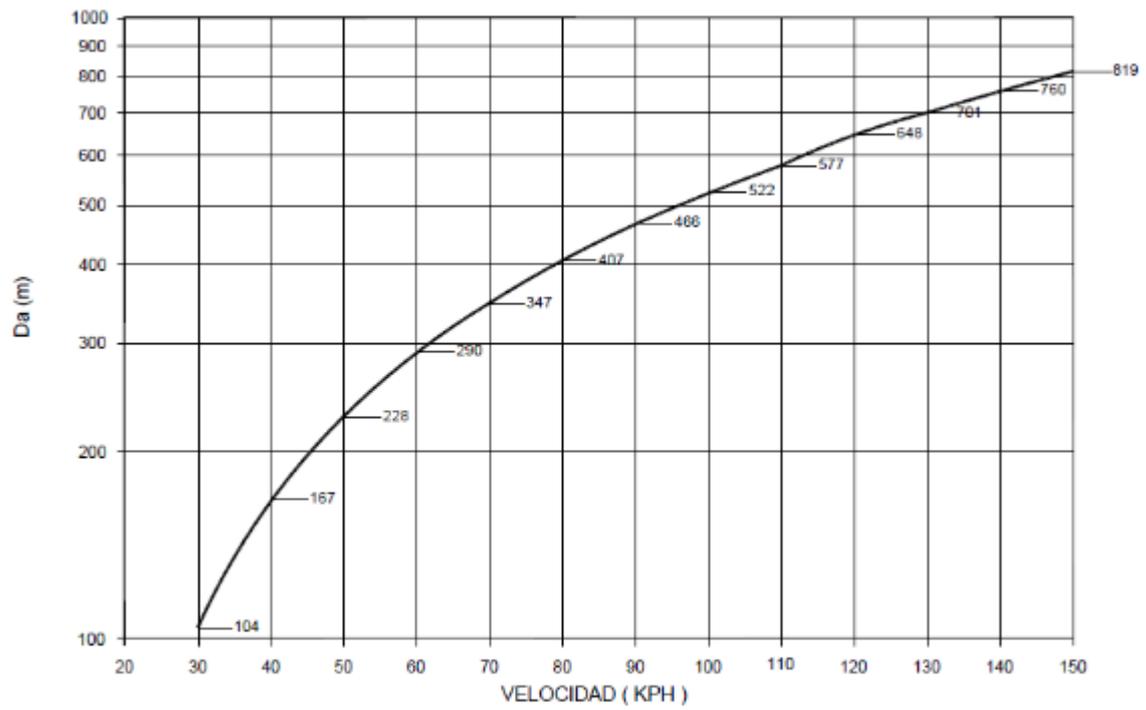
TIPO DE CANAL	Mínimo	Normal	Máximo
Tubo metálico corrugado	0.021	0.024	0.030
Tubo de concreto	0.010	0.015	0.020
Canal revestido en concreto alisado	0.011	0.015	0.017
Canal revestido en concreto sin alisar	0.014	0.017	0.020
Canal revestido albañilería de piedra	0.017	0.025	0.030
Canal sin revestir en tierra o grava	0.018	0.027	0.030
Canal sin revestir en roca uniforme	0.025	0.035	0.040
Canal sin revestir en roca irregular	0.035	0.040	0.050
Canal sin revestir con maleza tupida	0.050	0.080	0.120
Río en planicies de cauce recto sin zonas con piedras y malezas	0.025	0.030	0.035
Ríos sinuosos o torrentosos con piedras	0.035	0.040	0.600

Anexo 4: Distancia de Visibilidad de Parada (Dp)



Anexo 5: Distancia de Visibilidad de Paso (Da)

Distancia de visibilidad de paso (Da)



V (kph)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Da (m)	110	170	230	290	350	410	470	530	580	650	700	760	820

Anexo 6: Longitudes de tramos en tangente

Longitudes de tramos en tangente

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

Dónde:

$L_{\text{mín.s}}$: Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

$L_{\text{mín.o}}$: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

$L_{\text{máx}}$: Longitud máxima deseable (m).

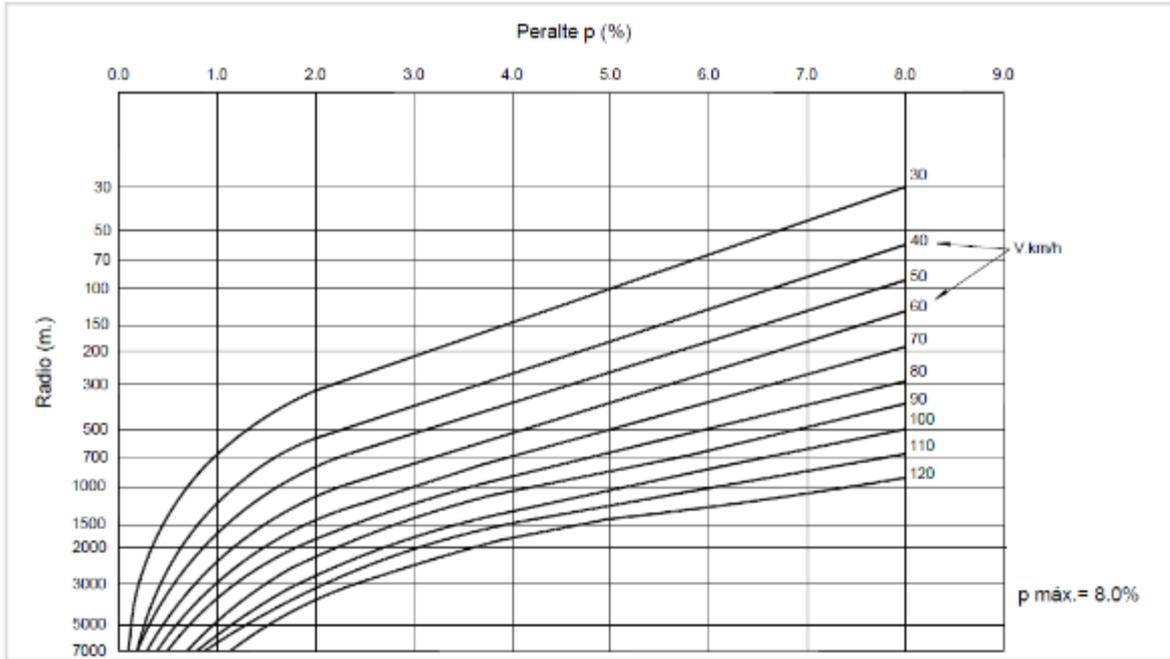
V : Velocidad de diseño (km/h)

Anexo 7: Radio mínimo y peraltes máximos para diseño de carretera

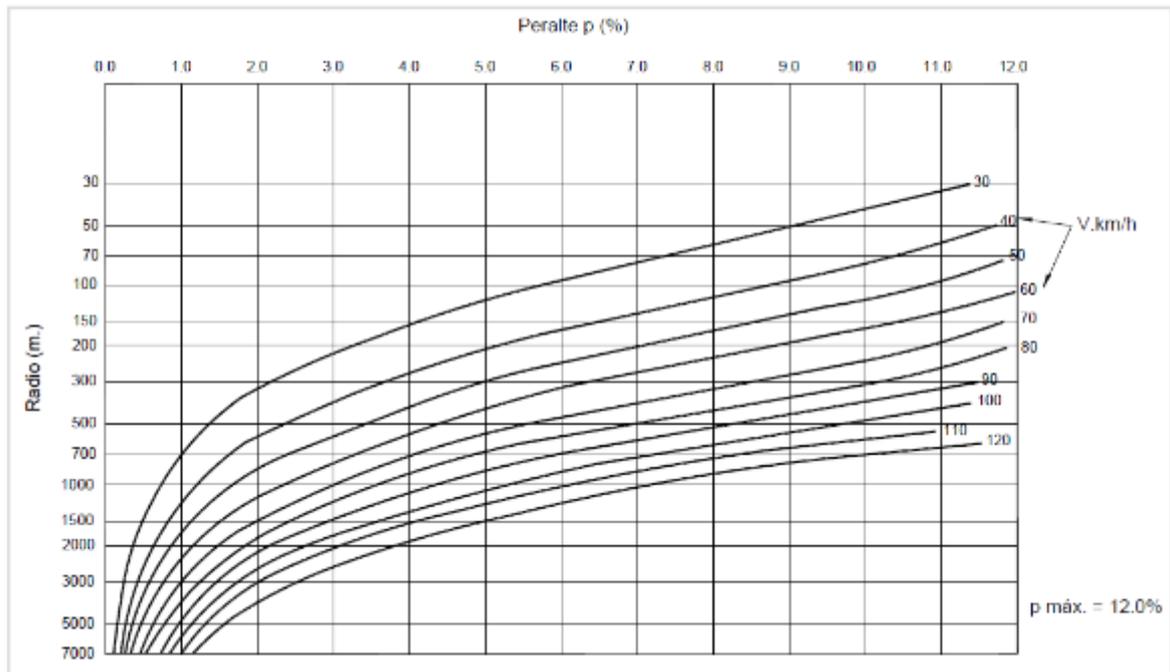
Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (plano u ondulada)	30	8,00	0,17	28,3	30
	40	8,00	0,17	50,4	55
	50	8,00	0,16	82,0	90
	60	8,00	0,15	123,2	135
	70	8,00	0,14	175,4	195
	80	8,00	0,14	229,1	255
	90	8,00	0,13	303,7	335
	100	8,00	0,12	393,7	440
	110	8,00	0,11	501,5	560
	120	8,00	0,09	667,0	755
	130	8,00	0,08	831,7	950
Área rural (accidentada o escarpada)	30	12,00	0,17	24,4	25
	40	12,00	0,17	43,4	45
	50	12,00	0,16	70,3	70
	60	12,00	0,15	105,0	105
	70	12,00	0,14	148,4	150
	80	12,00	0,14	193,8	195
	90	12,00	0,13	255,1	255
	100	12,00	0,12	328,1	330
	110	12,00	0,11	414,2	415
	120	12,00	0,09	539,9	540
	130	12,00	0,08	665,4	665

Anexo 8: Peralte para una curva por velocidad de diseño y radio.

Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)



Peralte en zona rural (Tipo 3 ó 4)



Anexo 9: Pendiente Máxima.

Pendientes máximas (%)

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

Anexo 10: Catálogo de Estructuras Micropavimento (10años)

EE		Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000
CBR %	M_R $2555 \times CBR^{0.84}$	2.5 cm				
	CBR < 6%	25 cm 15 cm (*)	25 cm 20 cm (*)	30 cm 20 cm (*)	30 cm 25 cm (*)	35 cm 22 cm (*)
$\geq 6\%$ CBR < 10%	> 8,040 psi (55.4 MPa)	2.5 cm				
	$\leq 11,150$ psi (76.9 MPa)	25 cm 15 cm	25 cm 20 cm	30 cm 20 cm	30 cm 25 cm	35 cm 22 cm
$\geq 10\%$ CBR < 20%	> 11,150 psi (76.9 MPa)	2.5 cm				
	$\leq 17,380$ psi (119.8 MPa)	20 cm 15 cm	23 cm 15 cm	25 cm 17 cm	30 cm 16 cm	30 cm 20 cm
$\geq 20\%$ CBR < 30%	> 17,380 psi (119.8 MPa)	2.5 cm				
	$\leq 22,530$ psi (155.3 MPa)	26 cm	30 cm	20 cm 15 cm	23 cm 15 cm	25 cm 15 cm
CBR $\geq 30\%$	> 22,530 psi (155.3 MPa)	2.5 cm				
		22 cm	26 cm	16 cm 15 cm	20 cm 15 cm	20 cm 16 cm



Micropavimento

Base Granular

Subbase Granular