



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Propuesta de diseño geométrico y señalización con fines de desarrollo y seguridad del camino vecinal puerto Bermúdez – puerto Franco, L = 14 km, en el distrito de Alto Biavo - Bellavista – San Martín

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

**Geraldine Rodríguez Revilla
José Joseth Abundo Del Aguila**

ASESOR:

Ing. Máximo Alcibiades Vilca Cotrina

Tarapoto – Perú

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Propuesta de diseño geométrico y señalización con fines de desarrollo y seguridad del camino vecinal puerto Bermúdez – puerto Franco, l = 14 km, en el distrito de Alto Biavo- Bellavista – San Martín

AUTORES:

Geraldine Rodríguez Revilla

José Joseth Abundo Del Aguila

Sustentada y aprobada el 07 de octubre del 2020, ante el honorable jurado:

.....
Ing. M.Sc. Juvenal Vicente Díaz Agip

Presidente

.....
Ing. Iván Gustavo Reátegui Acedo

Vocal

.....
Ing. Carlos Enrique Chung Rojas

Secretario

.....
Ing. Maximo Alcibiades Vilca Cotrina

Asesor

Declaratoria de autenticidad



Geraldine Rodríguez Revilla, con DNI N° 71587059 y **José Joseth Abundo Del Aguila**, con DNI N° 73671048, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, autores de la tesis titulada: **Propuesta de diseño geométrico y señalización con fines de desarrollo y seguridad del camino vecinal puerto Bermúdez – puerto Franco, l = 14 km, en el distrito de Alto Biavo- Bellavista – San Martín.**

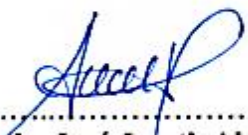

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 07 de octubre del 2020.



.....
Bach. Geraldine Rodríguez Revilla
DNI N° 71587059





.....
Bach. José Joseth Abundo Del Aguila
DNI N° 73671048



Declaración Jurada

Geraldine Rodríguez Revilla, con DNI N° 71587059, domicilio legal en Jr. Felipe Yap N°292 Morales y **José Joseth Abundo Del Aguila**, con DNI N° 73671048, domicilio legal en Jr. Perú N°266 - Banda de Shilcayo, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **Declaramos Bajo Juramento** que, toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis, que acompaño es verás y auténtica.

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

Tarapoto, 07 de octubre del 2020.



.....
Bach. Geraldine Rodríguez Revilla
DNI N° 71587059



.....
Bach. José Joseth Abundo Del Aguila
DNI N° 73671048

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: <i>Rodríguez Revilla Geraldine</i>	
Código de alumno : <i>71587059</i>	Teléfono: <i>957661875</i>
Correo electrónico : <i>geralrore03@gmail.com</i>	DNI:

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: <i>Ingeniería Civil y Arquitectura</i>
Escuela Profesional de: <i>Ingeniería Civil</i>

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título : <i>Propuesta de diseño geométrico y señalización con fines de desarrollo y seguridad del camino vecinal puerto bermudez - puerto franco, L= 14 Km en el distrito de alto bravo - Bellavista - San Martín</i>
Año de publicación: <i>2020</i>

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


Firma y huella del Autor



8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

05 / 11 / 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T.
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e
Innovación de Acceso Abierto - UNSM-T.


Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**** Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Abundo del Aguila José Joseph		
Código de alumno :	73671048	Teléfono:	982 374 673
Correo electrónico :	joseabundo@hotmail.com	DNI:	73671048

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura.
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de Investigación

Título :	PROPUESTA DE DISEÑO GEOMETRICO Y SEÑALIZACION CON FINES DE DESARROLLO Y SEGURIDAD DEL CAMINO VECINAL PUERTO BERMUDEZ - PUERTO FRANCO L=14KM, EN EL DISTRITO DE ALTO BIAVO - BELLAVISTA - SAN MARTIN
Año de publicación:	2020

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

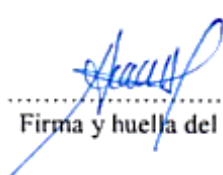

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma y huella del Autor

8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

05/11/2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T.
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e
Innovación de Acceso Abierto UNSM-T.

Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

Tu ayuda fue fundamental, creíste y estuviste conmigo incluso en los momentos más turbulentos, este proyecto no fue fácil, pero siempre estuviste motivándome y dándome aliento para no desmayar y por todas tus cualidades que me inspiran a seguir adelante este esfuerzo te lo dedico a ti adorada madre.

Gracias por ayudarme a lograr este objetivo.

Geraldine Rodríguez Revilla

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme permitido el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres, por enseñarme que en esta vida todo se obtiene con esfuerzo y deducacion, los amo.

A mi hermano, por su comprensión y apoyo constante en esta nueva etapa de mi vida profesional.

Y a todas las personas especiales que me acompañaron y me apoyaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

José Joseth Abundo Del Aguila

Agradecimiento

Agradecer a Dios por la dicha de cerrar esta etapa de mi vida y sobre todo brindarme la familia que tengo.

Agradecer enormemente a mi madre por haberme apoyado en este mi sueño que hoy se hace realidad, gracias madre mía por confiar en mí y no haber escatimado esfuerzo alguno para lograrlo siempre estaré eternamente agradecida contigo, a mi hermana menor que me da aliento para demostrarle con ejemplo ser mejor cada día, a mi prima cómplice de muchas amanecidas y el apoyo incondicional, a mis tíos que fueron como mis segundos padres y un parte fundamental en este proceso, de la misma madera agradecer a mis familiares que siempre estuvieron ahí brindándome su hombro si buscar beneficio alguno, y a ti querido abuelito que Dios te dio un lugar privilegiado desde el cielo para guiarme y cuidarme así no estés físicamente, estaré eternamente agradecida con todos ustedes gracias familia

Geraldine Rodríguez Revilla

A Dios, por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar dificultades y permitirme un logro más en mi vida.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ellos entre los que incluye este. Me formaron con moral y ética, y me motivaron contantemente para alcanzar mis anhelos.

Asimismo, a mis familiares en general. Sé que este momento es tan especial para ustedes como lo es para mí.

A todos ellos, muchas gracias de todo corazón.

José Joseth Abundo Del Aguila

Índice

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Indice	viii
Resumen	xi
Abstract.....	xii
 Introduccion.....	 1
 CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	 3
1.1. Generalidades	3
1.2. Exploración Preliminar Orientado a la Investigación.....	3
1.3. Aspectos Generales del Estudio	4
1.3.1 Acceso a la zona del proyecto	6
1.3.2 Aspectos climáticos	6
1.3.3 Situación actual de la vía.....	7
1.3.4 Área de influencia.....	7
1.3.5 Población beneficiada.....	7
1.3.6 Actividades principales y niveles de vida	7
1.4. Antecedentes, Planteamiento, Formulación del Problema a Resolver	8
1.4.1 Antecedentes del problema.....	8
1.4.2. Planteamiento del problema	8
1.4.3 Delimitación del problema	9
1.4.4 Formulación del problema a resolver.....	9
1.4.5 Objetivos.....	9
1.5. Justificación de la investigación	10
1.6. Delimitación de la investigación	10
1.7. Marco Teórico	11
1.7.1. Antecedentes de la investigación.....	11
1.7.2. Marco teórico y conceptual.....	12
1.7.2.1 Estudio del trazo definitivo.....	12
1.7.2.2 Estudio de suelos y canteras	33

1.7.2.3 Hidrología y drenaje	36
1.7.3. Estudio del tráfico	39
1.7.3.1. Requerimientos	39
1.7.3.2. Consideraciones	39
1.7.3.3. Necesidad de estudios de ingeniería	39
1.7.3.4. Dimensiones, símbolos, leyendas y marcos-bordes	41
1.7.3.5. Marcas en el pavimento	43
1.7.3.6. Tipo y ancho de las líneas longitudinales	45
1.7.3.7. Señales reguladoras	45
1.7.3.8. Señales preventivas	47
1.7.4. Barreras de seguridad	51
1.7.4.1. Línea de borde de pavimento	58
1.7.4.2. Delineadores reflectivos	59
1.7.4.3. Espaciamiento de delineadores	62
1.8. Marco Histórico	63
1.9. Hipótesis	63
CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODOS	64
2.1. Materiales	64
2.1.1 Recursos Humanos	64
2.1.2 Recursos Materiales y servicios	64
2.1.3 Recursos de Equipos	64
2.2. Metodología de la investigación	64
2.2.1 Universo y/o Muestra	64
2.2.2 Sistema de variable	65
2.2.3 Tipos y nivel de la investigación	65
2.2.4 Diseño de Instrumentos	66
2.2.5 Procesamiento de la información	66
2.2.6 Diseño geométrico	66
2.2.7 Introducción a la geometría de la vía	67
2.2.8 Estudio de tráfico	68
2.2.9 Criterios a considerar para un estudio de tráfico vehicular	69
2.3. Trafico Generado y Desviado	77

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	80
3.1. Estudios de Topografía.....	80
3.2. Diseño Geométrico	84
3.3. Levantamiento de datos e informaciones disponibles	84
3.4. Geometría del trazo	86
3.5. Análisis y Discusión de los Resultados	101
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105
ANEXOS	106

Índice de tablas

Tabla 1. Tipo de topografía en función a la inclinación del terrero respecto Tipo de topografía en función a la inclinación del terrero respecto	16
Tabla 2. Fricción transversal máxima en curvas	20
Tabla 3. Proporción del peralte a desarrollar en tangente	21
Tabla 4. Radios mínimos y peraltes máximos	22
Tabla 5. Pendientes máximas normales.....	23
Tabla 6. Elementos de curvas simples.....	26
Tabla 7. Taludes de corte.....	33
Tabla 8. Taludes de relleno.....	33
Tabla 9. Periodos de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito.....	36
Tabla 10. Tipo de tráfico	53
Tabla 11. Nivel de contención de acuerdo al tráfico y a la vía.....	54
Tabla 12. Distancia mínima de visibilidad para adelantar.....	56
Tabla 13. Espaciamiento de delineadores.....	62
Tabla 14. Espaciamiento de chevrones.....	63
Tabla 15. Estaciones de conteo vehicular.....	72
Tabla 16. IMD anual “Puerto Bermúdez – Puerto Franco”.....	74
Tabla 17. Porcentajes según clasificación vehicular Puerto Bermúdez – Puerto Franco...	74
Tabla 18. Tasas de crecimiento	75
Tabla 19. Proyección de Trafico.....	76
Tabla 20. Trafico Tráfico Generado por Tipo de Proyecto	77
Tabla 21. Estación N° 1	78
Tabla 22. Proyección de Trafico.....	78
Tabla 23. Listado de BMs.....	83
Tabla 24. Sobreanchos adoptados	89
Tabla 25. Resumen de parámetros de diseño	89
Tabla 26. Descripción topográfica longitudinal del terreno	90

Índice de figuras

Figura 1:	Ubicación del proyecto.....	5
Figura 2:	Croquis del camino.....	6
Figura 3:	Elementos de una curva.....	25
Figura 4:	Curva cóncava simétrica.....	27
Figura 5:	Curva cónvexa simétrica.....	27
Figura 6:	Superficie de rodadura.....	32

Resumen

La presente investigación denominada: Propuesta De Diseño Geométrico Y Señalización Con Fines De Desarrollo Y Seguridad Del Camino Vecinal Puerto Bermúdez – Puerto Franco, L = 14 Km, En El Distrito De Alto Biavo- Bellavista – San Martin, se desarrolló con fines de dar solución a la problemática vial existente en el sector rural de la provincia de Bellavista , ya que la situación actual de los caminos vecinales tiene problemas de transitabilidad, generando que los costos del transporte de los productos del campo a la ciudad sean altos originando demoras e incomodidad en el desplazamiento del campo a la ciudad y viceversa, teniendo presente que la única manera de poder vender sus productos es llevándolos a la ciudad donde sí se puede encontrar una demanda en sus mercados, de la misma manera realizan las compras de productos comestibles que viene de otras regiones, razón por la cual se ha participado en la formulación del proyecto en mención para lograr un camino vecinal afirmado. Aplicando para ello todos los conceptos básicos requeridos en el área de transportes, para poder trabajar el trazo ya existente. Ello implica darle una solución técnica al problema, efectuándose todas aquellas actividades necesarias de las cuales se pueden mencionar: visitas preliminares, levantamiento topográfico, cálculo topográfico, diseño geométrico, del camino, movimiento de tierras y sus volúmenes, drenajes transversales y longitudinales. Es más, como conocedores del mal estado en el que se encuentra actualmente el camino vecinal Puerto Bermúdez – Puerto Franco , L= 14 km, Distrito de Alto Biavo, Bellavista, San Martin, y conscientes de nuestra responsabilidad como parte integrante de la Universidad Nacional de San Martín, estamos contribuyendo a solucionar esta problemática, planteando el mejoramiento de la mencionada vía de comunicación, con lo cual se estará beneficiando a las comunidades usuarias de dicha vía, remarcando que este proyecto es de vital importancia por ser una zona netamente agrícola y turística. De esta manera se contribuye al desarrollo económico y social de los caseríos vecinos, pues se incrementa el nivel de vida de su población, contribuyendo el desarrollo de nuestro país.

Palabras clave: diseño geométrico, camino vecinal, Alto Biavo [distrito], Bellavista [Provincia], Región San Martin.

Abstract

The present investigation called “Proposal of Geometric Design and Signaling for Development and Security Purposes of the Puerto Bermúdez - Puerto Franco Neighborhood Road, L = 14 Km, in the Alto Biavo-Bellavista - San Martin District”, was developed with the purpose of giving solution to the existing road problem in the rural sector of the province of Bellavista, since the current situation of the neighborhood roads has problems of passability, generating that the costs of transporting the products from the field to the city are high causing delays and discomfort in the displacement of the countryside to the city and vice versa, keeping in mind that the only way to be able to sell your products is to take them to the city where you can find a demand in their markets, in the same way they make the purchases of edible products that comes from other regions, which is why it has participated in the formulation of the project in question to achieve a path neighborhood affirmed. Applying for it all the basic concepts required in the area of transport, to be able to work the already existing line. This implies giving a technical solution to the problem, carrying out all the necessary activities that can be mentioned: preliminary visits, topographic survey, topographic calculation, geometric design, road, earthworks and their volumes, transverse and longitudinal drainage. Moreover, as connoisseurs of the bad state in which the Puerto Bermúdez - Puerto Franco neighborhood road is currently located, L = 14 km, Alto Biavo District, Bellavista, San Martin, and aware of our responsibility as an integral part of the National University San Martin, we are contributing to solve this problem, proposing the improvement of the aforementioned communication channel, which will benefit the user communities of this route, remarking that this project is of vital importance as it is a purely agricultural area and tour. In this way, it contributes to the economic and social development of neighboring villages, as the standard of living of its population is increased, contributing to the development of our country.

Keywords: geometric design, neighborhood road, Alto Biavo [district], Bellavista [Province], San Martin Region.



Introducción

Gran parte del crecimiento económico de las regiones del Perú se ve influenciado por las adecuadas condiciones de conexión entre sus centros económicos más relevantes. Este es el caso de la región San Martín, cuyo desarrollo económico se ve favorecido por las actividades de agricultura y turismo. Estas actividades económicas son posibles por la infraestructura vial existente. Sin embargo, existen aún deficiencias, por ejemplo, en la carretera que sirve como vía de paso entre la provincia de Bellavista. Por ello, la presente tesis es una propuesta de mejora del transporte en el Tramo de la vía mencionada, partiendo del centro poblado de Puerto Bermúdez hasta el poblado de Puerto Franco, en el Distrito de Alto Biavo, Provincia de Bellavista, San Martín.

El objetivo principal es mejorar el transporte de carga y pasajeros a partir de una propuesta de diseño geométrico de la vía (como alternativa a la existente). Así mismo, es diseñar la señalización pertinente a modo de otorgarle la seguridad que toda carretera debe tener. Ambos diseños a partir del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014 y el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, respectivamente.

También es importante, precisar que un exceso o una ausencia de señales, son perjudiciales para la correcta transitabilidad de la vía, ya que el exceso de señalización distrae o confunde al conductor, disminuyendo su capacidad de integral atención al acto conductivo, provocando la llamada “contaminación visual”, mientras que la ausencia de señales lo relajan poniendo en grave riesgo su vida.

Para que una vía cumpla sus objetivos y principalmente el papel de Seguridad Vial, mediante una adecuada señalización, tiene un papel de relevante importancia, puesto que las Señales Viales, son los únicos elementos visuales de valor, que ubicados convenientes, orientarán a los conductores, en el logro de una mejor operatividad de sus vehículos y mediante ello, evitar accidentes.

A partir de estudios básicos de ingeniería, como son la topografía, geología y geotecnia, ha sido posible definir los mejores criterios y soluciones de diseño geométrico. La vía, actualmente trocha carrozable, sería una carretera de tercera clase a nivel de Afirmado en 40 Kph, aumentando en 15 Kph la velocidad con la se movilizan los usuarios actualmente.

Se ha definido un ancho de calzada de 6.0 m y pendientes longitudinales en el orden de 3.5%. Y respecto a la seguridad vial, se ha optado por usar los más adecuados dispositivos de seguridad, así como las señales reglamentarias, preventivas e informativas. Se han definido, también, demarcaciones en el pavimento a manera de complementar información y prevenir accidentes en la carretera diseñada. Por último, se ha desarrollado una rutina de cálculo (macro) en Microsoft Excel que permite el cálculo automático de ciertos parámetros de diseño basados en la norma DG-2014, la cual permite automatizar el diseño.

Finalmente, a partir del diseño geométrico y la señalización planteada, se logra una mejora en el transporte de carga y pasajeros, pues se reducirían tiempos y costos de viaje. Y esto es lo parte importante en lo que se refiere a rentabilidad del proyecto y el posterior crecimiento económico de la región.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Generalidades

Debido a que en gran parte la precaria situación económica de los pobladores de las localidades de Puerto Bermúdez – Puerto Franco, L= 14 km, distrito de Alto Biavo - Bellavista - San Martín, se debe a que la trocha que une estas localidades se encuentra intransitable por lo que agrava aún más su situación ya que les impide su traslado oportuno de sus alimentos y encarece el tránsito de los pobladores.

El presente trabajo de tesis, se desarrolla en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto teniendo como fin ser un aporte que contribuya a la sociedad, puesto que en nuestro departamento carecemos de un ordenamiento vial adecuado, por lo que es de suma importancia investigar y proponer soluciones económicas y así apoyar el desarrollo de las localidades de nuestro entorno.

El aporte consiste en formular una propuesta técnica para apoyar al desarrollo de estas localidades, y al mismo tiempo poner a disposición de la Universidad una investigación que servirá como base para futuros proyectos de desarrollo.

1.2. Exploración preliminar orientando la investigación

En la actualidad el país busca un desarrollo integral en base a la eficiencia y calidad de servicios, garantizando para ello la seguridad a los inversionistas privados a fin de facilitar las condiciones de invertir en todos los campos de la actividad económica, y por tanto, el departamento de San Martín no está ajeno a esta realidad, por lo que es necesario e imprescindible estar acorde a la dinámica de desarrollo a fin de no quedarnos marginados, social, cultural y económicamente, y siempre estar a la vanguardia de los cambios estructurales que sufre el país en su conjunto.

El desarrollo de una nación depende en gran medida, de la extensión y el estado de su red vial. Los caminos y las carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y mercaderías, aspectos que repercuten directamente en el progreso social, político y económico. En la Región San Martín, es necesario un plan de desarrollo de la red

vial tanto en las carreteras de carácter nacional, así como las carreteras del sistema departamental y vecinal; para que integren la unidad del país, de manera que los pueblos interconectados por la red vial, puedan satisfacer sus necesidades de consumo, además de elevar el nivel social, cultural y económico de sus habitantes.

En nuestra región se puede apreciar que aún existen distritos, centros poblados que no cuentan con sus carreteras y en el mejor de los casos si existen estas, en su mayor parte son caminos vecinales que se encuentran en malas condiciones y que no cumplen con las condiciones mínimas para un eficiente servicio.

Entendiendo así la trascendental importancia de las redes viales y frente a la imperiosa necesidad de contar con un sistema vial eficiente que genere progreso y bienestar social, se ha elaborado el presente trabajo de tesis, denominado: **Propuesta De Diseño Geométrico Y Señalización Con Fines De Desarrollo Y Seguridad Del Camino Vecinal Puerto Bermúdez – Puerto Franco, L = 14 Km, En El Distrito De Alto Biavo- Bellavista – San Martín.**

1.3 Ubicación del Proyecto

El proyecto está ubicado en el Departamento de San Martín, Provincia de Bellavista, Distrito de Alto Biavo , en la zona Sur – este de la región San Martín a una altitud de 310 m.s.n.m, entre los 07° 08’ 15” de latitud Sur y 76° 42’ 30” latitud Oeste.

La ubicación política es la siguiente:

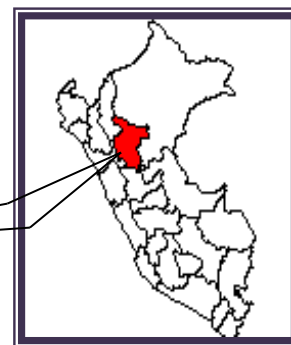
Sectores : Puerto Franco – Puerto Bermudez

Distrito : Alto Biavo

Provincia : Bellavista

Región : San Martín

Ubicación del proyecto
Departamento de San Martín



Ubicación del proyecto
Provincia de Bellavista



Figura 1: Ubicación del proyecto.

Ubicación del proyecto

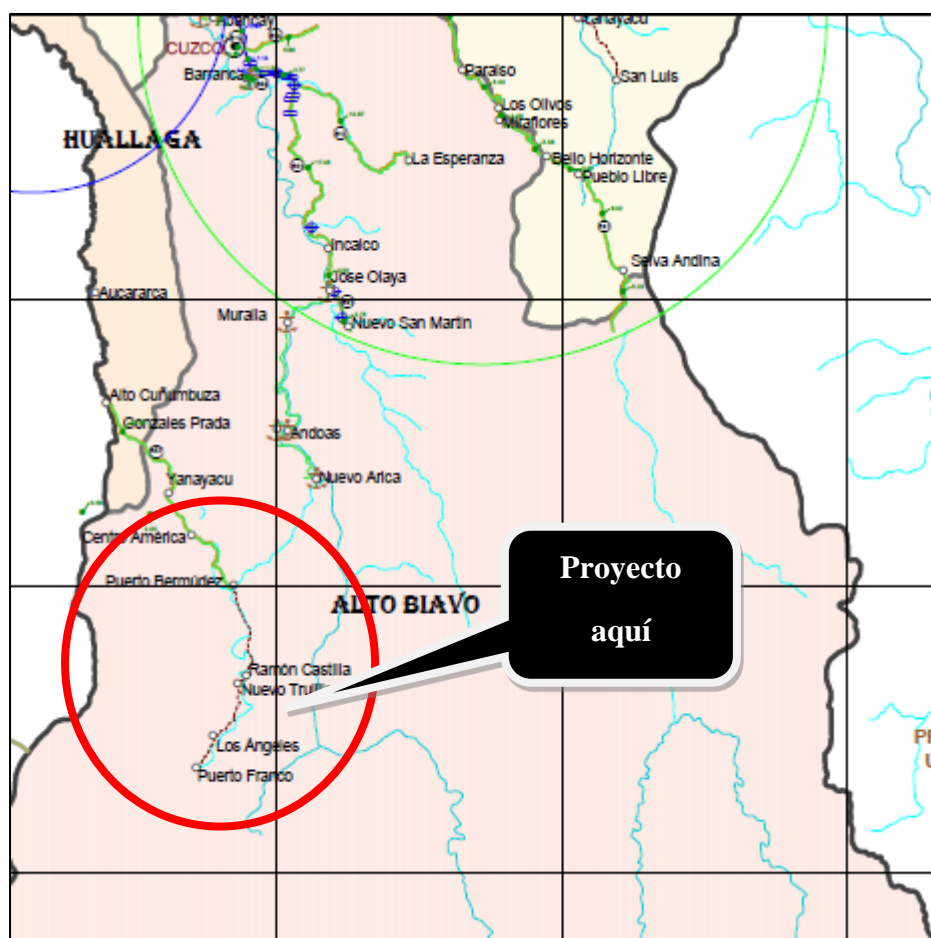


Figura 2: Croquis del camino.

1.3.1 Acceso a la zona del proyecto

La accesibilidad a la zona del Proyecto, es posible desde la ciudad de Juanjuí por la carretera a Tocache hasta el Km 5+000 (Puerto Cangrejo), para luego cruzar el Río Huallaga por Balsa Cautiva Motorizada, en la cual se inicia una vía que une varias localidades tales como son: Bajo Juñao, Dos Unidos, Retama, Costa Rica, Capirona, Soledad, Aucararca y llegar hasta la localidad de Alto Cuñumbuzá. Dicho tramo de carretera, actualmente se encuentra en buen estado; hasta el Km. 43+000 el cual es el punto de inicio del tramo.

1.3.2 Aspectos climáticos

La obra se localiza en una zona húmeda tropical en plena selva Alta, las precipitaciones pluviales en la cercanía de la carretera está regida por Patrones Estacionales con intensidades

de media a alta en los periodos lluviosos, presentándose con mayor frecuencia en los meses de: Enero, Febrero, Marzo y Abril. Tiene precipitaciones pluviales de 1,8000 mm/Año y temperatura Máximas y Mínimas de 30°C y 18 °C respectivamente.

1.3.3 Situación actual de la vía

En la actualidad el Camino Vecinal que une Puerto Bermúdez – Puerto Franco, L = 14+00 km, es solo transitable en épocas de verano, debido a las características plásticas de la sub rasante, así como carecer de un drenaje pluvial adecuado, hace difícil el tránsito en esta vía, sobre todo en temporada de alta pluviosidad.

1.3.4 Área de influencia

Con la realización de este proyecto de tesis y posterior ejecución, se verán influenciados en su desarrollo, socioeconómico y cultural, Puerto Bermúdez, Los Ángeles, Nuevo Trujillo, Puerto Franco, población del Distrito de Alto Biavo, Bellavista, San Martin.

1.3.5 Población beneficiada

Con la ejecución del Proyecto de tesis en mención se beneficiarán los centros poblados de Puerto Bermúdez, Los Ángeles, Nuevo Trujillo, Puerto Franco.

La población directamente beneficiada es de 5,917 habitantes, correspondiente al distrito de Alto Biavo. Esta población ha sido censada al año 2007 según información del INEI (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática), distribuyéndose de la siguiente manera:

1.3.6 Actividades principales y niveles de vida

En la zona de influencia del proyecto correspondiente Puerto Bermudez, Los Angeles, Nuevo Trujillo, Puerto Franco, del distrito de Alto Biavo, la actividad principal es la producción agropecuaria, la cual está destinada al autoconsumo en mayor proporción, y al intercambio, con las limitaciones en el flujo de transporte para la comercialización externa.

Los principales productos agropecuarios en orden de importancia son:

Agrícolas: Arroz, Café, plátano, maíz.

Pecuarias: Vacunos, caprinos, equinos y animales menores.

Los productos agropecuarios que se comercializan en el mercado regional son de un número reducido de personas que poseen mayor cantidad de tierras y ganados y que el volumen de producción les permite cubrir los costos altos de transporte que implica evacuar sus productos hacia el mercado local; sin embargo la mayoría produce sólo para el autoconsumo; el intercambio de sus productos mediante el trueque y un mínimo volumen de comercialización debido a la carencia de una carretera transitable que les facilite evacuar a bajo costo su producción hacia los mercados de consumo, situación que será superada al ejecutarse el presente proyecto.

1.4. Antecedentes, planteamiento del problema, delimitación, formulación del problema a resolver.

1.4.1. Antecedentes del problema.

El objetivo del proyecto es el de establecer una solución que permita el transporte rápido y masivo por una vía más adecuada y con las debidas seguridades al usuario entre Puerto Bermudez – Puerto Franco, y de esta manera contribuir al mayor desarrollo de la zona.

La carretera diseñada es de na 14 Km de longitud y transcurre por topografía accidentada y muy accidentada. El trazo es uvariante a la vía existente; sin embargo, se adecúa a la vía existente en algunos sectores donde existan estructuras como son los puentes y badenes.

Debido a que la topografía es accidentada y con muchas quebradas, el trazo presenta numerosas curvas y contracurvas, así como curvas de volteo. Además, para evitar el uso excesivo de muros de contención, el eje se ubica al borde interior del talud de corte de la vía existente. Por parte del estudio geológico, se proyectan gaviones en zonas críticas de estabilidad de taludes.

1.4.2. Planteamiento del problema.

El estudio del tramo del Camino Vecinal Puerto Bermúdez – Puerto Franco Distrito de Alto Biavo en la provincia de Bellavista manifiesta en la actualidad deterioros en su plataforma de rodadura, puesto que la estratigrafía del suelo se ve afectada por la humedad que provoca la napa freática constantemente en el terreno de fundación, esto hace que se produzcan deslizamientos. Además, se sabe que esta zona del alto mayo tiene a tener precipitaciones constantes por lo cual dicha vía solo es transitable en épocas de verano siendo esto

desfavorable para los pobladores que transportan sus productos a los distintos puntos de venta de la región y el país.

1.4.3. Delimitación del problema

El Camino Vecinal Puerto Bermúdez – Puerto Franco, L = 14+00 km , Distrito de Alto Biavo . Es una importante vía de acceso hacia estas localidades donde la principal fuente de economía es la agricultura y la ganadería, por tal motivo es indispensable realizar un mejoramiento de éste camino vecinal, lo cual permitirá facilitar el tránsito vehicular de la zona, propiciando el desarrollo de los pueblos involucrados, a través de la cuales podrán trasladar sus productos hacia los mercados de comercialización en cualquier época del año con la mayor facilidad del caso.

1.4.4. Formulación del problema

La población en conjunto de las localidades de Puerto Bermúdez, Los Ángeles, Nuevo Trujillo, Puerto Franco, Distrito de Alto Biavo de la provincia de Bellavista, ven con urgencia un plan de solución para poder contar con una vía de acceso apropiada, la cual los pueda conectar con la carretera principal y de esa manera poder transportar sus productos y de esa manera impulsar su desarrollo socioeconómico.

De manera que es necesario responder la siguiente interrogante: **¿En qué medida la Propuesta De Diseño Geométrico Y Señalización Con Fines De Desarrollo Y Seguridad Del Camino Vecinal Puerto Bermúdez – Puerto Franco, L = 14 Km, mejorará las condiciones socioeconómicas de la población de estas localidades?**

1.4.5. Objetivos

Objetivo General

Realizar la Propuesta De Diseño Geométrico Y Señalización Con Fines De Desarrollo Y Seguridad.

Objetivos específicos

Justificar la necesidad de realizar el diseño del mejoramiento de la vía en cuestión.

Elaborar el diseño geométrico horizontal y vertical de la carretera, de acuerdo con la norma vigente de diseño de carreteras del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (DG 2014), y

tomando en cuenta criterios, métodos y/o principios de manuales internacionales, de manera que resulte cómoda y segura para los usuarios.

Elaborar los planos de diseño geométrico y se señalización de la vía.

Optimizar los costos de movimiento de tierra a partir de contabilizar los volúmenes de corte y relleno, de modo que sean valores reducidos.

Elaborar la señalización del trazo de diseño geométrico.

1.5. Justificación del proyecto

Actualmente los pobladores de la zona del proyecto requieren de una carretera que les permita una transitabilidad fluida de sus productos y pobladores, que permitan la intercomunicación entre otros caseríos como también el acceder a mercados locales cercanos como Bellavista en donde puedan vender su producción agrícola y pecuaria. Por lo tanto es de vital importancia este proyecto porque ayudará a dinamizar la actividad productiva del sector, llevando los productos a los grandes mercados de manera eficiente y oportuna.

1.6. Delimitación del proyecto

Alcances

El presente proyecto comprende el diseño geométrico y señalización del quinto tramo de la red vecinal mencionada anteriormente, a partir de la topografía del sitio.

La topografía se obtiene en base a la generación automática de curvas de nivel que realiza el software Global Mapper mediante la información contenida en las imágenes satelitales de distintos servidores.

Por otro lado, se desarrolla rutinas (macros) en Microsoft Excel que permitan realizar los cálculos de diseño de manera rápida y automática, que satisfagan los requerimientos del manual DG 2014.

El diseño abarca los siguientes entregables:

Plano del alineamiento horizontal de la vía: Tramos rectos, curvas circulares y curvas de transición (espirales), a una escala adecuada. Diagrama de Transición de Peralte.

Plano del alineamiento vertical de la vía: Perfil del terreno, de la rasante, tramos en pendiente, y curvas verticales, a una escala adecuada.

Plano de la sección transversal típica de la carretera.

Plano con secciones transversales de la carretera: Cada 20 m en tramos rectos, y 10 m en curvas circulares y espirales.

Plano de señalización de la vía reporte de volúmenes de corte y relleno..

1.7. Marco teórico

1.7.1. Antecedentes de la Investigación

Cárdenas Grisales, James, publica su libro denominado: “Diseño Geométrico de Carreteras”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues da recomendaciones sobre el reconocimiento preliminar de la zona en estudio y detalla los cálculos de para el diseño geométrico de los elementos que conforman una carretera.

Morales Sosa, Hugo Andrea, publica su libro denominado: “*Ingeniería Vial I*”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues da detalles del trazado y la topografía en carretas.

Céspedes Abanto, José, publica su libro denominado: “*Carreteras, Diseño Moderno*”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues da detalles de los estudios definitivos en carretas.

Ibáñez Walter, publica su libro denominado: “*Manual de Costos y Presupuestos de Obras Viales*”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues detalla en cuanto a especificadores técnicas, rendimientos, para presupuestos de obras viales.

Morales U, Walter, publica su libro denominado: “*Infraestructura de riego*”, libro consultado para la elaboración del presente informe, pues especifica los criterios de diseño de obras de arte tales como cunetas y obras de cruce (Alcantarillas).

Cantera Jave, Álvaro Fernando; Chávarry Ruiz, Luis Raúl; Cubas Pérez, Rolando Miguel, en su tesis: *Estudio del Mejoramiento de la Carretera Jesús - Lacas, Tramo: Jesús*

– *Hualqui (Cajamarca)*, nos da una idea acerca de la importancia del drenaje y de los criterios de pavimento en el diseño de carreteras.

1.7.2. Marco teórico y conceptual

Para poder comprender a cabalidad los alcances de la tesis, nos permitimos realizar una revisión de literatura:

1.7.2.1. Estudio del trazo definitivo.

1.7.2.1.1. Reconocimiento de la zona en estudio:

Cárdenas Grisales, James, “los reconocimientos pueden ser terrestres y aéreos, su finalidad es la identificar aquellas características que hacen una ruta mejor a las otras, cuantificar los costos posibles de construcción, determinar los efectos que tendrá la vía en el desarrollo económico y los efectos destructivos que puedan producirse en el paisaje natural”.

Esta tiene dos puntos fijos que son el Punto Inicial y el Punto Final y además también se tienen los puntos de control obligatorios por los que tiene que pasar la carretera.

Asimismo, **Civilgeeks.com**, indica que “para la construcción de una carretera es necesario pasar por las siguientes etapas:

a) Planificación b) Anteproyecto c) Proyecto d) Construcción.

Existen partes de estas etapas que se logran con el auxilio de la Topografía, las cuales son:

a) Estudio de las rutas b) Estudio del trazado c) Anteproyecto d) Proyecto

Para la elaboración de un proyecto vial, la primera etapa consiste en el estudio de rutas.

Según **Civilgeeks.com**, “el Estudio de las rutas es el proceso preliminar de acopio de datos y reconocimiento de campo, hecho con la finalidad de seleccionar la faja de estudio que reúna las condiciones óptimas para el desenvolvimiento del trazado. En esta etapa se obtiene información, se elaboran croquis, se efectúan los reconocimientos preliminares y se evalúan las rutas”.

Asimismo, según **Céspedes Abanto**, “se entiende por ruta a la faja de terreno, de ancho variable, que se extiende entre los puntos terminales e intermedios por donde la carretera debe obligatoriamente pasar, y dentro de la cual podrá localizarse el trazado de la vía”.

Asimismo, **Civilgeeks.com**, agrega que “el Estudio del trazado consiste en reconocer minuciosamente en el campo cada una de las rutas seleccionadas. Así se obtiene información adicional sobre los tributos que ofrecen cada una de estas rutas y se localizan en ellas la línea a las líneas correspondientes a posibles trazados en la carretera”.

1.7.2.1.2. Recomendaciones Para Los Trazados Preliminares

Morales Sosa, Hugo, se tiene:

Terrenos Planos: La mejor solución sería que una los dos puntos, pero rectas de más de 10 km crean fatiga e hipnosis al conductor pudiendo causar accidentes lamentables. La longitud de los tramos rectos debe limitarse a 2 km.

Terrenos Ondulados: Alineamientos con tangentes largas muy raras veces brindan una buena línea de pendiente. Un alineamiento con repetidas curvas, bordeando los cerros y montañas resulta más económico, aunque la longitud de la vía sea ligeramente mayor.

Terrenos Montañosos: También para terrenos montañosos resulta más económico realizar faldeos como en los ondulados”.

1.7.2.1.3. Ubicación de los puntos inicial, final y puntos obligados de paso:

Cárdenas Grisales, Jaime, “la identificación de una ruta a través de estos puntos obligados o de control primario y su paso por otros puntos intermedios de menor importancia o de control secundario, hace que aparezcan varias rutas alternas. Son ejemplos de puntos de control secundario: caseríos, cruce de ríos y cañadas, cruces con otras vías, zonas estables, bosques, etc.

Para todas las rutas alternas, es necesario llevar a cabo la actividad denominada selección de ruta, la cual comprende una serie de trabajos preliminares que tienen que ver con acopio de datos, estudio de planos, reconocimientos aéreos y terrestres, poligonales de estudio, etc.

El acopio de datos se refiere a la obtención de la información básica en la zona de estudio, relacionada con la topografía, la geología, la hidrología, el drenaje y los usos de la tierra”.

Conociendo la clase de controles que en el estudio de una carretera influyen, se observa que la ubicación y la importancia de éstos, harán posible alejar o acercar el trazo de estos puntos. De esta manera los controles van a restringir el trazo de la vía a una zona que permitirá que la vía sirva eficientemente a toda una región.

1.7.2.1.4. Selección de la mejor ruta:

Céspedes Abanto, indica que “Con todos los elementos que permitan un mejor análisis de las ventajas y desventajas de cada ruta (obtenidas del estudio del trazo), la selección de una de ellas como la más apropiada para el trazo de la carretera estará en función de que: Sea la ruta más corta, tenga las pendientes más favorable al tráfico, las zonas tengan vertientes tendidas fáciles de trabajar, recoja mayor cantidad de transporte, es decir que tenga mayor radio de influencia, tenga un mejor alineamiento, suministre mejores y mayor cantidad de materiales de construcción, tenga menor costo de construcción, etc”.

1.7.2.1.5. Levantamiento topográfico.

Para el trazo de una carretera se tienen dos métodos que son:

Trazo Directo o Método de las Secciones Transversales.

Trazo Indirecto o Método Taquimétrico o Topográfico.

El Trazo Directo es el preferido para trazar carreteras, sobre todo en llanuras y regiones onduladas, en la que es fácil lograr directamente, una poligonal que se cofunda o casi coincida con el eje de la futura carretera.

En cambio, el Trazo Indirecto, es el método general, se basa en el levantamiento del plano a curvas de nivel, este método se lo prefiere para el trazo de carreteras en terrenos accidentados.

Según **García Márquez, Fernando**, señala que “cualquiera de los dos métodos que se utilicen, se tendrá en cuenta dos etapas:

Trabajo de campo:

Reconocimiento del terreno. Es la etapa donde se ejecutará el levantamiento, estimar el tiempo y el personal necesario, definir los vértices del polígono de base, etc.

Ubicación de los vértices. Se efectuará la materialización de los vértices del polígono de base, por medio estacas, marcas sobre roca o pavimento, fichas, etc.

Elección del método que se efectuara en el levantamiento.

Dibujo del croquis, del polígono base orientados aproximadamente, se dibujan a mano libre y son la guía para la construcción del plano.

Medición de los lados del polígono de base. Se medirán los lados del polígono de base y de las líneas auxiliares (radiaciones, diagonales, etc.), empleadas para dividir en triángulos el polígono de base.

Medición de las distancias necesarias para el levantamiento de detalles. Se medirán las distancias necesarias con relación al polígono de base.

Los datos recogidos en el levantamiento se anotarán en forma clara y ordenada en la libreta de campo para su posterior trabajo en gabinete.

Trabajo de gabinete

Cálculo de la Poligonal. Concluido el trabajo de campo y con los datos obtenidos en él se procederá a calcular lo siguiente:

Dibujo Cálculo de los ángulos interiores del polígono de base.

Cálculo de la superficie del polígono de base.

1.7.2.1.6. Topografía

Según **García Márquez, Fernando**, define a la topografía: “Como la posición y las formas circunstanciales del suelo, es decir, estudia en detalle la superficie terrestre y los procedimientos por los cuales se pueden representar, todos los accidentes que en ellas existen, sean naturales o debidos a la mano del hombre. El medio usual de expresión es el dibujo”.

La topografía del terreno se la puede clasificar de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 1

Tipo de topografía en función a la Inclinación del terreno respecto a la horizontal.

Tipo de terreno respecto de la horizontal	Tipo de topografía
00° a 10°	Llana
10° a 20°	Ondulada
20° a 30°	Accidentada
Más de 30°	Montañosa

Fuente: Carreteras, Diseño Moderno

1.7.2.1.7. Selección del tipo de vía y parámetros de diseño.

1.7.2.1.7.1. Según su jurisdicción:

Las carreteras se clasifican de acuerdo a su jurisdicción, en tres grandes sistemas:

1.7.2.1.7.1.1. Sistema nacional:

Que corresponde a la red de carreteras de interés nacional y que une los puntos principales de la nación con sus puertos y fronteras, cuya jurisdicción está a cargo del MTC.

Este sistema que forma la red vial básica del país está formado por:

Carreteras longitudinales:

Longitudinal de la costa

Longitudinal de la Sierra.

Longitudinal de la selva.

Carreteras de penetración

Carreteras de influencia regional

Las carreteras del sistema Nacional evitarán, en general, el cruce de poblaciones y su paso por ellas deberá relacionarse con las carreteras de circunvalación o vías de evitamiento.

“Se les identifica con un escudo y la numeración es impar, desde el 01 al 99 inclusive”.

1.7.2.1.7.1.2. Sistema departamental:

Compuesto por aquellas carreteras que constituyen la red vial circunscrita a la zona de un departamento, división política principal de la nación, uniendo capitales de provincias o zonas de influencia económica social dentro del mismo departamento; o aquellas que,

rebasando la demarcación departamental, un poblados de menor importancia. Cuya jurisdicción está a cargo de los Consejos Transitorios de Administración Regional.

“Se les identifica con una insignia y la numeración es desde 100 al 499 inclusive”.

1.7.2.1.7.1.3. Sistema vecinal:

Conformado por aquellas carreteras de carácter local y que unen las aldeas pequeñas y poblaciones entre sí, cuya jurisdicción está a cargo de las Municipalidades.

“Se les identifica con un círculo y la numeración es desde el 500 hacia adelante”.

1.7.2.1.7.2. Clasificación funcional de la red vial

1.7.2.1.7.2.1. Carreteras longitudinales

Sistema compuesto por aquellas carreteras que unen las Capitales de Departamento a lo largo de la Nación, de Norte a Sur o viceversa (SISTEMA NACIONAL).

1.7.2.1.7.2.2. Carreteras transversales

Lo constituyen las carreteras que unen las Capitales de Departamento a través del país de Este a Oeste o viceversa (SISTEMA DEPARTAMENTAL).

1.7.2.1.7.2.3. Carreteras colectoras.

Son aquellas que unen las Capitales de Provincia, y alimentan a las Vías Transversales y/o Longitudinales.

1.7.2.1.7.2.4. Carreteras locales.

Según **Scipion Piñella, Eddy T.**, la componen las vías que unen los distritos, pueblos o caseríos con las carreteras colectoras y/o con otros distritos, pueblos o caseríos (sistema vecinal).

1.7.2.1.7.3. Clasificación por importancia de la vía

Según la importancia de la vía, es decir el tránsito que soportarán, las carreteras serán proyectadas con características geométricas adecuadas, según la siguiente normalización:

1.7.2.1.7.3.1. Carreteras duales

Para un Índice Medio Diario (IMD) mayor de 4000 veh/día. Consiste en carreteras de calzadas separadas, para dos o más carriles de tránsito cada una.

1.7.2.1.7.3.2. Carreteras 1ra clase

Para IMD comprendido entre 2000 y 4000 veh/d.

1.7.2.1.7.3.3. Carreteras 2da clase

Para IMD comprendido entre 400 y 2000 veh/d.

1.7.2.1.7.3.4. Carreteras 3ra clase

Para IMD menor a 400 veh/d.

1.7.2.1.7.3.5. Trochas carrozables

IMD no específico, constituyen una clasificación aparte. Pudiéndose definir como aquellos caminos a los que les faltan requisitos para poder ser clasificadas en 3ª Clase: generalmente se presentan durante períodos correspondientes a la construcción por etapas.

1.7.2.1.7.4. Clasificación según sus condiciones orográficas

Scipion Piñella; se tiene:

1.7.2.1.7.4.1. Carretera tipo 1

Permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos ligeros, La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía. Es menor o igual a 10%.

1.7.2.1.7.4.2. Carretera tipo 2

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos de pasajeros, sin ocasionar el que aquellos operen a velocidades sostenidas en rampas por un intervalo de tiempo largo. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 10 y 50%.

1.7.2.1.7.4.3. Carretera tipo 3

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir a velocidad sostenida en rampa durante distancia considerable o a intervalos frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 50 y 100%.

1.7.2.1.7.4.4. Carretera tipo 4

Es la combinación de alineamiento horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que aquellas a las que operan en terreno montañoso. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es mayor de 10%.

Velocidad de diseño (v)

Llamada también velocidad directriz, es la velocidad máxima en que un conductor puede transitar con seguridad bajo las condiciones de diseño establecidas.

Según **Morales Sosa, Hugo**, “La elección de la velocidad directriz se establece considerando varios factores, entre los cuales:

Tipo de carretera a construir

Topografía de la zona.

Trafico esperado.

Factores de tipo económico.”

Variación de la Velocidad Directriz

El **MTC**, indica: “Los cambios repentinos de la Velocidad Directriz a lo largo de una carretera deberán ser evitados, deben existir razones que justifiquen la necesidad de realizar cambios, los cuales se incrementarán o disminuirán en 15 Km./h”.

a. Distancia de visibilidad

El **MTC** a través del *Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas con Bajo Volumen de Tránsito*, da una definición: “Es la longitud continua hacia delante del camino que es visible al conductor, para tomar decisiones oportunas. Para efectos de diseño se consideran dos tipos de distancia de visibilidad.

a.1. Distancia de Visibilidad de Parada (Dp)

Es la distancia mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la Velocidad Directriz, antes que alcance un objeto que se encuentra en su trayectoria.

Para efecto de la determinación de la visibilidad de parada se considera que el objetivo inmóvil tiene una altura de 0.60 m y que los ojos del conductor se ubican a 1.10m por encima de la rasante de la carretera.

a.2. Distancia de Visibilidad de Sobrepaso (Ds)

El **MTC**, se define como la mínima distancia que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que se supone viaja a una velocidad de 15 Km. /h

menor, con comodidad y seguridad sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso”.

Radios de diseño

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (**MTC**), establece que: “Los radios mínimos, calculados bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento transversal del vehículo, están dados en función a la velocidad directriz, a la fricción transversal y al peralte máximo aceptable. En el alineamiento horizontal desarrollado para una velocidad directriz determinada, debe evitarse el empleo de curvas con radio mínimo. En general, se tratará de usar curvas de radio amplio reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas”.

Así mismo, el **MTC**, establece que “*el mínimo radio (R_{min}) de curvatura es un valor límite que está dado en función del valor máximo del peralte (e_{max}) y el factor máximo de fricción (f_{max}) seleccionados para una velocidad directriz (V). El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión*”:

$$R_{min} = \frac{V^2}{127(0.01e_{max} + f_{max})} \dots\dots\dots(1)$$

Los valores máximos de la fricción lateral a emplearse son los que se señalan en la tabla:

Tabla 2

Fricción Transversal Máxima en Curvas

Velocidad directriz Km/h	f máx.
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

Peraltes

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (**MTC**), denomina peralte a la “*sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestarla acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas.*”

El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos, podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%”.

Longitud de Transición del Peralte

Se utiliza con el fin de evitar la brusquedad en el cambio de una alineación, de un tramo recto a un tramo en curva, también se puede definir como la variación en tangente inmediatamente antes y después de una curva horizontal en la cual se logra el cambio gradual del bombeo de la sección transversal al peralte correspondiente a dicha curva.

Scipion, Eddy T., indica: “La variación del peralte requiere una longitud mínima, de forma que no se supere un determinado valor máximo de la inclinación que cualquier borde de la calzada tenga con relación a la del eje del giro del peralte”.

Tabla 3

Proporción del peralte a desarrollar en tangente

Minimo	Normal	Maximo
P < 4.5%	4.5% P - 7%	P > 7%
0.5p	0.7p	0.8p

Fuente: Manual DG Caminos I.

A efectos de aplicación de la presente Norma – **Eddy T. Scipion**, “dicha inclinación se limita a un valor máximo (p_{max}) definido por la ecuación:

$$I_{pmax} = 1.8 - 0.01V \dots \dots \dots (2)$$

Siendo:

I_{pmax} : Máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la misma (%)

V: Velocidad de diseño (Kph)

Según Scipion, **Eddy T.**, la longitud del tramo de transición del peralte tendrá por tanto una longitud mínima definida por la ecuación:

$$L_{\min} = \frac{P_f - P_i}{i_{p \max}} * B \dots \dots \dots (3)$$

Siendo:

L_{\min} = Longitud mínima del tramo de transición del peralte (m)

P_f = Peralte final con su signo (%)

P_i = Peralte inicial con su signo (%)

B = Distancia del borde de la calzada al eje de giro del peralte (m)".

Tabla 4

Radios mínimos y peraltes máximos

Velocidad Directriz (km/h)	Peralte Maximo e(%)	Valor Limite de friccion fmax	Calculado Radio minimo (m)	Rodondeo Radio minimo
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
70	4.0	0.14	214.2	215
80	4.0	0.14	249.8	280
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
70	6.0	0.14	192.8	195
80	6.0	0.14	251.8	250
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.4	125
70	8.0	0.14	175.3	175
80	8.0	0.14	228.9	230
20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
70	10.0	0.14	160.7	160
80	10.0	0.14	209.9	210
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105
70	12.0	0.14	148.3	150
80	12.0	0.14	193.7	195

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito

b. Pendientes

La pendiente de una carretera o camino es la inclinación longitudinal que tiene o se dispone a la plataforma de una carretera.

Pendientes mínimas. El MTC, especifica que: “En los tramos en corte se evitará el empleo de pendientes menores de 0.5%. Podrá hacerse uso de rasantes horizontales en los casos en que las cunetas adyacentes puedan ser dotadas de la pendiente necesaria para garantizar el drenaje”.

Pendientes máximas normales. En general, se considera deseable no sobrepasar los límites máximos de pendiente que están indicados en la tabla N° 15.

Tabla 5

Pendientes máximas normales

Velocidad de diseño	Orografía tipo			
	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso	Terreno escarpado
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

Pendientes máximas excepcionales

“En tramos carreteros con altitudes superiores a los 3,000 msnm, los valores máximos de la tabla N° 06 para terreno montañoso o terreno escarpados se reducirán en 1%.

En general, cuando en la construcción de carreteras se emplee pendientes mayores a 10%, el tramo con esta pendiente no debe exceder a 180 m.

Es deseable que la máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2000 m no supere el 6%, las pendientes máximas que se indican en la tabla N° 07 son aplicables”. **MTC (2008)**

c. Bombeo

“Las carreteras no pavimentadas estarán provistas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En las carreteras de bajo

volumen de tránsito con IMD inferior a 200 veh/día, se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada”. **MTC (2008)**

d. Sobreancho

“La calzada aumenta su ancho en las curvas para conseguir condiciones de operación vehicular comparable a la de las tangentes. En las curvas, el vehículo de diseño ocupa un mayor ancho que en los tramos rectos. Asimismo, a los conductores les resulta más difícil mantener el vehículo en el centro del carril. Para velocidades de diseño menores a 50 Km/h no se requerirá sobre ancho cuando el radio de curvatura sea mayor a 500 m. Tampoco se requerirá sobre ancho cuando las velocidades de diseño estén comprendidas entre 50 y 60 Km/h y el radio de curvatura sea mayor a 800 m”. **MTC (2008)**

Morales Sosa, Hugo, “en las curvas que poseen curvas de transición, el sobreancho debe ser colocado en la parte inferior de la curva o dividida igualmente en la parte exterior e inferior: La fórmula de cálculo propuesta por VOSHELL y recomendada por la AASHTO:

$$S_a = n(R - \sqrt{R^2 + L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \dots\dots\dots (4)$$

Dónde:

S_a: sobreancho (m)

n: número de carriles.

R: radio de la curva (m)

L: distancia entre el eje delantero y el eje posterior de vehículo (m)

V: velocidad directriz (Km./h.)”.

A. Características geométricas de la vía:

1. Superficie de rodamiento

Los anchos de la faja de rodadura recomendados por las Normas Peruanas, están en función del tipo de carretera y de la topografía que atraviesa, así como también en función de la velocidad Directriz.

2. Bermas

Su finalidad es servir de contención al borde del pavimento, así como también para el estacionamiento temporal de vehículos, circulación eventual de peatones y acémilas.

Según *MTC*, a través del **Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito**, indica que “A cada lado de la calzada, se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min. 0.50 m”.

3. Curvas horizontales

Las curvas horizontales son de dos clases: Curvas Circulares y Curvas de Transición.

Lauro Alonso Salomón, menciona que “las curvas horizontales están en función de dos elementos, los cuales son:

Radio de curvatura y Grado de curvatura.

Las curvas circulares son los arcos de círculos que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un arco de círculo o más”.

Elementos de curvas horizontales

Los elementos de curvas horizontales que permiten su ubicación y trazo en el campo, son:

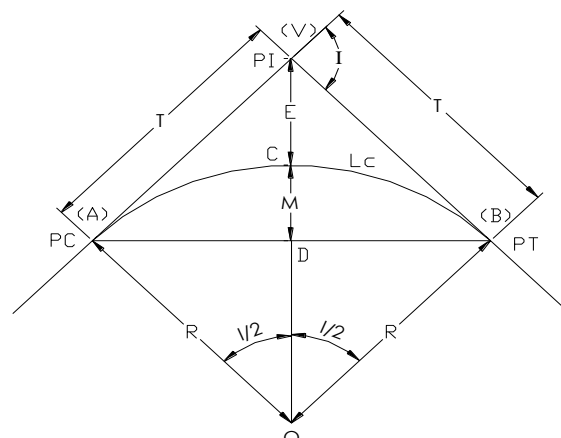


Figura 3: Elementos de una curva simple

Tabla 6*Elementos de Curvas Simples*

Elemento	Símbolo	Fórmula
Tangente	T	$T = R \tan (I / 2)$
Longitud de curva	Lc	$Lc = \square RI / 180^\circ$
Cuerda	C	$C = 2 R \text{ Sen } (I / 2)$
Externa	E	$E = R [\text{Sec } (I / 2) - 1]$
Flecha	F	$f = R [1 - \text{Cos } (I / 2)]$

Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras

Perfil longitudinal

Scipion, Eddy T., indica que “el perfil longitudinal está formado por la rasante constituida por una serie de rectas enlazadas por arcos verticales parabólicos, a los cuales dichas rectas son tangentes. Para fines de proyecto, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, siendo positivas aquéllas que implican un aumento de cota y negativas las que producen una pérdida de cota”.

Rasante

Viene a ser la superficie que queda una vez que se ha concluido con el pavimento.

Sub rasante

Es la línea de intersección del plano vertical que pasa por el eje de la carretera con el plano que pasa por la plataforma que se proyecta.

Consideraciones para ubicar la sub rasante.

En terreno llano, la rasante estará sobre el terreno por razones de drenaje, salvo casos especiales.

En terreno ondulado, por razones de economía, la rasante seguirá las inflexiones del terreno, sin perder de vista las limitaciones impuestas por la estética, visibilidad y seguridad.

En general la Subrasante debe ubicarse más en corte que en relleno. Lo ideal es compensar los cortes con los rellenos.

Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). “La subrasante es la capa superficial de terreno natural. Para construcción de carreteras se analizará hasta 0.45 m de espesor, y para rehabilitación los últimos 0.20 m”.

Curvas verticales

Son curvas parabólicas que se emplean para unir los diferentes tramos del alineamiento vertical de modo que siempre se tenga la visibilidad necesaria. Estas pueden ser Cóncavas o Convexas.

Así mismo, Cárdenas Grisales, James, agrega “Una curva vertical es aquel elemento del diseño en perfil que permite el enlace de dos tangentes verticales consecutivas, tal que a lo largo de su longitud se efectúa el cambio gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente a la salida, de tal forma que facilite una operación vehicular segura y confortable. de eje vertical.

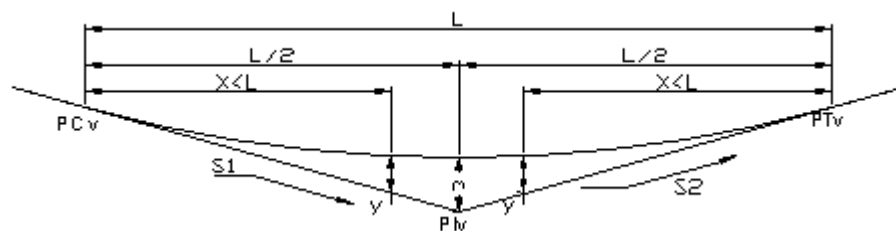


Figura 4: Curva cóncava simétrica

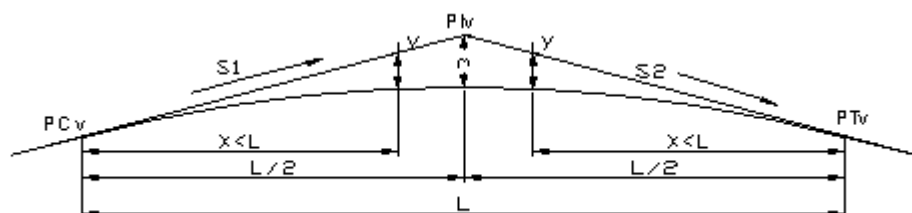


Figura 5: Curva convexa simétrica

Cálculo de las curvas verticales

Para calcular las curvas verticales se sigue el siguiente procedimiento:

Determinar la necesidad de curvas verticales.

Precisar el tipo de curva vertical a utilizar.

Calcular la longitud de la curva vertical. Para esto debemos considerar las distancias de visibilidad de parada y/o sobrepaso, según sea el caso.

Longitud de las curvas verticales

Curvas verticales convexas

Eddy T. Scipion, “la longitud de curvas verticales convexas, viene dadas por las siguientes expresiones:

- a) Para contar con la Visibilidad de Parada (D_p): deberá utilizarse los valores de Longitud de Curva Vertical.
- b) Para contar con la Visibilidad de Sobrepaso (D_a)- Se utilizarán los valores de longitud de curvas Vertical.

Consideraciones estéticas

La longitud de curva vertical cumplirá la condición

$$L > \text{ó} = V$$

L : Longitud de la curva (m)

V: Velocidad Directriz (Kph)

Consideraciones

“Consideraciones que tenemos que tomar de las Nuevas Normas del Diseño Geométrico de Carreteras (DG-99)

En curvas Verticales Convexas deben tener las mismas distancias de Visibilidad adecuadas, como mínimo iguales a la de parada.

El proyecto de curvas Verticales, puede resumirse en cuatro criterios para determinar la longitud de las curvas:

Criterios de Comodidad.- Se aplica al diseño de curvas verticales cóncavas en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección se suma al peso propio del vehículo.

Criterios de Operación.- Se aplica al diseño de curvas verticales con visibilidad completa, para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

Criterio de Drenaje.- Se aplica al diseño de curvas verticales convexas o cóncavas cuando están alojadas en corte, Para advertir a los diseñados la necesidad de modificar las pendientes longitudinales en las cunetas.

Criterios de Seguridad.- Se aplica a curvas cóncavas y convexas. La longitud de las curvas debe ser tal, que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada. En algunos casos el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de paso.”

Cuando se desea contar con distancia de visibilidad de parada

Scipion Piñella, Eddy T. la longitud mínima de la curva vertical convexa se determina con las siguientes fórmulas:

Para $D_p \geq L$

$$L = 2D_p - (200(h_1 + h_2)^2 - A) \dots \dots \dots (5)$$

Para $D_p < L$

$$L = \frac{AD_p^2}{(100(2h_1 + 2h_2)^2)} \dots \dots \dots (6)$$

Dónde:

L = Longitud de la curva vertical, m.

Dp = Distancia de visibilidad de frenado, m.

h1 = Altura del ojo sobre la rasante (m)

h2 = Altura del objeto sobre la rasante (m)

Cuando se desea obtener visibilidad de sobrepaso

Según **Scipion Piñella, Eddy T.** Se utilizarán las mismas que en (a); utilizándose como $h_2 = 1.30\text{m}$ considerando $h_1 = 1.07\text{m}$:

Para $D_a \geq L$

$$L = 2D_a - \frac{946}{A} \dots \dots \dots (7)$$

Para $D_a < L$

$$L = \frac{AD_a^2}{946} \dots \dots \dots (8)$$

Dónde:

L = Longitud de la curva vertical, m.

D_a = Distancia de visibilidad de paso, m.

A = Diferencia algebraica de pendiente, %.

Curvas verticales cóncavas (simétricas - asimétricas)

Según SCIPION PIÑELLA, EDDY T. La longitud de las Curvas Verticales Cóncavas, viene dada por la siguiente expresión:

Para $D > 0 < L$

$$L = 2D_a - \frac{946}{A} \dots\dots\dots(9)$$

Para $D < L$

$$L = AD^2 / (120 + 3.5D) \dots\dots\dots(10)$$

Dónde:

D : Distancia entre el vehículo y el punto donde con un ángulo de 1° , los rayos de luz de los faros, intercepta a la rasante. **Scipion Piñella, Eddy T.** “Adicionalmente, considerando que los efectos gravitacionales y de fuerzas centrífugas afectan en mayor proporción a las curvas cóncavas, a fin de considerar este criterio se tiene que:

$$L = \frac{AV^2}{395} \dots\dots\dots(11)$$

Dónde:

L = Longitud de la curva vertical, m.

D_a = Distancia de visibilidad de paso, m.

A = Diferencia algebraica de pendiente

V = Velocidad directriz (Kph)”.

1.7.2.1.8. Trazado del eje longitudinal

Scipion Piñella, Eddy T. , para efectos de realizar un mejoramiento, es necesario en primera instancia evaluar la vía y luego de ello se procede a definir el eje considerando para ello los tramos en los que solamente necesita ampliar radios, superficies de rodamientos, aligerar

pendientes, colocar alcantarillas, badenes, pontones, puentes, etc.; así como aquellos tramos en los que se necesite variar la ubicación del eje, para lo cual debemos efectuar el reconocimiento, trazo de la línea de gradiente, poligonal y luego diseño del eje.

1.7.2.1.9. Nivelación del eje longitudinal

Lauro Ariel, Alonzo Salomón, definido el eje y estacado convenientemente, se procede a efectuar la nivelación de todas las estacas (Nivelación geométrica compuesta en circuitos de ida y vuelta), con la finalidad de calcular las cotas de dichas estacas, las mismas que posteriormente nos servirán para obtener el perfil longitudinal. Simultáneamente con el proceso de la nivelación se deben colocar los Bench Marks, a intervalos de 500 m. aproximadamente, los cuales deben ser debidamente numerados y momumentados.

Nivelación de una vía

Según **Lauro Ariel, Alonzo Salomón**, indica que “El alineamiento vertical, es la representación longitudinal del eje de un camino en el plano vertical, esto es ver el camino a través de sus niveles, cotas y alturas longitudinales y transversales. El proyecto de alineamiento vertical se inicia con la nivelación del trazo definitivo o alineamiento horizontal (planta del camino), lo cual nos da el perfil del terreno natural.

El alineamiento vertical se compone de 2 elementos: las tangentes y las curvas verticales.

Para poder diseñar el alineamiento vertical se requiere primero tener la nivelación del perfil del eje del camino proyectado en el alineamiento horizontal”.

1.7.2.1.10. Seccionamiento transversal

La sección transversal de una carretera en un punto de ésta, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Scipion, Eddy T., “para agrupar los tipos de carreteras se acude a normalizar las secciones transversales, teniendo en cuenta la importancia de la vía, el tipo de tránsito, las condiciones del terreno, los materiales por emplear en las diferentes capas de la estructura de pavimento u otros, de tal manera que la sección típica adoptada influye en la capacidad de la carretera, en los costos de adquisición de zonas, en la construcción, mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento y en la seguridad de la circulación”.

Así mismo, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), indica que “las secciones transversales del terreno natural estarán referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20 m. tramos en tangente y de 10 m en tramos de curvas con radios inferiores a 100 m. En caso de quiebres, en la topografía se tomarán secciones adicionales en los puntos de quiebre”.

Efectuado el estacado de la vía se procede al seccionamiento transversal de cada una de las estacas.

Procedimiento:

En cada progresiva, en forma perpendicular al eje, se tiende un jalón, sobre el cual se coloca el eclímetro.

Luego se lee el ángulo de inclinación; y se mide la distancia en que se desarrolla tal inclinación, anotando en la libreta bajo forma de quebrados la inclinación del terreno en porcentaje (en el numerador) y la distancia en metros (en el denominador).

Elementos

El MTC, los elementos que integran y definen la sección transversal son: ancho de zona o derecho de vía, calzada ó superficie de rodadura, bermas, carriles, cunetas, taludes y elementos complementarios.

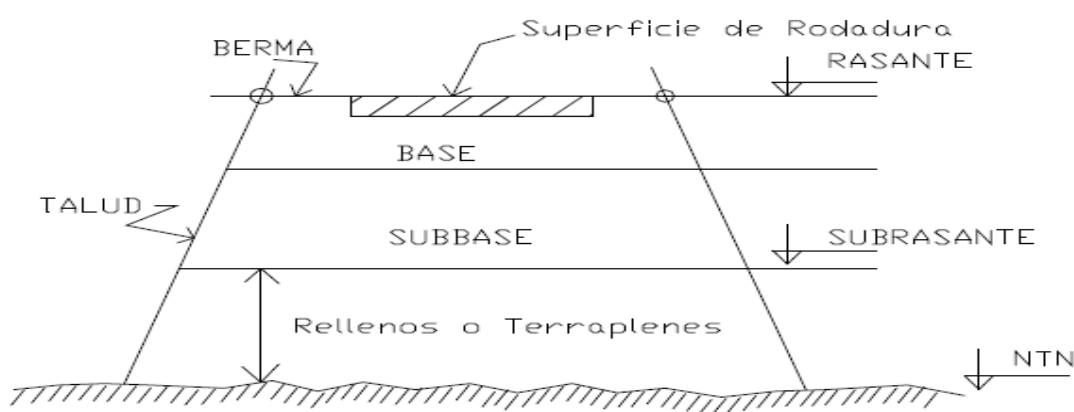


Figura 6: Superficie de rodadura

Taludes

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones, especifica que:

Los taludes de corte de las carreteras varían según la naturaleza del material; así se pueden observar los siguientes taludes:

Tabla 7
Taludes de corte

Clase de terreno	Talud V:H
Roca Fija	10 : 1
Roca Suelta	4 : 1
Material suelto	3 : 1

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

Tabla 8
Taludes de relleno

Clase de terreno	Talud V:H
Enrocado	1 : 1
Suelos diversos compactados	1 : 1.5

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Transito.

1.7.2.2. Estudio de suelos y canteras

1.7.2.2.1. Generalidades

En el estudio de suelos se debe tener cuidado especial, ya que los elementos de la estructura que conforman la cimentación de cualquier tipo de obra de Ingeniería Civil, se encuentran por debajo de la superficie del terreno, por lo que es necesario conocer el perfil del subsuelo, el que nos proporcionará la información acerca de la clase de suelos y rocas existentes y nos indicara la profundidad a la que se encuentran las aguas subterráneas, así como el espesor de las diferentes capas que conforman el subsuelo.

Alva Hurtado, define a la mecánica de suelos como: “Una disciplina de la ingeniería que tiene por objeto el estudio de una serie de métodos, que conducen directa o indirectamente, al conocimiento del suelo en los diferentes terrenos sobre los cuales se va a erigir estructuras de índole variable. La enorme importancia de su conocimiento por el ingeniero moderno ha sido y es demostrada a diario por hechos por todos conocidos. El tratar de iniciar cualquier construcción sin llevar a cabo, primero, un estudio del suelo, es quizá uno de los mayores riesgos que pueden correrse en el campo de la ingeniería. Es imposible proyectar una cimentación adecuada para una estructura sin conocer el carácter del suelo que se encuentra bajo ella, ya que, en definitiva, es dicho suelo el que soportará la carga”.

1.7.2.2.2. Ensayos generales

El MTC, menciona que; conocidos los perfiles topográficos y fijada la sub rasante es necesario conocer los diferentes tipos de materiales que forma el subsuelo a diferentes profundidades para lo cual se efectuarán calicatas de 1.50 metros de profundidad.

Los ensayos de laboratorio a realizarse serán:

1.7.2.2.3. Ensayos de control o inspección

a. Compactación

Braja M.DAS, señala que “en general, la compactación es la densificación del suelo por remoción de aire, lo que requiere energía mecánica. El grado de compactación de un suelo se mide en términos de su peso específico seco. Cuando se agrega agua al suelo durante la compactación, ésta actúa como un agente ablandador de las partículas del suelo, que hace que se deslicen entre sí y se muevan a una posición de empaque más denso”.

Es conveniente hacer notar que hay materiales que con un cierto grado de compactación se tornan muy expansivos en presencia de agua; este tipo de materiales no es conveniente utilizarlos en las obras viales en forma natural, pues si se compactan, aumentan su volumen y si se dejan con un grado bajo de compactación se deforman en forma apreciable en la operación. En caso de que por economía sea necesario utilizar alguno de estos materiales, deberá ser estabilizado con cal o cemento, lo cual, influirá en el costo.

J. Garber, Nicholas, “la resistencia del suelo compactado se relaciona directamente con la máxima densidad en seco que se alcanza mediante la compactación. La densidad en seco aumenta al aumentar el contenido de humedad hasta un valor máximo, obteniéndose el máximo grado de saturación, este no puede incrementarse con compactación adicional debido a la presencia de aire atrapado en los espacios vacíos y alrededor de las partículas. Por lo tanto, mayor adición de humedad resulta en que los vacíos se saturen con agua, sin que lo acompañe una reducción de aire”.

La consolidación es un fenómeno semejante a la compactación, pero se diferencia en que es un fenómeno natural que se lleva a cabo durante mucho tiempo, quizá siglos, y la disminución del volumen se efectúa a costa del aire y agua que contenga el suelo.

1.7.2.2.4. Ubicación y estudio de canteras

J.Garber, Nicholas, A.Loel, Lester, se tiene:

Los materiales de cantera son básicos para la construcción de carreteras y vías urbanas. Tienen que soportar los principales esfuerzos que se producen en la vía y han de resistir el desgaste por rozamiento de la superficie. Por tales motivos es importante conocer las propiedades y características de las canteras.

A. Ubicación:

Para la ubicación de las canteras se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Tienen que ser los más fácilmente accesibles y los que se puedan explotar por los procedimientos más eficientes y menos costosos.

Tienen que ser los que produzcan las mínimas distancias de acarreo de los materiales a la obra.

Tienen que ser los que conduzcan a los procedimientos constructivos más sencillos y económicos durante su tendido y colocación final en la obra, requiriendo los mínimos tratamientos.

Los bancos deben estar localizados de tal manera que su explotación no conduzca a problemas legales de difícil o lenta solución y que no perjudiquen a los habitantes de la región.

P. Galabru “la elección del yacimiento o zona de cantera está condicionada por:

La naturaleza de la piedra o agregado.

La importancia de los terrenos inútiles que recubren el yacimiento explotable.

El espesor de los estratos explotables, su pendiente.

La importancia del material inútil entre estratos.

La posibilidad de localizar en la masa explotable un frente de longitud y altura tales que se pueda dar la producción diaria necesaria.

La situación respecto a las aglomeraciones habitadas y las vías de comunicación.

Los accesos y los medios de comunicación”.

Galabru P. T, así mismo recomienda, “la no explotación de una cantera con capas de diferente naturaleza, algunas de ellas indeseables, plantea un problema de clasificación muy difícil de resolver como no sea a mano, lo que obstaculizaría la mecanización y por consiguiente los grandes rendimientos la cual conduce a precios de costos elevados. Cuando

el espesor del estrato es suficiente, es posible prever la explotación separada de los distintos estratos”.

Al hacer la elección de la cantera es necesario elegir aquella en la que la proporción de los materiales inútiles sea mínima.

Ibañez, Walter, “indica que los ensayos de los materiales deberán de ser dos tipos:

Estrato por estrato.

El conjunto de Materiales.

Así mismo, agrega que los ensayos de laboratorio para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales de canteras de acuerdo al Manual de Ensayos de Materiales para Carretera del MTC:

Análisis”.

1.7.2.3. Hidrología y drenaje

El sistema de drenaje de una carretera tiene esencialmente dos finalidades:

Preservar la estabilidad de la superficie y del cuerpo de la plataforma de la carretera eliminando el exceso de agua superficial y la subsuperficial con las adecuadas obras de drenaje.

Restituir las características de los sistemas de drenaje y/o de conducción de aguas (natural del terreno o artificial construida previamente) que serían dañadas o modificadas por la construcción de la carretera y que, sin un debido cuidado en el proyecto, resultarían causando daños, algunos posiblemente irreparables en el medio ambiente.

Tabla 9

Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en carreteras de bajo volumen de tránsito

Tipo de obra	Período de retorno en años
Puentes y pontones	100(mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarilla de Alivio	10 – 20
Drenaje de la plataforma	10

Hidrológica y cálculos hidráulicos

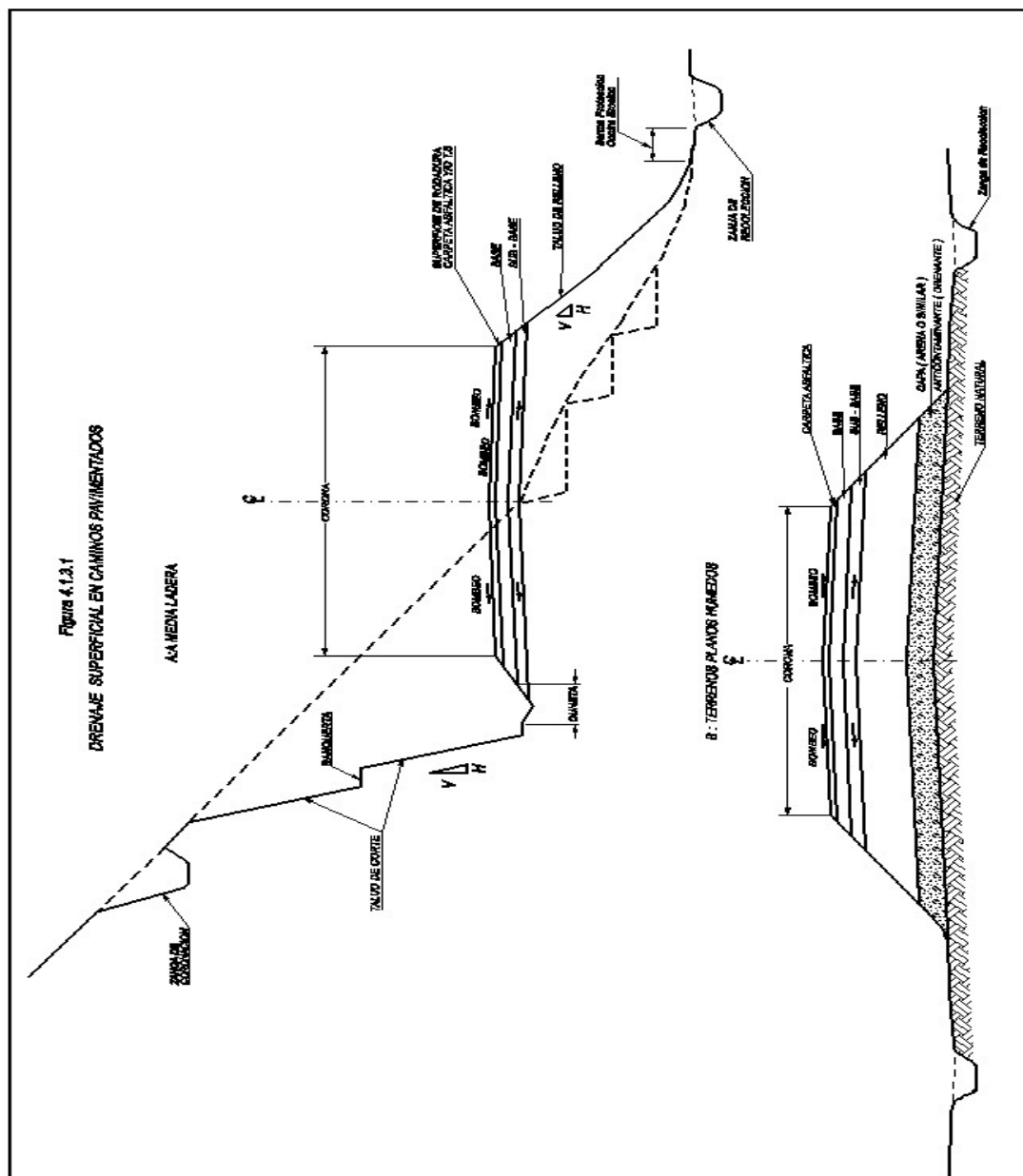
Las dimensiones de los elementos del drenaje superficial serán establecidas mediante métodos teóricos conocidos de acuerdo a las características hidrológicas de la zona por la que pasa la carretera y tomando en cuenta la información pluviométrica disponible.

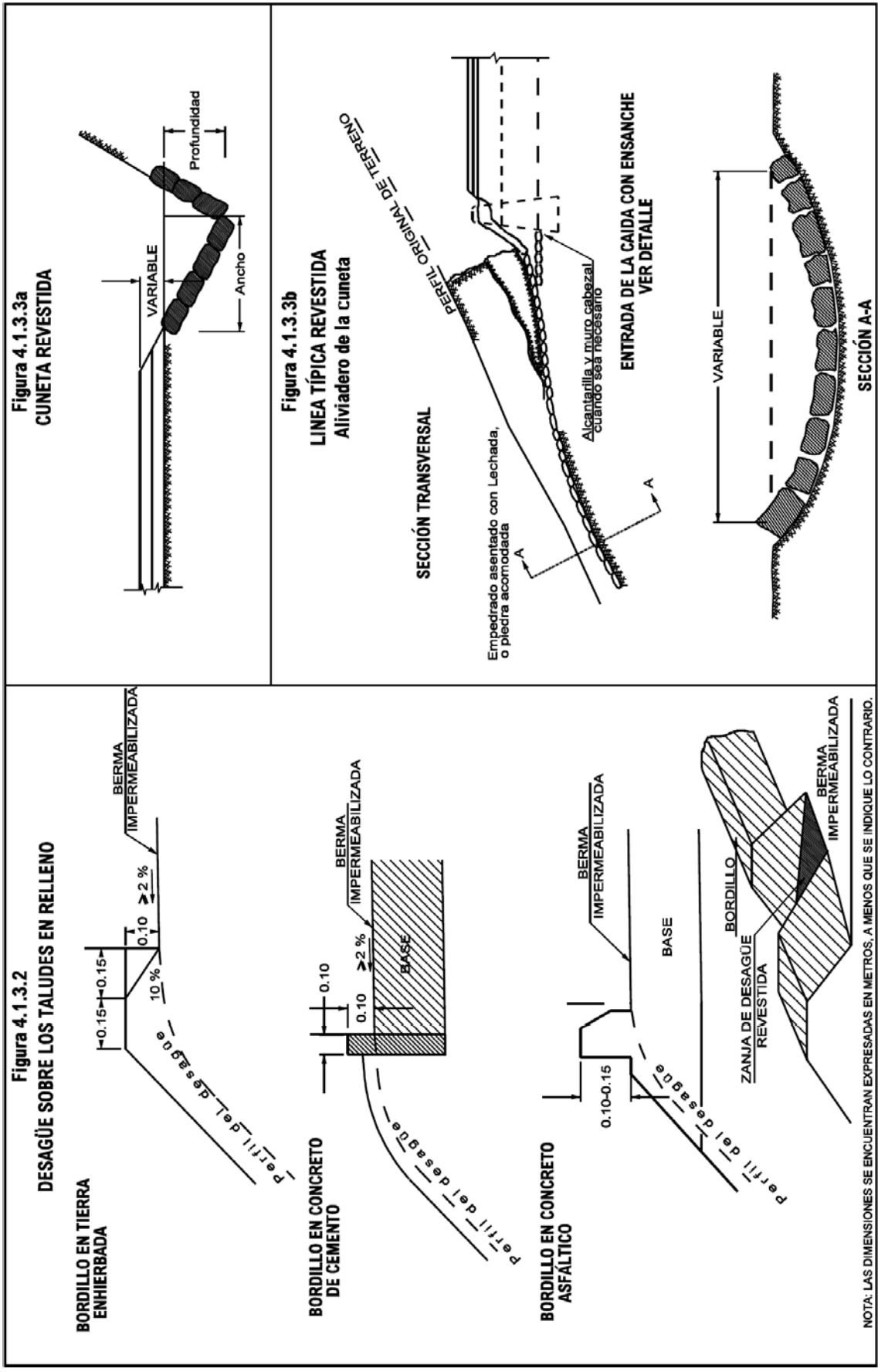
El método de estimación de los caudales asociados a un período de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca tributaria. Por su naturaleza representan casos especiales la presencia de lagos, embalses y zonas inundables que retengan o desvíen la escorrentía.

Cuando las cuencas son pequeñas, se considera pertinente el método de la fórmula racional y/o de alguna otra metodología apropiada para la determinación del caudal de diseño. Se consideran cuencas pequeñas a aquellas en que el tiempo de concentración es igual o menor a 6 horas.

Función del bombeo y del peralte

La eliminación del agua de la superficie de rodadura se efectúa por medio del bombeo en las secciones en tangente y del peralte en las curvas horizontales, provocando el escurrimiento de las aguas hacia las cunetas (figura 4.1.3.1).





1.7.3. Dispositivos de Control de Tránsito Automotor en Calles y Carreteras:

Generalidades

1.7.3.1. Requerimientos

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

Que exista una necesidad para su utilización.

Que llame positivamente la atención.

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.

1.7.3.2 Consideraciones

Para el cumplimiento de las mencionadas condiciones, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

Diseño: debe ser tal que la combinación de sus dimensiones, colores, forma, composición y visibilidad llamen apropiadamente la atención del conductor, de modo que éste reciba el mensaje claramente y pueda responder con la debida oportunidad.

Ubicación: debe tener una posición que pueda llamar la atención del conductor dentro de su ángulo de visión.

Uso: la aplicación del dispositivo debe ser tal que esté de acuerdo con la operación del tránsito vehicular.

Uniformidad: condiciones indispensables para que los usuarios puedan reconocer e interpretar adecuadamente el mensaje del dispositivo en condiciones normales de circulación vehicular.

Mantenimiento: debe ser condición de primera importancia y representar un servicio preferencial para su eficiente operación y legibilidad.

1.7.3.3 Necesidad de estudios de ingeniería

La decisión de la utilización de los dispositivos de control en cualquier ubicación, sea calle o carretera, debe estar basada en un estudio de ingeniería; el que debe abarcar no sólo las

características de la señal y la geometría vial sino también su funcionalidad y el entorno. El estudio conlleva la responsabilidad del profesional y de la autoridad respecto al riesgo que pueden causar por una señalización inadecuada.

Señales verticales:

Las señales verticales, como dispositivos instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a reglamentar el tránsito, advertir o informar a los usuarios mediante palabras o símbolos determinados.

En este tipo de señales, podemos encontrar tres tipos de señales:

Señales reguladoras o de reglamentación

Señales preventivas

Señales informativas

Diseño

La uniformidad en el diseño en cuanto a: forma, colores, dimensiones, leyendas, símbolos; es fundamental para que el mensaje sea fácil y claramente recibido por el conductor. De acuerdo con el Manual incluye el diseño de las señales mostradas en él, así como el alfabeto modelo que abarca diferentes tamaños de letras y recomendaciones sobre el uso de ellas, y, por último, tablas relativas al espaciamiento entre letras, aspecto de suma importancia para la legibilidad del mensaje de la señal.

Forma

Las señales de reglamentación deberán tener la forma circular inscrita dentro de una placa rectangular en la que también está contenida la leyenda explicativa del símbolo, con excepción de la señal de «PARE», de forma octogonal, y de la señal "CEDA EL PASO", de la forma de un triángulo equilátero con el vértice hacia abajo.

Las señales de prevención tendrán la forma romboidal, un cuadrado con la diagonal correspondiente en posición vertical, con excepción de las de delineación de curvas, cuya forma será rectangular correspondiendo su mayor dimensión al lado vertical y las de «ZONA DE NO ADELANTAR» que tendrán forma triangular.

Las señales de información tendrán la forma rectangular con su mayor dimensión horizontal, a excepción de los indicadores de ruta y de las señales auxiliares.

Colores

El color de fondo a utilizarse en las señales verticales será como sigue:

AMARILLO. Se utilizará como fondo para las señales de prevención.

NARANJA. Se utilizará como fondo para las señales en zonas de construcción y mantenimiento de calles y carreteras.

AZUL. Se utilizará como fondo en las señales para servicios auxiliares al conductor y en las señales informativas direccionales urbanas. También se empleará como fondo en las señales turísticas.

BLANCO. Se utilizará como fondo para las señales de reglamentación así como para las leyendas o símbolos de las señales informativas tanto urbanas como rurales y en la palabra «PARE». También se empleará como fondo de señales informativas en carreteras secundarias.

NEGRO. Se utilizará como fondo en las señales informativas de dirección de tránsito así como en los símbolos y leyendas de las señales de reglamentación, prevención, construcción y mantenimiento.

MARRÓN. Puede ser utilizado como fondo para señales guías de lugares turísticos, centros de recreo e interés cultural.

ROJO. Se utilizará como fondo en las señales de «PARE», «NO ENTRE», en el borde de la señal «CEDA EL PASO» y para las orlas y diagonales en las señales de reglamentación.

VERDE. Se utilizará como fondo en las señales de información en carreteras principales y autopistas. También puede emplearse para señales que contengan mensajes de índole ecológica.

1.7.3.4 Dimensiones, símbolos, leyendas y marcos-bordes

Estos puntos se tomarán en cuenta según sea cada caso siguiendo las normativas del Manual de Dispositivo del Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

Reflectorización

Es conveniente que las señales sean legibles tanto de día como de noche; la legibilidad nocturna en los lugares no iluminados se podrá obtener mediante el uso de material reflectorizante que cumple con las especificaciones de la norma ASTM-D4956-99.

El material reflectorizante deberá reflejar un alto porcentaje de la luz que recibe y deberá hacerlo de manera uniforme en toda la superficie de la señal y en un ángulo que alcance la posición normal del conductor.

Localización

Las señales de tránsito por lo general deben estar colocadas a la derecha en el sentido del tránsito.

En algunos casos estarán colocadas en lo alto sobre la vía (señales elevadas).

En casos excepcionales, como señales adicionales, se podrán colocar al lado izquierdo en el sentido del tránsito.

Las señales deberán colocarse a una distancia lateral de acuerdo a lo siguiente:

Zona rural: La distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal no deberá ser menor de 1.20m. ni mayor de 3.0m.

Zona urbana: La distancia del borde de la calzada al borde próximo de la señal no deberá ser menor de 0.60 m.

Altura

La altura a que deberán colocarse las señales estará de acuerdo a lo siguiente:

Zona rural: La altura mínima permisible entre el borde inferior de la señal y la superficie de rodadura fuera de la berma será de 1.50m; asimismo, en el caso de colocarse varias señales en el poste, el borde inferior de la señal más baja cumplirá la altura mínima permisible.

Zona urbana: La altura mínima permisible entre el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda no será menor de 2.10 m.

Señales elevadas: En el caso de las señales colocadas en lo alto de la vía, la altura mínima entre el borde inferior de la señal y la superficie de rodadura será de 5.30 m.

Angulo de colocación

Las señales deberán formar con el eje del camino un ángulo de 90°, pudiéndose variar ligeramente en el caso de las señales con material reflectorizante, la cual será de 8 a 15° en relación a la perpendicular de la vía.

Mantenimiento

Las señales deberán ser mantenidas en su posición, limpias y legibles durante todo el tiempo. Las señales dañadas deberán ser remplazadas inmediatamente, en vista de ser inefectivas y por tender a perder su autoridad.

Se deberá establecer un programa de revisión de señales con el fin de eliminar cualquier obstáculo que impida su visibilidad y detectar aquellas que necesiten ser reemplazadas.

Postes o soportes

De acuerdo a cada situación se podrán utilizar, como soporte de las señales, tubos de fierro redondos o cuadrados, perfiles omega perforados o tubos plásticos rellenos de concreto.

Todos los postes para las señales preventivas o reguladoras deberán estar pintados de franja horizontales blancas con negro, en anchos de 0.50 m. para la zona rural y 0.30 m. para la zona urbana, pudiendo los soportes ser, en este caso de color gris.

En el caso de las señales informativas, los soportes laterales de doble poste, los pastorales, así como los soportes tipo bandera y los pórticos irán pintados de color gris.

1.7.3.5. Marcas en el pavimento:

Las marcas en el pavimento o en los obstáculos son utilizados con el objeto de reglamentar el movimiento de vehículos e incrementar la seguridad en su operación. Sirven, en algunos casos, como suplemento a las señales y semáforos en el control del tránsito; en otros constituye un único medio, desempeñando un factor de suma importancia en la regulación de la operación del vehículo en la vía.

Materiales

Los materiales que pueden ser utilizados para demarcar superficies de rodadura, bordes de calles o carreteras y objetos son la pintura convencional de tráfico TTP-115 F (caucho clorado alquídico), base al agua para tráfico (acrílica), epóxica, termoplástica, concreto coloreado o cintas adhesivas para pavimento.

Para efectuar las correcciones y/o borrado se podrá emplear la pintura negra TTP-1 10 C (caucho clorado alquídico) u otras que cumplan la misma función. Todas estas de acuerdo a Standard Specifications for Construction of Road and Bridges on Federal Highways Projects

(EE.UU.) y a las «Especificaciones Técnicas de Calidad de Pinturas para Obras Viales» aprobado por R. D. N° 851-98-MTC/15.17 del 14 de diciembre de 1998.

La demarcación con pintura puede hacerse en forma manual o con máquina, recomendándose esta última ya que la pintura es aplicada a presión, haciendo que ésta penetre en los poros del pavimento, dándole más duración. Los marcadores individuales de pavimento URPM o demarcador reflectivo son elementos plásticos, metálicos o cerámicos con partes reflectantes con un espesor no mayor a dos centímetros (2.0 cm.) pudiendo ser colocados continuamente o separados. Serán utilizados como guías de posición, como complemento de las otras marcas en el pavimento o en algunos casos como sustituto de otros tipos de marcadores.

Estos marcadores son muy útiles en curvas, zonas de neblina, túneles, puentes y en muchos lugares en que se requiera alta visibilidad, tanto de día como de noche. El color de los marcadores estará de acuerdo al color de las otras marcas en el pavimento y que sirven como guías. El blanco y el amarillo son utilizados solos o en combinación con las líneas pintadas en el pavimento consolidando el mismo significado.

Los marcadores tienen elementos reflectantes incorporados a ellos y se dividen en monodireccionales, es decir, en una sola dirección del tránsito y bidireccionales, es decir, en doble sentido del tránsito.

Los marcadores individuales mayores a 5.7 cm. se usarán sólo para formar sardineles o islas canalizadoras del tránsito.

Colores

Los colores de pintura de tráfico u otro elemento demarcador a utilizarse en las marcas en el pavimento serán blanco y amarillo, cuyas tonalidades deberán conformarse con aquellas especificadas en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras.

Las Líneas Blancas: Indican separación de las corrientes vehiculares en el mismo sentido de circulación.

Las Líneas Amarillas: Indican separación de las corrientes vehiculares en sentidos opuestos de circulación.

Por otro lado, los colores que se pueden emplear en los demarcadores reflectivos, además del blanco y el amarillo, son el rojo y el azul, por las siguientes razones:

Rojo: indica peligro o contra el sentido del tránsito.

Azul: indica la ubicación de hidrantes contra incendios.

1.7.3.6. Tipo y ancho de las líneas longitudinales

Los principios generales que regulan el marcado de las líneas longitudinales en el pavimento son:

Líneas segmentadas o discontinuas, sirven para demarcar los carriles de circulación del tránsito automotor.

Líneas continuas, sirven para demarcar la separación de las corrientes vehiculares, restringiendo la circulación vehicular de tal manera que no deba ser cruzada.

El ancho normal de las líneas es de 0.10 m. a 0.15 m. para las líneas longitudinales de línea central y línea de carril, así como de las líneas de barrera.

Las líneas continuas dobles indican máxima restricción.

Para las líneas de borde del pavimento tendrán un ancho de 0.10m.

Reflectorización

En el caso de la pintura de tráfico tipo TTP-115-F y con el fin de que sean visibles las marcas en el pavimento en la noche, ésta deberá llevar microesferas de vidrio integradas a la pintura o esparcidas en ella durante el momento de aplicación.

Dosificación de esferas de vidrio recomendadas:

Carreteras y autopistas: 3.5 kg/Gal.

Vías Urbanas: 2.5 kg/Gal.

Clasificación:

Señales verticales. Estas señales se clasifican en

1.7.3.7. Señales reguladoras:

Las señales de reglamentación tienen por objeto 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.

Estas señales se dividen en:

Señales relativas al derecho de paso

Señales prohibitivas o restrictivas

Señales de sentido de circulación

A continuación se detallarán todas las posibles señales reguladoras a usarse:

Señal mantenga su derecha (R-15)

Deforma y colores correspondientes a las señales prohibitivas o restrictivas. Se empleará esta señal para indicar la posición que debe ocupar el vehículo en ciertos tramos de la vía, en que por existir determinadas condiciones se requiere que los vehículos transiten manteniendo rigurosamente su derecha.

Se usará también en las zonas donde exista la tendencia del conductor a no conservar su derecha. Esta señal se colocará a 100 m. antes del inicio del tramo que obliga su uso



Figura I.1: Mantenga su derecha (Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras).

Señal prohibida adelantar (R-16)

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas

Se utilizará para indicar al conductor la prohibición de adelantar a otro vehículo, otivado generalmente por limitación de visibilidad. Se colocará al comienzo de las zonas de limitación.



Figura I.2: Prohibido adelantar: (Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras).

Señal velocidad máxima (R-30)

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas o restrictivas.

Se utilizará para indicar la velocidad máxima permitida a la cual podrán circular los vehículos.

Se emplea generalmente para recordar al usuario del valor de la velocidad reglamentaria y cuando, por razones de las características geométricas de la vía o aproximación a determinadas zonas (urbana, colegios), debe restringirse la velocidad.



Figura 13. Señal velocidad máxima. (Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras).

1.7.3.8. Señales preventivas:

Las señales preventivas o de prevención son aquellas que se utilizan para indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado tomando ciertas precauciones necesarias.

A continuación se presentan las señales preventivas a usarse:

Señal curva pronunciada a la derecha (P1-A), señal curva pronunciada a la izquierda (P1-B)

Se usará para prevenir la presencia de curvas de radio menor de 40m y para aquellas de 40 a 80m de radio cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.



Figura 14: Señal curva pronunciada a la derecha e izquierda. (Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras).

Señal curva a la derecha (P2-A), señal curva a la izquierda (P2-B)

Se usarán para prevenir la presencia de curvas de radio de 40m a 300m con ángulo de deflexión menor de 45° y para aquellas de radio entre 80 y 300m cuyo ángulo de deflexión sea mayor de 45°.

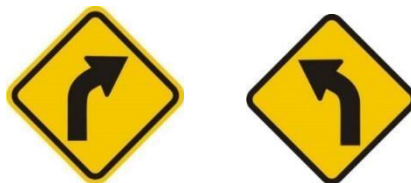


Figura 15 : Señal curva a la derecha e izquierda. (Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras).

Curva en “U” derecha (P-5-2A) y curva en “U” izquierda (P-5-2B)

Se emplearán para prevenir la presencia de curvas cuyas características geométricas la hacen sumamente pronunciadas.



Figura 1.6: Curva en U derecha e izquierda. (Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras).

Señal de curva y contra curva a la derecha (P-4A) e izquierda (P-4B)

Se emplearán para indicar la presencia de dos curvas de sentido contrario, con radios inferiores a 300 metros y superiores a 80m, separados por una tangente menor de 60m.



Figura 1.7: Señal de curva y contra curva a la derecha e izquierda. (Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras).

Señal camino sinuoso (P-5-1)

Se empleará para indicar una sucesión de tres o más curvas, evitando la repetición frecuente de señales de curva. Por lo general, se deberá utilizar la señal (R-30) de velocidad máxima, para indicar complementariamente la restricción de la velocidad.



Señal camino sinuoso. (Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras).

Señal pendiente pronunciada (P-35)

Se utilizará para indicarla proximidad de un tramo de pendiente pronunciada, sea subida o bajada.



Señal pendiente pronunciada. (Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras).

Señal cuidado animales en la vía (P-53)

Se utilizará para advertir la proximidad de zonas donde el conductor pueda encontrar animales en la vía



Señal cuidado animales en la vía. (Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras).

Señal zona urbana (P-56)

Son utilizadas para informar al usuario sobre los diferentes servicios con que cuentan las autopistas y carreteras dentro del derecho de uso de la vía. Serán rectangulares con su mayor dimensión vertical.

Serán de color azul, símbolo negro sobre cuadrado blanco y con leyenda de la distancia o la flecha direccional en la parte interior (si la hubiere) de color blanco.

La señal correspondiente a «PRIMEROS AUXILIOS» (I-28) tendrá el símbolo representado por una cruz de color rojo.

Las señales de servicios auxiliares deberán colocarse en un punto tal que se asegure su mayor eficacia tanto de día como de noche, a fin de que el mensaje pueda ser captado con oportunidad.



Señal zona urbana. (Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras).

Señales informativas:

Las señales de información tienen como fin el de guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino.

Tienen también por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc. y dar información que ayude al usuario en el uso de la vía. En algunos casos incorporar señales preventivas y/o reguladoras así como indicadores de salida en la parte superior.

A continuación se presentan las señales informativas a usarse:

Poste de kilometraje

Se utilizarán para indicar la distancia al punto de origen de la vía. Para establecer el origen de cada carretera se sujetará a la reglamentación respectiva, elaborada por la Dirección General de Caminos.

Los postes de kilometraje se colocarán a intervalos de 1 a 5 km. considerando a la derecha los números pares y a la izquierda los impares.

En algunas carreteras, la Dirección General de Caminos podrá considerar innecesaria la colocación de postes de kilometraje. Se tendrá, en estos casos, especial cuidado en una adecuada colocación de las señales I-1, I-2, I-3, I-6 e I7.

Especificaciones:

Concreto: 140 kg/cm²

Armadura: 3 fierros de 3/8" con estribos de alambre No 8 a 0.20m. Longitud de 1.20m.

Inscripción: en bajo relieve de 12mm de profundidad.

Pintura: los postes serán pintados en blanco con bandas negras de acuerdo al diseño, con tres manos de pintura al óleo.

Cimentación: 0.50 x 0.50 m de concreto ciclópeo.

Señales de localización

Servirán para indicar poblaciones o lugares de interés tales como: ríos, poblaciones etc.

Serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal.

La mínima dimensión correspondiente al rectángulo de la señal será de 0.50m.

Señales de servicios auxiliares

Son utilizadas para informar al usuario sobre los diferentes servicios con que cuentan las autopistas y carreteras dentro del derecho de uso de la vía. Serán rectangulares con su mayor dimensión vertical. Serán de color azul, símbolo negro sobre cuadrado blanco y con leyenda de la distancia o la flecha direccional en la parte interior (si la hubiere) de color blanco.

La señal correspondiente a «PRIMEROS AUXILIOS» (I-28) tendrá el símbolo representado por una cruz de color rojo.

Las señales de servicios auxiliares deberán colocarse en un punto tal que se asegure su mayor eficacia tanto de día como de noche, a fin de que el mensaje pueda ser captado con oportunidad.

1.7.4. Barreras de seguridad:

Son aquellos sistemas de contención de vehículos ubicados e instalados en los márgenes o en los separadores centrales de la carretera y en los bordes de los puentes (pretilos). Las barreras pueden ser flexibles, semirrígidas o rígidas.

Barreras de seguridad certificadas

Es aquella que ha pasado por pruebas de impacto de acuerdo a los requisitos normativos establecidos por la NCHRP Report 350 de los Estados Unidos de Norteamérica o por la EN 1317 de la comunidad Europea.

Mediante las pruebas de impacto a la barrera de seguridad se obtienen los siguientes parámetros:

Nivel de contención.

Nivel de severidad del impacto.

Deformación del sistema.

Capacidad de redireccionamiento del sistema

Las pruebas de impacto son realizadas en un laboratorio autorizado autenticada por el organismo normativo del país en donde se desarrolló la prueba. En el informe de la prueba de impacto debe estar indicado el nivel de contención, nivel de severidad del impacto, deformación del sistema, los componentes de la barrera de seguridad, planos del diseño de la barrera, tipo de suelo donde fue instalada la barrera, e incluir los videos del funcionamiento de la barrera durante el impacto del vehículo y toda la documentación solicitada en la normativa internacional (NCHRP 350 o EN 1317)

Barreras de seguridad no certificadas

Será responsabilidad del proyectista el diseño y del proveedor proponer una barrera de seguridad no certificada que garantice el nivel de contención, nivel de severidad de impacto y ancho de trabajo requerido de acuerdo a las condiciones del proyecto en función a estudios técnicos que sustenten las mismas y que serán evaluadas y aprobadas dentro del rubro del título de Especificaciones Especiales propuesto en la EG-2000 (Sección 01.02), cumpliendo además con lo estipulado en la presente directiva.

Criterios de implementación

El costo de las soluciones alternativas como desplazar o eliminar obstáculos

Estadísticas de accidentes en las carreteras

El costo de instalación y mantenimiento de la barrera de seguridad

Se exigen instalación de barreras de seguridad en taludes de terraplén que tengan alturas superiores a los 4 m. y pendientes mayores a 1:4 (V:H)

Se instalará una barrera de seguridad cuando la distancia a una zona de peligro al borde de la calzada sea menor a 10 m.

Se instalará barreras de seguridad cuando el ancho del separador central de la carretera sea menor a 10 m. en zonas donde la velocidad directriz sea superior a 70 km/h o 6 m. donde la velocidad sea inferior.

La longitud de la barrera será la necesaria para que el sistema desarrolle de forma completa su compartimiento característico.

Criterios de selección de la barrera de seguridad

Será responsabilidad del ingeniero especializado en el tema, para ello deberá tener en cuenta los siguientes criterios:

Estudio de tráfico

Para la selección del nivel de contención, primero se debe determinar mediante un estudio de tráfico los tipos de vehículos que transitan en el tramo de la vía donde será necesaria la instalación de la barrera de seguridad, con esta información en la tabla siguiente se designará a qué tipo de tráfico corresponde.

Tabla 10

Tipo de tráfico

Tipo de vía	Tipo de tráfico	Barrera central	Barrera lateral	Barrera para puentes
AP, MC	A	P5-P4 P4-	P4-P3 P4-	P5-P4
	B	P3-P2	P3-P2	P4
DC	C	-	P3 P3-	P4-P3
	D		P2	P3
BVT	E	-	P2	P3-P2
	F		P1	P2

Fuente: MTC

✓ Selección de la barrera de seguridad

A continuación, se detalla un cuadro con las barreras de seguridad a tomar según el tráfico y la vía.

Tabla 11*Nivel de contención de acuerdo al tráfico y a la vía*

Tipo de tráfico	IMDA	% vehículos con masa > 18t
A	> 4000	> = 25
B	> 4000	< 25
C	350 - 4000	> = 25
D	350 - 4000	< 25
E	< 350	> = 25
F	< 350	< 25

Fuente: MTC

Donde:

AP: Autopista

MC: Carretera multicarril o dual (dos calzadas)

DC: Carrera de dos carriles

BVT: Carretera de bajo volumen de tránsito

Para el caso de una barrera certificada, se deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones al momento de elegir la barrera más conveniente:

Funcionamiento y comportamiento de la barrera certificada.

Las condiciones del terreno.

El espacio disponible (ancho de trabajo y deflexión dinámica) Necesidades especiales (conexiones, anclajes, abatimientos, etc.) El menor valor de ASI.

El menor valor de THIV y PHD.

La menor deformación del vehículo de acuerdo a los valores del VCDI o OCDI.

Especificaciones técnicas de la barrera de seguridad

Materiales

Si la barrera de seguridad es de material metálico y con protección anticorrosiva de galvanizado, estará formado por una serie continua de elementos longitudinales (vigas), soportes (postes), espaciador y accesorios (pernos, arandelas, tuercas, pieza angular, captafaros y topes), los cuales se podrá desmontar en caso de ser necesario, con el fin de

proceder a su sustitución. Las barreras también pueden ser de hormigón, mixtas u otro material.

Instalación

La instalación de las barreras de seguridad certificadas se hará con las mismas especificaciones técnicas de los materiales, suelo y lugar donde fue instalada la barrera de acuerdo a los documentos entregados por el laboratorio respectivo o la prueba de impacto con su debida certificación.

Para las barreras metálicas el comportamiento rígido o flexible de un poste de instrucciones del fabricante.

Algunos de los problemas que se presentan ocurren en el borde de terraplenes o de quebradas, en esos casos se debe poner especial cuidado en que exista suelo disponible para hincar el poste, ya que si se instala una barrera muy cerca al borde de un terraplén, ésta no tendrá suelo tras de sí para transmitirle su carga y el resultado será que la barrera al ser impactada se desplazará con el vehículo siendo incapaz de contenerlo

Mantenimiento de la barrera de contención

Las barreras de seguridad deberán ser sometidas a labores de conservación, con la finalidad de que cumplan con su función prevista. La reposición parcial o total de los elementos de la barrera de seguridad deberá ser con el mismo material con la que fue diseñada.

Marcas en el pavimento

Línea central:

En el caso de una calzada de dos carriles de circulación que soporta el tránsito en ambos sentidos, se utilizará una línea discontinua cuando es permitido cruzar y cuyos segmentos serán de 4.50 m de longitud espaciados 7.50 m en carreteras; en la ciudad será de 3 m y 5 m respectivamente.

La doble línea amarilla demarcadora del eje de la calzada, significa el establecer una barrera imaginaria que separa las corrientes de tránsito en ambos sentidos; el eje de la calzada coincidirá con el eje del espaciamiento entre las dos líneas continuas y paralelas.

Marcas de prohibición de alcance y paso a otro vehículo:

El marcado de líneas que prohíben adelantar tiene por objeto el señalar aquellos tramos del camino cuya distancia de visibilidad es tal que no permite al conductor efectuar con seguridad la maniobra de alcance y paso a otro vehículo.

La distancia de visibilidad en una curva vertical es la distancia que un objeto a 1.20 m de la superficie del pavimento puede ser vista desde otro punto a 1.20 m sobre la superficie del pavimento. Asimismo, la distancia de visibilidad de pase sobre una curva horizontal es la distancia medida a lo largo de la línea central entre dos puntos a 1.20 m sobre el pavimento en una línea tangente a la obstrucción que corta la visibilidad hacia dentro de la curva. Las zonas donde la distancia de visibilidad es igual o menor que la numeración abajo señalada para valores predominantes de Velocidad 85 Percentil o Velocidad Directriz (el que sea más alto), deben ser demarcadas:

Tabla 12

Distancia mínima de visibilidad para adelantar

VELOCIDAD DIRECTRIZ (Km/h)	DISTANCIA MÍNIMA DE VISIBILIDAD PARA ADELANTAR (m)
40	150
60	180
80	250
100	320
120	400

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

Se utilizará una línea continua paralela a la línea central, espaciada 0.10 m hacia el lado correspondiente al sentido del tránsito que se está regulando; de ancho 0.10 m y de color amarillo.

Antes del inicio de la línea continua, existirá una zona de preaviso variable entre 50 m ($V < 60$ km/h) y 100m ($V > 60$ km/h), donde la línea discontinua estará constituida por segmentos de 4.5m de longitud espaciados 7.5m en el caso de carreteras y en la zona urbana será de 3m y 1 m respectivamente (Ver figuras).

En las siguientes figuras se explica lo antes mencionado, A y D son los puntos de inicio de la zona donde se prohíbe adelantar y es donde la visibilidad es menor a la antes señalada; y los puntos B y C señalan el fin de la zona con visibilidad limitada.

El demarcado de la zona donde se prohíbe adelantar será complementado con la señal:

“Prohibido adelantar”.

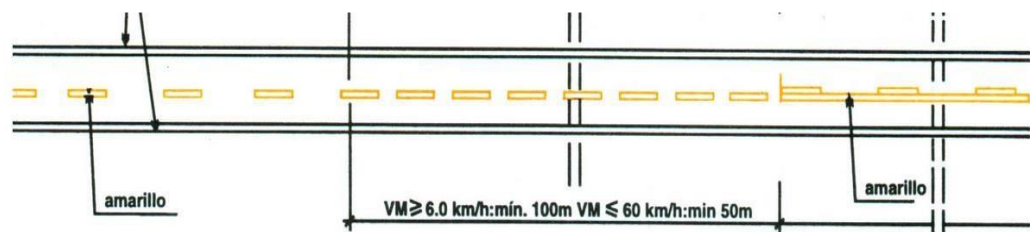


Figura : Marcas en el pavimento Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

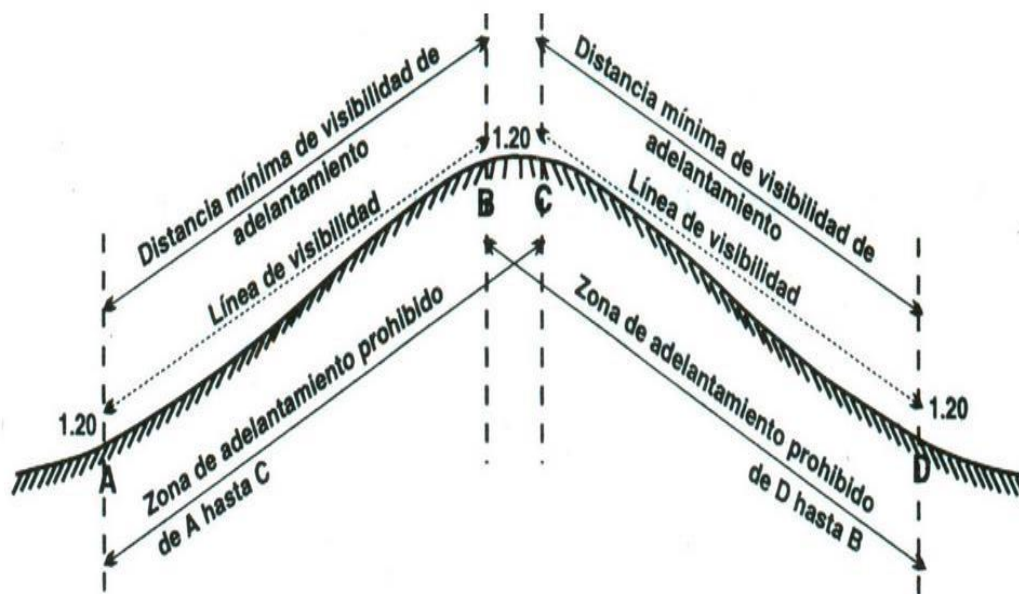


Figura : Curva vertical en la carretera: Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

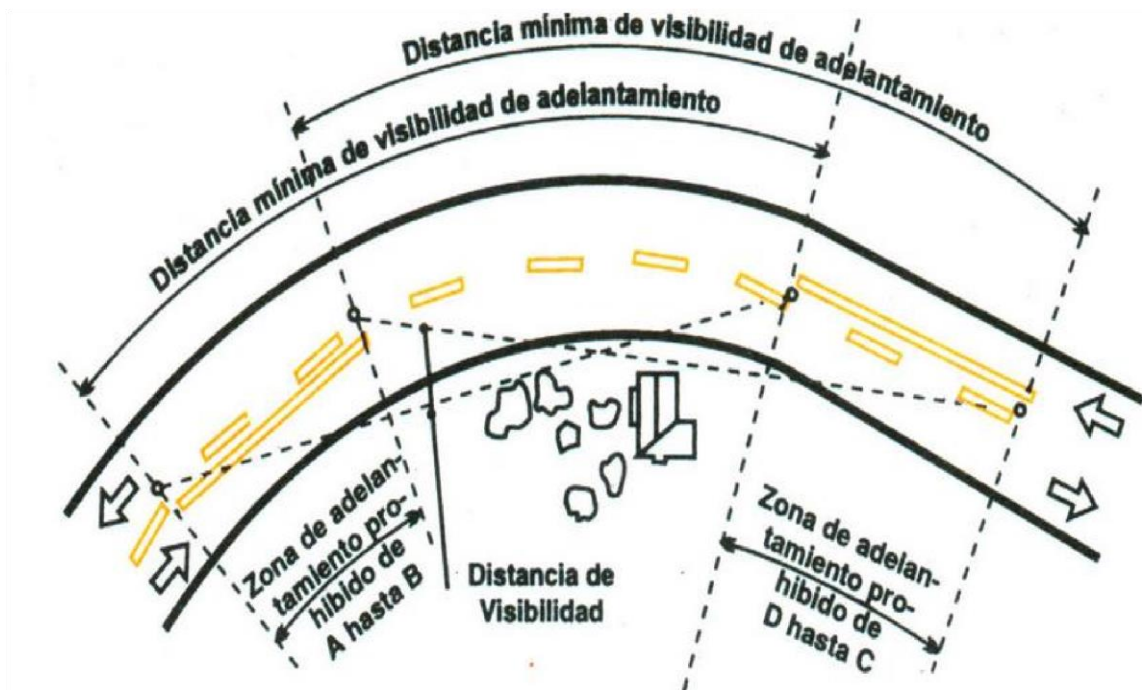


Figura: Curva horizontal en la carretera. (Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras).

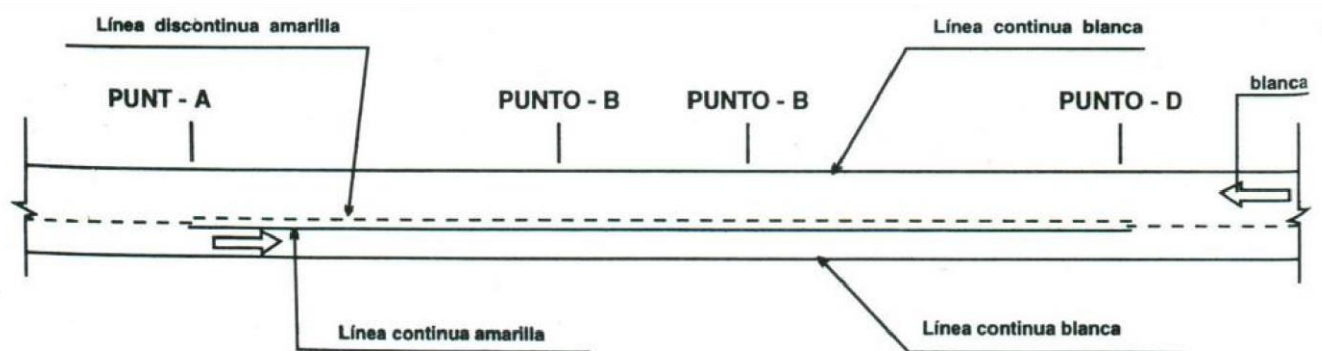


Figura : Marcas en el pavimento. (Fuente: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras).

1.7.4.1. Línea de borde de pavimento:

Se utilizará para demarcar el borde del pavimento a fin de facilitar la conducción del vehículo, especialmente durante la noche y en zonas de condiciones climáticas severas. Deberá ser línea continua de 0.10m. de ancho de color blanco.

1.7.4.2. Delineadores reflectivos:

Demarcadores de peligro:

Los demarcadores reflectivos pueden instalarse inmediatamente en frente de obstrucciones o en cambios bruscos de alineamiento para indicar la presencia de peligro. Demarcadores de peligro deben ser de un diseño tal y deben ser instalados así como para que sean claramente visibles para los conductores que se aproximan bajo condiciones atmosféricas ordinarias desde una distancia de 350m cuando sean iluminados por las luces altas de un automóvil standard.

Deben ser situadas a una altura aproximada de cuatro pies por encima del pavimento, excepto cuando están adheridas directamente al objeto peligroso como es el caso de una alcantarilla saliente.

Se emplearán el siguiente sistema para el uso de demarcadores de peligro reflectivos:

Para la obstrucciones dentro de la vía de tránsito, el demarcador de peligro debe consistir en una franja horizontal dentro de la cual se encuentre 3 «ojos de gato» amarillos de 3 pulgadas montados horizontalmente o una franja equivalente con material reflectivo amarillo; o (b) donde se necesita enfatizar más en obstáculos frontales, 7 «ojos de gato» amarillos de 3 pulgadas montados en forma de diamante o 1 diamante equivalente en material reflectivo amarillo.

Para delinear los comienzos y finales de puentes, pilares de pasos a desnivel y todas las demás obstrucciones muy cercanas a los bordes de la vía, el demarcador de peligro, más específicamente designado como un demarcador de ancho de vía, debe consistir en (a) 3 «ojos de gato» de 3 pulgadas montados verticalmente o una franja amarilla de material reflectivo o (b) un rectángulo vertical de aproximadamente 3 pies de rayas reflectivas alternas blancas y negras diagonales a un ángulo de 45° cayendo hacia el lado donde el tránsito debe pasar la obstrucción. Las líneas no deben ser menor de 5 centímetros.

El reflector horizontal generalmente se utiliza para canalizar islas, etc., mientras que el reflector de tamaño mayor se aplica más en casos estribos de puentes, finales de vías y otras obstrucciones muy peligrosas.

El borde interior del demarcador de ancho libre debe coincidir con el borde saliente de la obstrucción. Se obtiene una mejor presentación de la demarcación de rayas blancas y negras, si las rayas negras se pintan ligeramente más anchas que las blancas.

Delineadores:

Los demarcadores que delimitan los bordes de carreteras son grandes ayudas para la conducción nocturna. Los delineadores deben considerarse como guías y no como advertencia de peligro. Pueden ser usados en tramos largos y continuos de carreteras o en partes cortas donde el alineamiento pueda confundir en transiciones de ancho de pavimento. Importante ventaja de los delineadores para ciertas regiones, es que se quedan visibles cuando existen ciertas restricciones de visibilidad de origen atmosférico.

Los delineadores deben ser unidades reflectivas capaces de reflejar la luz con claridad, visibles bajo normales condiciones atmosféricas desde una distancia de 3.50m. cuando son iluminadas por las luces altas de un automóvil standard.

Los elementos reflectivos prismáticos de vidrio o plástico, o elementos plásticos dentro de los cuales se encuentra material reflectivo, que se usan como delineadores, deben tener aproximadamente 3 pulgadas de diámetro o pueden ser de otra forma geométrica siempre que el área de la unidad contenga un círculo que sea aproximadamente de 3 pulgadas de diámetro. Para otras aplicaciones que se describen más adelante pueden usarse unidades reflectivas alargadas de tamaño apropiado en vez de las dos o tres unidades circulares.

Si se usa alguna capa colectiva, la unidad debería ser de aproximadamente 3 x 8 pulgadas y montada verticalmente.

Los delineadores múltiples de material reflectivo deberían tener 5 x 5 pulgadas montados en forma de diamante en un arreglo vertical.

Cuando se usan en autopistas, los delineadores deben ser simples unidades reflectivas de color blanco instaladas del lado derecho en vías bidireccionales y de la derecha a ambos lados en vía de una sola dirección. Pueden ser instaladas del lado izquierdo en vías bidireccionales, solo en curvas muy peligrosas hacia la derecha. En curvas muy pronunciadas, los delineadores son más efectivos y se usan del lado exterior de la curva.

Los delineadores deben ser montados sobre soportes adecuados a una altura tal que la parte superior del reflector esté a 1.20m. encima del pavimento o borde de la vía. En ningún caso deben situarse a más de 3.60m ni más de 1.50m del borde exterior de la berma.

Los delineadores son elementos verticales que se colocan en curvas horizontales y en estrechamiento de la vía con el fin de hacer resaltar el borde de la superficie de rodadura. Se utilizan por lo regular en los tramos en relleno para evitar peligros de accidente a los conductores, sobre todo en las noches y en horas de escasa visibilidad.

Los delineadores pueden ser, según el tipo de material con que están contruidos, de 2 clases: de concreto y de madera. Los de concreto pueden ser a su vez de concreto simple o concreto arreado.

Delineadores de Concreto Simple: Se utilizarán en zonas áridas o de escasa vegetación. Tendrá forma tronco-cónica con una base de 30 cm. de diámetro, una coronación de 15 cm de diámetro y una altura mayor de 45 cm. La altura total dependerá de la profundidad de cimentación. Se construirán en el mismo sitio de su colocación, para lo cual se excavará previamente como cimentación un volumen cilíndrico de 20 cm de diámetro y de profundidad variable, de acuerdo con el terreno. El concreto utilizado tendrá a los 28 días, una resistencia a la compresión de 100 Kg/cm²., utilizándose para la fabricación encofrados metálicos o de madera de tipo desarmable. Los delineadores se colocarán a 30 cm. hacia adentro de la arista formada por el talud de relleno de 40 cm. hacia afuera del borde extremo de la berma (se escogerá la posición más cercana a la pista) y se pintarán de color blanco, debiendo tener en su parte superior una faja pintada con material reflectorizante de color amarillo en un ancho de 15 cms. y en una longitud igual a la tercera parte del perímetro de la sección transversal.

Delineadores de Concreto Armado: Se utilizarán en zonas donde el crecimiento de vegetación podría dificultar la visibilidad del delineador. Tendrán la forma de un prisma triangular con una base de 15cm. por lado y una altura de 1 metro. Serán prefabricados, debiendo quedar totalmente terminados antes de ser llevados al lugar de colocación. La cimentación de la unidad se asegurará empotrando el delineador en su ubicación, en una profundidad de 30 cm. El concreto utilizado tendrá a los 28 días una resistencia mínima (a la compresión de 140 Kg/cm²). El refuerzo metálico del delineador consistirá en 3 barras de 3/8" de diámetro y 0.95m. de longitud, colocadas en cada vértice de la unidad. El amarre de este refuerzo consistirá en 3 estribos formados por barras del mismo diámetro y de 0.35 m. de longitud. La unidad terminada se pintará de color blanco, debiendo tener en su parte superior y en las 2 caras que miran hacia la carretera, una faja pintada con material reflectorizante color amarillo en un ancho de 15 cm. La colocación de este tipo de delineadores se hará de acuerdo con lo indicado al tratar de delineadores de concreto simple.

Delineadores de Madera: Se utilizarán en carreteras menos importantes y en zonas donde su uso resulta económico. Tendrán forma cilíndrica con una base de 15 cm. de diámetro y una altura de 1 metro. La madera que se utilice será de buena calidad, seca, sana y descortezada. Se construirán en planta, debiendo estar totalmente terminados antes de ser llevados al lugar de colocación. La cimentación de la unidad se asegurará empotrando el delineador en su ubicación en una longitud de 30 cm. La longitud enterrada se preservará mediante un recubrimiento asfáltico o similar. La colocación de este tipo de delineadores se hará de acuerdo con lo indicado al tratar de delineadores de concreto simple. La unidad terminada se pintará de blanco, debiendo tener en su parte superior una faja pintada con material reflectorizante de color amarillo en un ancho de 15 cm. y en una longitud igual a la tercera parte de la sección transversal.

1.7.4.3. Espaciamiento de delineadores

Será determinado por el Ingeniero Residente de acuerdo con las características de la curva horizontal o de estrechamiento del camino, pero por lo regular varía entre 5 y 20 metros. En las tablas 13 y 14, se presentan espaciamientos recomendados en función del radio de la curva horizontal.

Tabla 13
Espaciamiento de delineadores

Espaciamiento de delineadores	
Radio de	Espaciamiento
la Curva horizontal	(m.)
(m.)	(m.)
30	4.00
40	5.00
50	6.00
60	7.00
70	8.00
80	9.00
100	10.00
150	12.50
200	15.00
250	17.00
300	18.50
400	20.00

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

Tabla 14*Espaciamiento de chevrone*

Espaciamiento de Chevrone	
Radio de la Curva horizontal (m.)	Espaciamiento (m.)
15	5
50	10
75	12
100	15
150	20
200	22
250	24
300	27

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

1.8. Marco Histórico

Sabemos que las vías de comunicación terrestre son requisitos indispensables para la realización de las principales actividades humanas y para el desarrollo de los pueblos. En ese sentido, el desarrollo de una nación depende en gran medida de la extensión y el estado de su red vial. En efecto, los caminos y carreteras condicionan a la capacidad y velocidad de movilización de personas y carga, que repercuten directamente en el progreso social, político y social.

1.9. Hipótesis

La elaboración de la **Propuesta De Diseño Geométrico Y Señalización Con Fines De Desarrollo Y Seguridad Del Camino Vecinal Puerto Bermúdez – Puerto Franco, L = 14 Km, En El Distrito De Alto Biavo- Bellavista – San Martín**, permitirá mejorar las condiciones sociales y económicas de los pobladores y anexos.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Para el presente trabajo se ha hecho uso de lo siguiente:

2.1.1 Recursos Humanos

Tesistas

Asesor

Digitador

Ayudantes

2.1.2 Recursos Materiales y servicios

Material bibliográfico

Material de escritorio

Movilidad y viáticos

2.1.3 Recursos de Equipos

01 Computadora

01 Calculadora científica

01 Estación Total OS 105 Marca Topcon

01 Nivel de Ingeniero Marca Wild

01 PS Garmin 64S

2.2. Metodología de la investigación

2.2.1 Universo y/o muestra

Universo: Carreteras de la Región San Martín

Muestra: Camino Vecinal Puerto Bermúdez – Puerto Franco, L = 14 km,

Población: Localidades de Puerto Bermúdez, Los Ángeles, Nuevo Trujillo, Puerto Franco.

2.2.2 Sistema de variables

Para probar la Hipótesis planteada, será necesario obtener los siguientes datos:

Variable Independiente:

Situación socio - económica actual.

Infraestructura vial existente.

Aplicación de estudios de ingeniería.

Variables Dependientes:

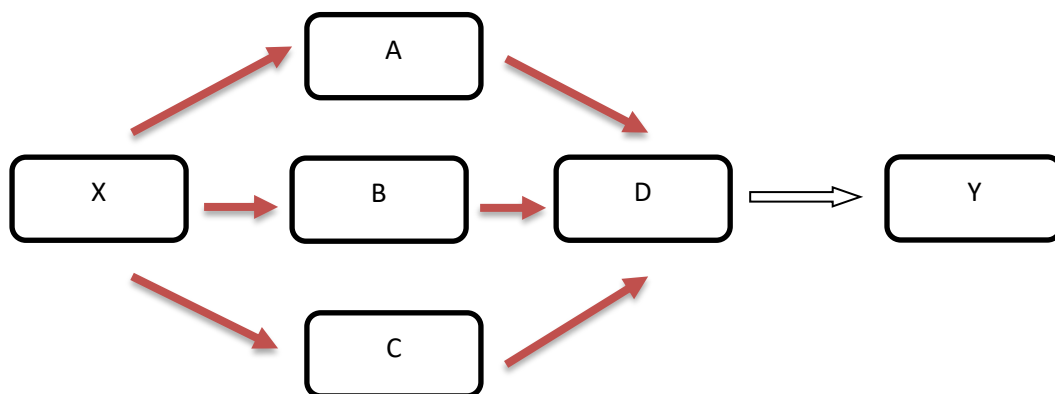
.Propuesta De Diseño Geométrico Y Señalización Con Fines De Desarrollo Y Seguridad Del Camino Vecinal Puerto Bermúdez – Puerto Franco, L = 14+00 km.

2.2.3 Tipos y nivel de la investigación

Tipo: Investigación aplicada

Nivel: Básico

2.2.3.1 Diseño del método de la investigación



X: *Situación inicial problematizada que requiere la intervención de estudio.*

A: Aplicación de estudio socio - económico para conocer la necesidad.

B: Estudios de Ingeniería para levantar información requerida.

C: Estudios especiales para complementar la información.

D: Estudios de compatibilidad de procesos y alternativas que respaldan la toma de decisión para definir la alternativa de solución.

Y: Resultado de la intervención que presenta la alternativa de solución del estudio definitivo.

2.2.4 Diseño de instrumentos

El levantamiento topográfico del Camino Vecinal será utilizado en la elaboración de los planos de planta, perfil y secciones del tramo en estudio.

2.2.4.1 Fuentes técnicas e instrumentos de selección de datos

Se utilizó Bibliografía Variada y adecuada para la Investigación, las cuáles se detallan en el marco teórico y en las referencias bibliográficas.

2.2.5. Procesamiento de la información

Los Procesamientos y presentación de Datos se hizo de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas de Diseño de Carreteras, y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios.

2.2.6 Diseño geométrico

El **Diseño geométrico de carreteras** es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera o calle en el terreno. Los condicionantes para situar una carretera sobre la superficie son muchos, entre ellos la topografía del terreno, la geología, el medio ambiente, la hidrología o factores sociales y urbanísticos. El primer paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad² que determine el corredor donde podría situarse el trazado de la vía. Generalmente se estudian varios corredores y se estima cuál puede ser el coste ambiental, económico o social de la construcción de la carretera. Una vez elegido un corredor se determina el trazado exacto, minimizando el coste y estimando en el proyecto de construcción el coste total, especialmente el que supondrá el volumen de tierra desplazado y el firme necesario.

Las carreteras se clasifican en función del número de calzadas, la dimensión del carril de la calzada o la dimensión del arcén. Cuanto mayor sean las dimensiones de la vía, más tráfico podrá soportar y más exigentes serán los parámetros de trazado, es decir, será necesario realizar radios mayores de curva, acuerdos verticales más extendidos o peraltes más inclinados. Al aumentar estos parámetros la carretera se ajustará menos al terreno, lo que encarece la carretera.

El dato más importante para el diseño es la **velocidad de proyecto**, que es a la máxima velocidad para circular con comodidad y seguridad.

2.2.7 Introducción a la geometría de la vía

La geometría de una carretera queda determinada en las 3 direcciones del espacio y queda fijada mediante 3 planos:

La **planta** donde se fijan las alineaciones horizontales

El **perfil longitudinal** donde se fijan las alineaciones verticales

El **perfil transversal** donde se fijan los peraltes, el bombeo y la inclinación transversal de la rasante.

Distancia de parada

Un conductor debe de ser capaz de ver una distancia por delante suficiente como para poder frenar en caso de encontrar un obstáculo.

Las alineaciones horizontales o alineaciones en planta (visto desde el punto de vista superior) son de tres tipos:

La alineación **recta**: Es una línea recta. Es la alineación más deseada, con buena visibilidad e ideal para carreteras que requieren amplios tramos de adelantamiento. A pesar de esto se ha demostrado que los conductores tienden a perder la concentración en tramos muy largos por lo que tienen que ser combinadas con otros tipos de alineaciones. La normativa española⁴ impone una limitación máxima para la longitud de las rectas que equivale a la longitud que recorre un vehículo a la velocidad máxima de la carretera durante 60 segundos, y una longitud mínima de recta de 10 segundos.

La alineación **curva** o **circular**: Las curvas de una carretera son circulares o sectores de circunferencia. Cuanto mayor sea el radio mayor será la velocidad que puedan alcanzar los vehículos al paso por curva.

La alineación de **transición**: la clotoide es la curva que va variando de radio según avanzamos de longitud. Las clotoides se intercalan entre las alineaciones rectas y las alineaciones curvas para permitir una transición gradual de curvatura. Todos los vehículos desarrollan una clotoide cuando van girando su eje director disminuyendo o aumentando la curvatura que describen. Las clotoides también permiten cambiar el peralte en su recorrido lo que posibilita que los vehículos no tengan que frenar antes de entrar en una curva.

2.2.8 Estudio de tráfico

El presente estudio de tráfico hace parte de los estudios que el Proyectista realizó para el proyecto “Propuesta De Diseño Geométrico Y Señalización Con Fines De Desarrollo Y Seguridad Del Camino Vecinal Puerto Bermudez – Puerto Franco, L= 14+00 km.”, su principal objetivo es el de determinar la demanda vehicular esperada para todas las vías a intervenir, teniendo como base el tránsito que circula por el tramo de estudio, es decir un tránsito generado.

El estudio de tráfico vehicular nos permite determinar el flujo de carga y pasajeros entre el lugar de origen y destino, conocer el volumen de vehículos que circulan en un tramo; a su vez nos permite proyectar el volumen de tráfico de la red, desarrollar y calibrar modelos de simulación de demanda de transportes, nos proporciona información básica para el planeamiento del sistema de transporte.

Debe destacarse el hecho de que la determinación del tráfico es de vital importancia para poder adelantar otras actividades como la de realizar el diseño adecuado de la estructura del afirmado, así como también del pavimento y la evaluación del proyecto, pues gran parte de los beneficios derivados del mismo son debidos a los ahorros en costos de operaciones.

El presente estudio de tráfico tiene por objetivo directo determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDa) que circulara por la vía en estudio materia del presente proyecto, el mismo que posteriormente permitirá el cálculo del número de Ejes de Carga Equivalentes (EAL) para el dimensionamiento del tipo del pavimento que se determine.

Los trabajos de campo para el estudio de tráfico de la “Rehabilitación del Camino Vecinal Puerto Bermudez – Puerto Franco, L= 14+00 km, distrito de Alto Biavo ” se efectuaron con la instalación de una estación denominada Puerto Bermudez y se ubicó en el KM. 00+000, para lo cual se aplicó el método del conteo vehicular manual, encuestas de origen y destino de pasajeros y vehículos, a fin de obtener las principales características del tráfico vehicular.

Generalidades

El estudio de tráfico vehicular es muy importante porque nos permite cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizan por la carretera, así como estimar el origen - destino de los vehículos, elementos indispensables para la evaluación económica de la carretera y la determinación de las características de diseño de la carretera.

El Índice Medio Diario IMD; es definido en base al conteo de vehículos que usualmente recorren la vía a través de encuestas, cuando el IMD es menor a 200 veh/día, el diseño de la vía se efectuará de acuerdo al Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

El volumen del tráfico se determina a partir del conteo de vehículos que circulan por el camino, en una estación de control de tráfico determinada, indicando el día, hora, fecha y tipo de vehículos.

El desarrollo de este estudio contempla los siguientes alcances

Evaluación del tránsito existente

Metodología de trabajo de campo

Determinación del índice medio diario (IMD)

2.2.9. Criterios a considerar para un estudio de tráfico vehicular

A. Métodos de control

El Conteo Vehicular Pueden realizarse por medios automáticos o manualmente.

Medios Manuales

Suministran una información más completa durante períodos de tiempos cortos, sin embargo, requiere contar con suficiente personal adecuadamente preparado. Es un método costoso.

Para realizar conteo manual un clasificador (observador) anota el paso de cada vehículo por hora llenando un formato especial o actuando sobre unos contadores manuales.

Si las intensidades horarias son elevadas, son necesarios varios clasificadores; en caso de encuestas se detienen los vehículos en ambos sentidos; se procede a realizar una encuesta.

Medios Automáticos

Los contadores automáticos para el conteo pueden ser de tipo neumático, y en ellos un vehículo al pisar un tubo de goma extendido sobre la calzada trasmite un impulso a una membrana que cierra un circuito eléctrico.

Los contadores automáticos pueden ser: totalizadores que simplemente van acumulando todos los impulsos que reciben, y registradores dotados de un aparato de relojería que imprime sobre una cinta el número de vehículos que pasa cada cierto tiempo, en general una hora. Asimismo, se pueden utilizar aparatos de presión, electromagnéticos y electrónicos: de radar, ultrasónicos o infrarrojos.

En general y salvo instalaciones complicadas, los contadores mecánicos no sirven para conocer la composición del tráfico, por lo que han de completarse con datos manuales. Sin embargo, determinados aparatos pueden distinguir los vehículos en función de su peso, altura o longitud.

B. Estaciones de control

Estaciones Permanentes

Son estaciones de control donde se registra la información de la intensidad de la circulación en cada hora del año.

Estaciones Principales

Son estaciones que se ubican en tramos homogéneos y representativos, pueden realizarse en forma mensual, semanal o diario, según la variación del tráfico.

Se recomienda realizar toma de datos de manera continua las 24 horas del día durante 7 días de la semana, como mínimo.

Estaciones de Cobertura

Cada estación de cobertura debe representar un tramo de tráfico uniforme, generalmente son estaciones de tráfico de menor intensidad de circulación de vehículos, pueden realizarse en forma mensual, semanal o diario.

Se recomienda realizar toma de datos de manera continua las 24 horas del día durante 5 días de la semana, 4 días laborables y 1 día sábado o domingo, como mínimo.

C. Selección de estaciones

La selección de estaciones para el estudio de tráfico, está relacionada directamente con los únicos enlaces entre los dos distritos.

Reconocimiento previo de la Red

Realizar un recorrido de campo por el sector de las estaciones en donde se va a efectuar el estudio de tráfico con la finalidad de:

Observar los flujos vehiculares y sus nodos generadores de tránsito. por ejemplo, la existencia de poblaciones, puertos, fábricas, zonas agrícolas, etc., anotando su ubicación precisa.

Observar y anotar la ubicación de los desvíos con flujo importante; por ejemplo, acceso a una población, puerto ó fábrica; también los desvíos de rutas nacionales y/o departamentales. Verificar las estaciones de control "preliminares", anotando su ubicación real y los servicios básicos que pueda brindar allí ó en las cercanías, tales como restaurante, cafetería, teléfono, alojamiento, iluminación de la carretera, etc.

Anotar las "probables" estaciones de control que puedan ser alternativas de las anteriores señaladas.

Efectuar mediciones breves del flujo vehicular en las estaciones de control determinadas.

Al final de esta actividad, en gabinete se deberá tener en forma definitiva:

Ubicación precisa de estaciones de control y tramos homogéneos.

Establecimientos de servicios básicos para los encuestadores y clasificadores y lista de precios.

Listado de Universidades y/o Colegios que servirán más adelante para la contratación de personal local.

Criterios de Selección de Estaciones

La estación se ubicará en lo posible a una distancia intermedia entre centroides, es decir en un lugar equidistante entre centroides.

Las estaciones deberán estar ubicadas en los tramos homogéneos de la red vial estudiada

Las estaciones estarán ubicadas en lugares de fácil accesibilidad

En un lugar de la Vía con visibilidad para evitar accidentes

En lugares que minimicen las interrupciones en el tránsito

De preferencia se eligen estaciones en los emplazamientos de un servicentro de expendio de combustible (grifos), estaciones de peaje, puentes ó de un control policial/ militar, por ser lugares fácilmente ubicables.

Por otro lado, las estaciones se deben ubicar en zonas donde la visibilidad de la vía es buena, de tal manera que los encuestadores vean con anticipación los vehículos que se acercan. Asimismo, es preferible lugares donde exista iluminación nocturna. En general, las estaciones de control se deben ubicar en lugares tales que permitan captar el flujo vehicular representativo.

Para el presente estudio la cuantificación del tráfico actual de la carretera PUERTO BERMUDEZ – PUERTO FRANCO , L= 14 KM, se realizará por medios manuales determinándose los tramos homogéneos que se describen en el cuadro siguiente, los mismos que representan el flujo vehicular normal para la zona de influencia a lo largo de la vía.

Tabla 15

Estaciones de conteo vehicular

Tramo: Puerto Bermudez – Puerto Franco l=14.00 km.

Nº	Código	Estación	Tramo	Ubicación Estación	Distancia (km.)
01		Puerto Bermudez	Puerto Bermudez – Puerto Franco	Puerto Bermudez	14+000

2.3 Metodología

En el estudio de tráfico se efectuó las siguientes actividades:

A. Etapa de planificación

Obtención y Revisión de la información de fuente secundaria.

Reconocimiento de Ruta.

Determinación de Estaciones y tramos homogéneos.

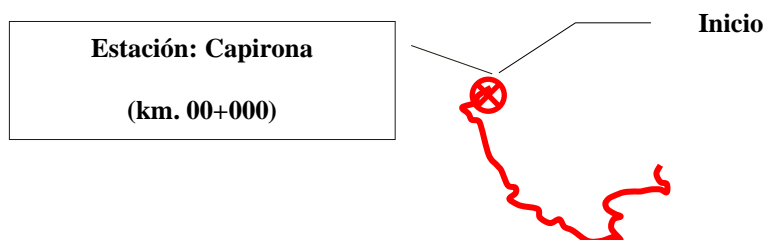
Diseño de los formatos y esquema de conteo.

B. Etapa de organización

Programa de Actividades

Adquisición de materiales y equipos.

Contratación y Adiestramiento de Personal.



C. Etapa de ejecución

Movilización del Personal

Conteo y Clasificación Vehicular.

Supervisión

Desmovilización del Personal.

D. Etapa de procesamiento automatizado

Revisión y consistencia del trabajo de Campo.

Digitalización y Verificación.

Determinación de los factores de Corrección.

D.1 Revisión y consistencia del trabajo de campo

Una vez terminada la labor diaria de llenado de datos y encuestas de origen y destino, se realizó por parte del jefe de brigada las revisiones de la información y la consistencia del trabajo de campo realizado durante el día. Para realizar dicho proceso el jefe de brigada contó con el apoyo del coordinador en todo momento.

Estación Puerto Bermúdez (km 00+000)

Índice medio diario anual

El índice medio diario anual se ha obtenido de la multiplicación del índice medio diario semanal x el factor de corrección obtenido del Ministerio de Transporte y Comunicaciones; en el caso de vehículos ligeros el factor es igual a 1.178276 y para vehículos pesados e igual a 1.100681.

$$\text{IMDa} = \text{FC} * \text{IMDs}$$

Donde:

FC = Factor de corrección estacional

IMDa = Índice Medio Diario Anual

A continuación, se presenta en los Índices medios diarios anuales para cada estación:

Estación Puerto Bermúdez (km 00+000)

Tabla 16

IMD anual “Puerto Bermúdez – Puerto Franco”

Índice medio diario anual, por sentido y tipo de vehículo, según tramos viales - año 2014 en valores absolutos y relativos

Tráfico Vehicular en dos sentidos por día											
Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL SEMANA	IDMs	FC	IDMs
Automóvil	6	6	8	7	6	6	8	46	7	0.928181	6
Camioneta 4x4	3	4	4	4	4	5	5	29	4	0.928181	4
Camioneta Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.928181	0
Camión 2E	3	1	2	2	2	2	2	15	2	0.944552	2
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.944552	0
TOTAL	12	10	14	13	12	13	16	90	13		12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Porcentajes según clasificación vehicular “Puerto Bermúdez – Puerto Franco”

Tipo de Vehículo	IMD	Distribución (%)
Automóvil	6	50.00%
Camioneta 4x4	4	33.33%
Camioneta Rural	0	0.00%
Camión 2E	2	16.67%
Camión 3E	0	0.00%
IMD	12	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Velocidad y tiempo de viaje

El término Velocidad se define como la relación entre el Espacio recorrido y el Tiempo que se tarda en recorrerlo, expresado en Km./h.

Por tanto, el Estudio de Velocidades tiene por objetivo medir la Calidad de la Operación a través de un Sistema de Transportes, tal es así que los conductores miden su Viaje por su Habilidad y Libertad en conservar uniformemente la Velocidad deseada. Así mismo la Velocidad es importante como elemento básico para el Proyecto de un Sistema Vial.

Objetivos

Determinar las velocidades de operación de los vehículos en el tramo de la carretera.

Conocer las diferentes Velocidades que adopta cada Tipo de Vehículo en particular.

Establecer Parámetros para la Operación y el Control de Tránsito en el Área de Estudio.

Análisis del sistema de transporte del entorno

Demanda del Transporte Público

En la zona existe un sistema de transporte público algo restringido, es posible encontrar disponibilidad de vehículos de transporte de pasajeros tanto de auto, station wagon, camioneta rural.

Transporte no Motorizado (Peatones, Ciclista, Arreo de Ganados)

El tránsito de otros medios de transporte registrados en la estación de control es bajo por la difícil accesibilidad a la zona y en temporada de lluvias los vehículos transitan con gran dificultad lo que origina que los pobladores saquen sus productos cargando o en bestias de carga.

Proyección del tráfico

Generalidades

Las proyecciones del tránsito de los vehículos se consideran para un horizonte de planeamiento de 1 año para los procesos de aprobación, licitación y ejecución de obra y 10 años para el período de vida útil de la obra; por lo tanto, el número de años para la proyección del tráfico, a partir del presente año, es de $n = 10$ años.

Teniendo en cuenta que no se disponen de series históricas para realizar la proyección del tráfico se ha determinado en función de variables explicativas de demanda. Para el caso del transporte de carga se ha utilizado la tasa de crecimiento del PBI departamental promedio del Departamento de San Martín de los últimos años; es decir, del 2000 al 2010, correspondiente a 3.5%, tasa que se utilizará para proyectar los vehículos pesados; mientras que para los vehículos ligeros se tiene una tasa de 2.3%.

Tabla 18

Tasas de crecimiento

(TCP) - Vehículos ligeros	2.3%
(PBI) - Vehículos pesados	3.5%

Metodología

Las proyecciones del tráfico se han realizado sobre la base de la composición vehicular, considerando la carretera ya rehabilitada, es decir, basado en los volúmenes normales actuales y los incrementos del tránsito que se espera utilicen la nueva carretera rehabilitada.

La proyección del tráfico se determina a partir de la siguiente relación:

$$T_n = T_o * (1+r)^n$$

Donde:

T_n	:	Tránsito proyectado al año n
T_o	:	Tránsito actual (año base)
n	:	Años del periodo de diseño
r	:	Tasa anual de crecimiento

Trafico Normal

Para la proyección de la demanda de tráfico normal se ha considerado las tasas de crecimiento antes descritas, diferenciadas por cada tipo de vehículo.

Tasa de Crecimiento Región en %	de	$r_{vp} = 2.30$	Tasa de Crecimiento Anual (para vehículos de pasajeros)
	x		
		$r_{vc} = 3.50$	Tasa de Crecimiento Anual (para vehículos de carga)
			del PBI Regional

Tabla 19

Proyección de Trafico

Proyección de Trafico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tipo de Normal	12	12	12	12	12	13	13	14	14	14	14
Automóvil	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
Camioneta 4x4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Camioneta Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboracion propia

2.3. Trafico Generado y Desviado

Trafico Generado

Considerando que el proyecto mejora el nivel de transitabilidad de la carretera vecinal, se espera generar un incremento en el flujo vehicular en el área de influencia del proyecto, consistente básicamente en el incremento de vehículos de mayor capacidad de carga y al mismo tiempo es muy probable que se incrementen las unidades de Pick Up y Autos que podrían circular en la zona. Además considerando las distintas potencialidades y el dinamismo socioeconómico de la zona, se estima la aparición de un tráfico generado igual al 10% respecto del tráfico normal.; debido básicamente a que una mejora en la vía posibilitará el incremento del transporte de mercancías agroindustriales y ganadera, haciendo más atractivo el ingreso de vehículos de mayor capacidad de transporte de pasajeros como los vehículos de transporte de carga de mayor tonelaje; puesto que los tiempos de viaje disminuirán, los costos de operación vehicular de manera similar y la seguridad de viaje mejorará considerablemente.

Trafico Total

La proyección del tráfico con proyecto viene constituida por la sumatoria de la proyección del tráfico normal, más el tráfico generado.

Finalmente, la demanda bajo las consideraciones antes descritas, quedaría conformado de la siguiente manera.

Tabla 20

Trafico Tráfico Generado por Tipo de Proyecto

Tipo de Intervención	% de Tráfico
	Normal
Rehabilitación	10

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC

Tabla 21*Proyecto de tráfico – con proyecto*

Proyeccion de Trafico - Con Proyecto											
Tipo de Vehiculo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tipo de Normal	12	12	12	12	12	13	13	14	14	14	14
Automovil	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
Camioneta 4x4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
Camioneta Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camion 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trafico Generado	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Automovil	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camioneta 4x4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Camioneta Rural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camion 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camion 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMD TOTAL	12	13	13	13	13	14	14	16	16	16	16

Fuente: Elaboracion propia

Determinación del índice medio diario anual (IMDA)

Del análisis realizado al tránsito que circula en la Carretera Vecinal al Puerto Bermúdez, los Índices Medio Diario Anual proyectados son:

Tabla 22*Estación N° 1*

Tipo de IMDA	Tipo de vehículos	Nº de vehículos/día
IMDA Actual	Vehículos Ligeros	10
	Vehículos Pesados	2
	Total	12
IMDA Proyectado	Vehículos Ligeros	14
	Vehículos Pesados	2
	Total	16

Estudio de impacto ambiental

El estudio de Impacto ambiental para el Mejoramiento del Camino Vecinal, se ejecutó dentro del marco de normatividad ambiental estipulada para la Rehabilitación y Mejoramiento de Caminos Vecinales.

Se ejecuta mediante la secuencia de las siguientes actividades:

Descripción del proyecto: comprende el análisis de los diseños, procesos y actividades del proyecto, ya sea durante su mejoramiento, así como durante su operación.

Evaluación sistemática: Comprende la caracterización ambiental del área por donde discurre el Camino vecinal, y su ámbito de influencia, mediante la identificación de sus componentes ambientales.

Análisis Ambiental: Comprende la identificación y evaluación de las probables alteraciones que puedan ocurrir, como resultado de los trabajos de Mejoramiento y su repercusión en parámetros ambientales.

Gestión Ambiental: Se establece dentro del marco de las leyes y normatividad vigentes así como de la responsabilidad de las organizaciones competentes. En tal sentido se estipulan las acciones a desarrollar en el marco del plan de manejo ambiental.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Estudio de topografía

Generalidades

Trabajo de campo

Levantamiento topográfico

Los trabajos realizados para la recopilación de información topográfica en campo se describen en tres etapas de recopilación de información.

Poligonal de apoyo

Se utilizó como poligonal de apoyo al eje definido en campo promediando el ancho de camino existente generando rectas que se intersectan a la cuales se les denomina PIs.

Sobre el eje definido se estaco las progresivas a cada 20m en tangentes y 10 metros en curva. La deflexión de curvas horizontales en campo se realizó con el método de distancia.

Nivelación Geométrica Cerrada

El estacado en campo con eje definido y con curvas horizontales deflexionadas nos permitió recopilar los datos del perfil longitudinal sobre el eje, transportando cotas mediante una nivelación geométrica cerrada y colocando BMs cada 500 metros.

Seccionamiento

Se recopilaron datos de seccionamiento del terreno en cada estaca perpendiculares al eje a una distancia de 20 metros aproximadamente de cada lado.

Planimetría

Georeferenciacion GPS

Descripción del Sistema GPS

El sistema GPS es una tecnología aeroespacial financiada por el gobierno de los Estados Unidos, con participación de individuos y corporaciones expertos en comunicaciones, La base del sistema es una constelación de 21 satélites y 3 de repuesto ubicados en 6 planos. Cada satélite le da 2 veces diariamente la vuelta al mundo en una órbita fijada aproximadamente a 10,900 millas náuticas, la información que provee es precisa y se transmite en tiempo real.

Altimetría

Nivelación geométrica

La nivelación tiene por objeto determinar diferencias de cota entre varios puntos del terreno. Se denomina cota a la distancia entre las superficies de nivel de referencia y la superficie de nivel que contiene el punto. Se llama altitud cuando está referida al nivel del mar. Para distancias pequeñas las superficies de nivel se consideran horizontales y paralelas.

Tipos de nivelación

Nivelación Geométrica:

Se utiliza la nivelación geométrica para trabajos de alta precisión ya que con este método se pueden obtener más precisas las diferencias de nivel entre puntos estratégicos.

En la nivelación geométrica, distinguimos dos tipos de nivelación, nivelación simple y nivelación compuesta y consiste en determinar desniveles entre puntos mediante visuales horizontales y el fundamento es el siguiente:

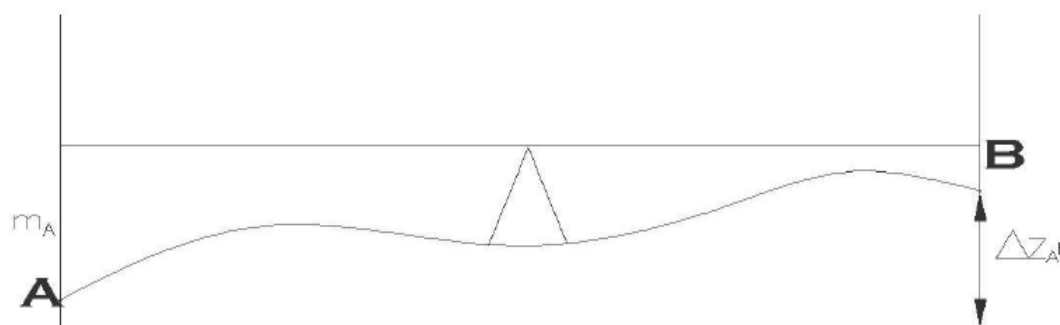
Nivelación simple:

Se determina el desnivel entre los puntos mediante una única posición del instrumento. Para ello deben darse dos condiciones:

Que la diferencia de nivel entre los puntos sea tal que la longitud de la miras permita determinarla. Si se utilizan miras convencionales máximo de 4 m, ese es el máximo desnivel que se puede determinar mediante una medida:

Correspondería a tener en una lectura 0 metros en un punto mínimo y 4 metros como máximo en el otro.

Que la distancia que los separa sea tal que las lecturas a las miras puedan realizarse y obtener una buena visual para realizar la lectura.

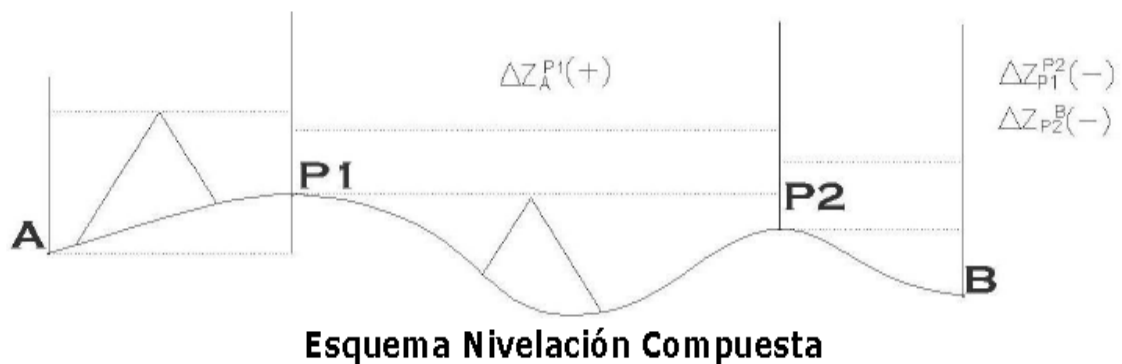


Esquema Nivelación Simple

Nivelación compuesta

Se hace cuando es necesario situar el nivel en varios sitios porque alguna de las dos condiciones anteriores no se cumple.

Por ejemplo, para obtener el desnivel entre el punto A y B, se necesita realizar varias mediciones y desniveles a puntos intermedios hasta llegar al punto final ya que supera las visuales para realizar las lecturas a la mira.



Para realizar este tipo de nivelación se utilizan niveles mecánicos, automáticos y/o niveles electrónicos con lectura en la mira con código de barras que permite evitar los errores de lectura manual además le permite medir distancias para poder obtener más rápidamente las pendientes que existan entre un punto y otro.

Nivelación del proyecto

Una vez materializados los vértices de las poligonales se llevó a cabo la nivelación geométrica de precisión por el método de nivelación compuesta ya que por su longitud se necesitaba realizar traslados de cota para ir conociendo las nuevas alturas de los siguientes vértices, así como también los Bms, ubicados a lo largo del proyecto.

Levantamiento topográfico de detalles

Consiste en localizar los detalles que se encuentren a los costados y/o largo del área del proyecto identificando sus características más relevantes; el levantamiento de detalles se puede distribuir de acuerdo a las características y/o especificaciones del proyecto.

Modelo digital de terreno (MDT) y curvas de nivel

Una vez obtenido el levantamiento topográfico y la planimetría en dibujo se realiza el modelo digital del terreno (MDT), una estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua, consta en generar una Red

Irregular de Triángulos (TIN), representación de superficies continuas derivada de una estructura de datos espacial generada a partir de procesos de triangulación. Una malla TIN conecta una serie de puntos a través de una red irregular de triángulos cuyos vértices se corresponden con dichos puntos, los cuales tienen las coordenadas x, y y z de donde se localizan.

Con todos los puntos encontrados del levantamiento topográfico, se generan el mayor número de triángulos equiláteros con el fin de generar la forma del terreno.

Una vez obtenido el MDT se realizó una interpolación matemática del DTM se generaron las curvas de nivel equidistantes a cada metro de acuerdo a las especificaciones del proyecto, además obteniendo la representación de la topografía en planta del terreno.

Esta labor fue desarrollada por el programa de CAD de Autodesk CIVIL3D que permite realizar este tipo de trabajos obteniendo resultados óptimos y así poder plasmar el terreno real en forma virtual.

Para visualizar el modelo digital solo es posible digitalmente, para ello se debe constar con un programa específico (CIVIL 3D, etc.) el cual permite ver la triangulación en forma 3D y generar un renderizado 3D.

Tabla 23

Listado de BMs

Listado de BMs.	
BM 00	404.000
BM 0.5	414.808
BM 1.0	422.694
BM 1.5	430.520
BM 2.0	435.207
BM 2.5	432.486
BM 3.0	431.809
BM 3.5	436.302
BM 4.0	440.204
BM 4.5	448.780
BM 5.0	427.654
BM 5.5	424.180
BM 6.0	429.533

BM 6.5	417.302
BM 7.0	416.571
BM 7.5	408.984
BM 8.0	407.009
BM 8.5	405.014
BM 9.0	409.631
BM 9.5	422.780
BM 10.0	453.897
BM 10.5	445.318
BM 11.0	435.598
BM 11.5	417.791
BM 12.0	408.477
BM 12.5	404.199
BM 13.0	401.345

3.2. Diseño geométrico

Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se ha realizado horizontalmente sobre el eje existente; verticalmente ha sido necesario realizar algunas modificaciones con la finalidad de uniformizar las pendientes evitándose la sinuosidad vertical y por otro lado también se ha realizado con fines de drenaje

Alineamiento Horizontal

El levantamiento del eje del camino se ha realizado mediante una poligonal abierta siguiendo el alineamiento del camino existente, manteniendo en lo posible el ancho actual del camino y tratando de aprovechar al máximo la plataforma existente, dando como consecuencia un camino sinuoso con tangentes cortas y abundancia de curvas

3.3. Levantamiento de datos e informaciones disponibles

Curvas de Volteo

No presenta.

Derrumbes

No se observa

Baches

En ciertas partes del tramo presenta plataforma a nivel de terreno natural en regular estado; el resto se encuentra en mal estado (baches) y ahuellamientos profundos.

Cruces de Agua

Progresiva

Km. 5 + 693 : Pase de agua quebrada.

Km. 5 + 935 : Pase de agua quebrada.

Km. 7 + 190 : Pase de agua quebrada.

Km. 8 + 517 : Pase de agua quebrada.

Soluciones Técnicas

Construcción de Badenes y alcantarillas, con cabezales de concreto, en esta etapa no se considera las obras mayores como son los puentes de los cruces de agua.

Características geométricas de diseño

Las características geométricas de una vía dependen fundamentalmente de la velocidad directriz adoptada, de la composición y volumen del tránsito proyectado, a fin de satisfacer las condiciones mínimas que permitan circular, los determinados tipos de vehículos en el camino.

Clasificación

De acuerdo al “Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito”, aprobado mediante R.M. N° 303-2008-MTC/02, la presente carretera pertenece al **Sistema Vecinal**, de la tabla 3.5. 1.a. y del cálculo del IMD proyectado (22 veh/día) se tienen los siguientes parámetros:

Carretera	= Vecinal
Vd	= 30 km/h
Ancho Superf. Rodadura	= 5.00 m.
Ancho de Bermas	= 0.50 m. (ambos lados)

Parámetros Básicos para el Diseño:

Con la finalidad de tener como base al “Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito” asumiremos que:

Velocidad Directriz

La velocidad directriz, según las Normas, para un camino vecinal con un IMD= 22 veh/día le corresponde una velocidad directriz de 30 km/hora, la misma que será reducida en un 20 % en las curvas de volteo, la que nos permite de este modo calcular el radio mínimo a emplear.

Cálculo del Índice Medio Diario se tiene que:

IMD= 22 veh/día.

Ancho Superf. Rodadura.

De la Tabla 3.5.1a (ver Manual DCNPBVT); se tiene que le corresponde un ancho mínimo en tangente de 4.00 mt. y del ítem 3.5.2. se tiene que le corresponde un ancho mínimo de 0.50 mt. de berma a cada lado de la vía; por lo tanto:

Ancho Superficie de Rodadura =5.00 m.

Plazoleta de Cruce

Del Manual DCNPBVT ítem 3.5.4 se tiene que se deben construir cada 1 km. ensanches en la plataforma cuya área será de 30.00x3.00 mt.

Tipo de Superficie de Rodadura:

Camino Afirmado con Material Granular

3.4. Geometría del trazo

La geometría del trazo realizado del camino en el presente Estudio, ha sido en base a los Términos de Referencia y el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito; adecuándonos en lo posible a la topografía del terreno y al ancho determinado por el IMD y los parámetros de diseño.

Alineamiento horizontal

El levantamiento del eje del camino se ha realizado mediante una poligonal abierta siguiendo el alineamiento del camino existente, manteniendo en lo posible el ancho actual del camino y tratando de aprovechar al máximo la plataforma existente, dando como consecuencia un camino

Radio mínimo

Según “Manual para el Diseño de Caminos No Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito”; el radio mínimo está en función de la velocidad directriz (Vd), del peralte (e) y del coeficiente de fricción lateral (f), de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$R= \quad Vd^2 / 127*(0.01*emáx + fmáx \dots\dots\dots (3)$$

Datos: Vd = 30 Km/h,

$$e = 5\% \text{ (Normas para CBVT Ver ítem 3.2.6)}$$

$$f = 0.23$$

$$f \text{ máx} = 0.24$$

Reemplazando los valores tenemos un radio mínimo **Rmín = 26.00 m**.

En curvas de volteo de radios reducidos será reducida la velocidad en un 15% (30 Km/h) obteniéndose un radio mínimo excepcional **Rmín.excep = 15.00 m** para el tipo de vehículos que circularán en mayor volumen por el camino (Vehículo ligero).

Bombeo = 2.5% (ver Manual CBVT ítem 3.5.1)

Alineamiento vertical

La rasante del camino se ha diseñado, tratando de pegarse al máximo al perfil longitudinal del terreno para lo cual se ha considerado una longitud mínima de cambio de pendiente de 30 m, enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia de pendientes de dos tramos consecutivos sea mayor o igual a 2%.

Pendientes

El tramo carretero discurre sobre terrenos ondulados y por consiguiente la Pendiente Máxima, para una velocidad de 30 km/h., será de 12% de acuerdo al “Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito” cuadro 3.3.3^a

Curvas verticales

Para nuestro caso, Camino Vecinal, se han utilizado curvas verticales parabólicas cuando la diferencia algebraica de pendientes adyacentes sea mayor o igual de 2%. Adoptándose una longitud de curva mínima de 30 m, para curvas cóncavas y convexas, con el propósito de adecuarse al máximo al perfil vertical del terreno natural.

Sección transversal

Las secciones transversales, de todas las estacas del eje incluyendo aquellas donde se proyectan obras de arte, han sido tomadas siguiendo la configuración del terreno hasta 25 m a cada lado y en forma perpendicular al eje. Las estacas donde se proyectan obras de drenaje han sido seccionadas siguiendo el curso de agua y no necesariamente perpendicular al eje.

Calzada

Estarán conformados por la superficie de rodadura, más los sobreanchos en curvas y excedentes de la plataforma existente.

Superficie de rodadura

En concordancia al Perfil Técnico; y teniéndose en cuenta que el Camino pertenece al Sistema Vecinal y de acuerdo al Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito” recomienda un ancho de 5.00 ml., para 50 <IMD veh/día, una velocidad directriz de 30 km/h; adoptándose un ancho de 5.00 mt., con sobreanchos en las curvas (numeral 3.6.4).

Bermas

A ambos lados de la calzada se proyecta 0.50 mt. de bermas.

Sobreanchos

Los sobreanchos adoptados para las curvas horizontales y de volteo con la finalidad de no realizar cortes excesivos de taludes altos, aplicando la fórmula que se muestra, para la velocidad de diseño de 30 km/h, se indican:

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

Donde:

n: N° de carriles

R: Radio de la curva

L: Longitud entre ejes del vehículo considerado

V: Velocidad Directriz Km/h

Reemplazando los diferentes radios se obtienen los siguientes valores de sobreanchos a emplear:

Tabla 24
Sobreanchos adoptados

Velocidad Km/h	Peralte %	Rango de Radios (m)	Sobreancho (m)	Sobreancho adoptado(m)
30	2.00	> 100	0.40	0.40
30	4.00	100 - 50	0.62	0.65
30	5.00	50 - 20	1.16	1.20
34	6.00	< 20	1.16	1.20

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25
Resumen de parámetros de diseño

PARAMETRO	VALOR
Topografía	Ondulada
Clasificación del camino	Camino Vecinal de Tránsito Bajo
Velocidad Directriz	30 Km/h
Radio Mínimo de Curvas Horizontales	15.00 m
Longitud Mínima de Curvas Verticales	30.00 m
Ancho de Superficie de Rodadura	5.00 m
Sobreancho	Min.0.30, máx.4.50
Bombeo de Superficie de Rodadura	2.5%
Peralte en Curvas	Variable, 6% máximo
Taludes de Corte	
Suelos Consolidados y Compactos Material	4:1
Suelto	3:1
Conglomerados Comunes	4:1
Roca Suelta	10:1
Roca Fija	
Taludes de Relleno	
Enrocados	1:1
Suelos Diversos Compactados	1:1.5
Cunetas sección triangular	1.0 0.50

Fuente: Elaboración propia

Se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 26
Descripción topográfica longitudinal del terreno

Progresiva	Long	Talud		Descripción
		Proy. H:	Pendiente (%)	
00+000 - 00+040	40	1:1	+0.880	Inicio de Tramo en el Caserío Puerto Bermudez
00+040 - 00+200	160	1:1	+2.200	Traza de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud de relleno.
00+200 - 00+320	120	1:1	+0.790	Traza de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+320 - 00+440	120	1:1	+1.320	Traza de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+440 - 00+520	80	1:1	+6.220	Traza de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud de corte.
00+520 - 00+560	40	1:1	-3.660	Traza de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud de corte y los 10 últimos metros en relleno.
00+560 - 00+640	80	1:1	+3.930	Traza de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+640 - 00+680	40	1:1	+7.785	Traza de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+680 - 00+720	40	1:1	-4.800	Traza de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud de corte.
00+720 - 00+760	40	1:1	+0.290	Traza de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+760 - 00+800	40	1:1	-10.540	Traza de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+800 - 00+900	100	1:1	+3.254	Traza de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+900 - 00+960	60	1:1	+2.710	Traza de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
00+960 - 01+020	60	1:1	+8.890	Traza de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

01+020 - 01+080	60	1:1	-2.400	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+080 - 01+120	40	1:1	+3.810	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+120 - 01+160	40	1:1	+9.785	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+160 - 01+200	40	1:1	+2.450	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+200 - 00+240	40	1:1	+5.900	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+240 - 01+280	40	1:1	+2.880	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+280 - 01+320	40	1:1	+0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+320-01+360	40	1:1	+6.395	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+360-01+400	40	1:1	-1.420	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+400-01+460	60	1:1	+7.027	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+460-01+520	60	1:1	+8.890	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+520-01+620	100	1:1	-2.765	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+620-01+680	60	1:1	-0.102	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+680-01+780	100	1:1	+0.656	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+780-01+860	80	1:1	-0.320	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+860-01+900	40	1:1	+5.785	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+900-01+980	80	1:1	+9.390	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
01+980-02+060	80	1:1	-7.230	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+060-02+100	40	1:1	-1.820	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

02+100-02+280	180	1:1	+0.332	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+280-02+400	120	1:1	+0.214	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+400-02+480	80	1:2	+3.540	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+480-02+580	100	1:2	-0.648	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+580-02+660	80	1:2	-1.250	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+660-02+700	40	1:2	+0.100	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+700 - 02+740	40	1:2	+1.020	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+740 - 02+780	40	1:2	+4.675	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+780 - 02+860	80	1:2	+1.275	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+860 - 02+920	60	1:2	-2.120	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+920 - 02+960	40	1:1	-4.430	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+960 - 02+980	20	1:1	+0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
02+980 - 03+020	40	1:2	-1-810	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+020 - 03+060	40	1:2	+1.970	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+060 - 03+100	40	1:2	+4.350	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+100 - 03+160	60	1:2	+4.980	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+160 - 03+200	40	1:2	-3.980	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+200 - 03+260	60	1:2	-1.740	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

03+260 - 03+380	120	1:2	-3.630	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+380 - 03+440	60	1:2	-3.020	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+440 - 03+500	60	1:2	-0.050	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+500 - 03+540	40	1:2	-1.820	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+540 - 03+620	80	1:2	-0.160	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+620 - 03+680	60	1:2	-2.980	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+680 - 03+780	100	1:2	-0.410	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+780 - 03+860	80	1:1	+2.560	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+860 - 03+900	40	1:1	-0.785	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+900 - 03+940	40	1:2	+1.475	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
03+940 - 04+000	60	1:2	+0.383	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+000 - 04+060	60	1:2	+0.480	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+060 - 04+160	100	1:1	+1.224	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+160 - 04+240	80	1:2	+6.280	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+240 - 04+340	100	1:2	+10.820	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+340 - 04+440	100	1:2	+2.688	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+440 - 04+520	80	1:2	-8.915	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+520 - 04+580	60	1:2	-11.965	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+580 - 04+620	40	1:1	-7.470	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

04+620 - 04+720	100	1:2	-5.273	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+720-04+780	60	1:2	+4.410	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+780 - 04+840	60	1:2	-5.400	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+840 - 04+920	80	1:2	-5.960	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+920 - 04+980	60	1:1	+0.705	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
04+980 - 05+020	40	1:1	+5.380	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+020 - 05+100	80	1:1	-1.375	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+100 - 05+200	40	1:1	-0.960	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+200 - 05+240	40	1:2	-0.960	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+240 - 05+300	60	1:2	+4.460	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+300 - 05+340	40	1:2	-6.510	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+340 - 05+400	60	1:2	-2.750	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+400 - 05+440	40	1:2	+0.500	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+440 - 05+600	160	1:2	+0.462	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+600 - 05+680	140	1:1	-3.026	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+680 - 05+700	20	1:1	+0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+700 - 05+780	80	1:1	+4.380	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+780 - 05+820	40	1:2	-5.600	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+820-05+900	40	1:2	+2.104	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

05+900 - 05+960	30	1:2	+0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
05+960 - 06+120	160	1:2	+11.075	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+120 - 06+220	100	1:2	-11.680	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+220 - 06+260	40	1:1	-12.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+260 - 06+340	80	1:2	-5.284	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+340 - 06+440	100	1:2	+2.786	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+440 - 06+500	60	1:2	-6.800	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+500 - 06+660	160	1:1	-1.334	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+660 - 06+720	60	1:1	+1.033	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+720 - 06+780	60	1:2	-4.772	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+780 - 06+840	60	1:2	+4.502	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+840 - 06+900	60	1:2	-4.767	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+900 - 06+960	60	1:2	-0.028	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
06+960 - 07+080	120	1:2	-0.677	Tramo de la carretera donde se ubica el Caserío Porvenir.
07+080 - 07+140	60	1:1	-0.617	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+140 - 07+190	50	1:2	+0.510	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+190 - 07+240	50	1:1	+9.728	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+240 - 07+280	40	1:1	-3.938	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+280 - 07+320	40	1:1	-8.700	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

07+320 - 07+380	60	1:1	-5.478	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+380 - 07+460	80	1:1	-2.478	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+460 - 07+540	80	1:2	-0.190	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+540 - 07+600	60	1:2	-1.142	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+600 - 07+680	80	1:1	+0.090	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+680-07+800	20	1:2	-0.884	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+800-07+900	100	1:2	+0.601	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+900 - 07+980	80	1:2	-1.321	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
07+980 - 08+060	80	1:2	+0.445	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+060 - 08+120	60	1:1	-1.637	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+120 - 08+200	80	1:2	-0.651	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+200-08+260	60	1:2	-0.300	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+260 - 08+300	40	1:2	-1.685	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+300 - 08+400	100	1:1	+0.030	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+400 - 08+500	100	1:2	-0.472	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+500 - 08+530	30	1:1	+0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+530 - 08+600	70	1:1	+10.613	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+600 - 08+680	80	1:2	-2.400	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+680 - 08+780	100	1:2	-5.480	Tramo de la carretera donde se ubica el caserío Zancudo

08+780 - 08+840	60	1:1	+0.117	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
08+840 - 08+940	100	1:2	+0.971	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+940-09+020	80	1:2	+5.089	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+020-09+060	40	1:2	+6.108	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+060 - 09+100	40	1:2	-0.205	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+100 - 09+140	40	1:1	-3.770	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+140 - 09+180	40	1:2	+3.575	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+180-09+240	60	1:2	+1.100	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+240 - 09+300	60	1:2	+2.982	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+300 - 09+360	60	1:1	+0.875	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+360 - 09+420	60	1:2	+2.700	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+420 - 09+500	80	1:2	+2.644	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+500 - 09+560	60	1:1	+6.013	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+560 - 09+600	40	1:1	+11.973	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+600 - 09+680	80	1:2	+4.373	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+680 - 09+840	160	1:1	+11.858	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+840 - 09+940	100	1:1	+2.980	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
09+940 - 09+980	40	1:2	-4.077	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
9+980 - 10+060	50	1:1	-0.374	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

10+060 - 10+120	60	1:2	-7.842	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+120 - 10+160	40	1:2	-1.900	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+160 - 10+260	100	1:1	-3.984	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+260 - 10+350	90	1:2	-0.661	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+350 - 10+405	55	1:2	-3.485	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+405 - 10+500	95	1:2	+2.989	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+500 - 10+540	40	1:2	+8.188	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+540 - 10+580	40	1:2	2.425	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+580 - 10+640	60	1:2	+9.050	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+640-10+680	40	1:2	-7.803	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+680-10+720	40	1:2	-3.980	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+720 - 10+760	40	1:2	-0.425	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+760 - 10+820	60	1:1	-3.992	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+820 - 10+880	60	1:1	-9.238	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
10+880 - 10+960	80	1:1	-4.675	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+960 - 11+040	50	1:1	-7.150	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+040 -11+090	50	1:1	-2.710	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+090-11+220	130	1:2	-2.841	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+220-11+440	220	1:1	-2.915	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

11+440-11+460	20	1:1	-2.275	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+460 -11+500	40	1:1	-5.063	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+500 -11+600	100	1:1	-2.181	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+600 -11+660	60	1:1	-1.908	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+660 -11+720	60	1:2	-3.218	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+720 -11+760	40	1:1	-2.100	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+760 -11+820	60	1:2	-1.437	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+820-11+880	60	1:1	+0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
11+880 -12+060	180	1:1	-2.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+060 -12+140	80	1:1	-1.238	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+140-12+200	60	1:1	-1.688	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+200 -12+240	40	1:1	-0.250	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+240 -12+360	120	1:1	-2.194	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+360 -12+400	40	1:1	-3.280	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+400 -12+480	80	1:2	+1.463	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+480-12+560	80	1:1	+8.550	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+560 -12+600	40	1:1	-1.875	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+600 -12+640	40	1:1	-5.025	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+640 -12+700	60	1:1	-0.008	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.

12+700 - 12+740	40	1:1	+2.750	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+740 - 12+790	50	1:1	+9.346	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+790 - 12+840	50	1:1	-10.220	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+840 - 12+900	60	1:2	-6.017	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+900 - 12+980	80	1:2	-2.891	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
12+980 - 13+080	100	1:1	-2.639	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
13+080 - 13+120	40	1:2	-0.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
13+120 - 13+150	50	1:1	+12.000	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
13+150 - 13+220	50	1:1	-7.002	Trazo de carretera se desarrolla sobre terreno natural en talud variable con corte y relleno.
13+220 - 13+260	40	1:1	-11.463	Tramo final de la carretera y llegada al Caserío Puerto Franco

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

La progresiva inicial del Trazo se inicia en el Km. 00+000 y concluye en el Km. 13 + 260, obteniendo una longitud de 14.00 Km.

Los BMs y los Pis se encuentran monumentados en hitos de concreto y referenciados para su fácil identificación, sus características propias se indican en los planos de planta y perfil.

La topografía del terreno es semi-accidentado a accidentado y se desarrolla a media ladera, las pendientes varían entre $\pm 0.50\%$ a $\pm 12.00\%$.

La sección típica proyectada es de un solo tipo a nivel de subrasante, con un ancho a nivel de superficie de rodadura de 5.00 m con bermas 0.50 m a cada lado.

El tráfico del estudio tiene un índice Medio Diario de 22 Veh/día, con un alto porcentaje de camionetas (más del 50%)

Se ha proyectado convenientemente la ubicación de las señales Preventivas, Informativas y Reglamentarias; así como los Hitos Kilométricos.

El ancho mínimo de la faja de dominio será de 15 metros (Carretera 3ra Clase), teniéndose una Zona de Propiedad Restringida de 10 m, en las cuales se prohíben cualquier tipo de construcción que afecten la seguridad o visibilidad y que dificulten ensanches futuros.

3.5. Análisis y Discusión de los Resultados

De la situación actual

A través de los resultados de la situación actual de la localidad de localidades de Puerto Bermúdez, Los Ángeles, Nuevo Trujillo y Puerto Franco, se puede resaltar que la principal actividad económica es la agropecuaria, con mayor incidencia en la actividad agrícola, siendo los principales cultivos el maíz, café, cacao, plátano, yuca entre otros, los cual se conducen en condiciones de mediana tecnología, pero no está tecnificada a nivel parcelario. Su principal mercado de venta se encuentra en la provincia de Bellavista, Por tal motivo es necesario mejorar las condiciones de transitabilidad para evacuar de forma oportuna, los excedentes de producción agropecuaria hacia los principales mercados de consumo locales, regionales y nacionales, además se podrá trasladar a los enfermos de gravedad hacia los hospitales.

El proyecto correspondiente al “Propuesta de diseño geométrico del camino vecinal de las localidades de Puerto Bermúdez – Puerto Franco L= 14+00 km, según el perfil; esta carretera se desarrolla sobre terrenos de topografía media accidentada por lo que la geometría del eje ha sido diseñada adaptándose a la topografía del terreno.

Las características geométricas de la carretera se obtuvieron respetando los parámetros exigidos por las Normas Peruanas de Carreteras, y por ser esta una vía de tercera clase los parámetros excepcionales suelen salir a relucir en el diseño del mismo, permitiendo así lograr una geométrica más compacta.

Este estudio contribuirá como una alternativa de solución técnico-económica para la construcción de la carretera a nivel de afirmado, la vía se encuentra dentro de la categoría de tercera clase con una longitud de 14+000 Km, por la cual se consideró para el diseño del espesor del afirmado el Manual de Carreteras No Pavimentadas con Bajo Volumen de Transito, ya que se trata de una carretera de índice Medio Diario (IMD), menor a 200 vehículos por día.

Diseño geométrico de la carretera

Para el desarrollo del diseño, se utilizó las normas del diseño para Caminos Vecinales de bajo volumen de tránsito del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú.

Contrastación de la hipótesis

Mediante el planteamiento realizado a través de la Propuesta se tendrá la facilidad de encaminar la formalidad de proyecto de inversión pública a nivel de estudio definitivo y buscar el financiamiento para su ejecución de tal manera que las poblaciones de las localidades de Puerto Bermúdez, Los Ángeles, Nuevo Trujillo – Puerto Franco, contará con una vía en condiciones óptimas para el traslado rápido, eficaz y seguro de sus productos agrícolas. Ante este resultado se confirma la hipótesis.

CONCLUSIONES

Con la elaboración de la propuesta diseño se lograrán los niveles de seguridad, comodidad y de estética, necesarios para que el diseño geométrico del camino vecinal, tenga los niveles de servicialidad, adecuados para los volúmenes de tránsito actuales, garantizando su funcionalidad mientras cumple su vida útil.

En vista que el tramo en estudio posee un alineamiento vertical y horizontal con condiciones favorables para el diseño, se concluye que se mantendrá la mayor parte de las condiciones existentes para no generar cambios que afecten en gran forma las propiedades aledañas a la vía, manteniendo a la vez las medidas que exigen las normas en base a la clasificación de la carretera.

Se concluye que las velocidades de diseño utilizadas fueron obtenidas en base a radios de curvatura y demás factores que se incluyen en el diseño geométrico de la vía, integrando lo que son señales preventivas, restrictivas y de información general. Se realizó el diseño de señalización más adecuado que respondieron a los objetivos de la Tesis y se elaboraron los respectivos planos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener el diseño geométrico propuesto ya que este fue determinado mediante un estudio profundo de las condiciones de la carretera y obtenido en base a todos los elementos que lo integran.

En lo que se refiere a las obras de drenaje propuestas se recomienda respetar sus dimensiones y ubicación ya que estas fueron obtenidas mediante un minucioso estudio hidrológico.

No debemos tomar literalmente lo que indican las especificaciones dadas por el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor en Calles y Carreteras, porque si bien es cierto que este manual está normado por el MTC con R.M. N° 210-2000-MTC/15.02; éste no nos especifica con qué velocidad de diseño es que están dadas estas normas y demás deficiencias.

Para compensar algunos cambios en el medio ambiente se recomienda la forestación en los lugares apropiados con árboles que no interfieran en el óptimo funcionamiento de la vía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2007), *Censo Poblacional*.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Especificaciones Técnicas de Rehabilitación y Mejoramiento y Mantenimiento de Caminos Vecinales*; Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Manual Ambiental para la Rehabilitación y Mantenimiento de Caminos Rurales*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Manual para el Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción: *Reglamento de Señalización*, Lima Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones: *Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras y Normas para el Diseño de Caminos Vecinales*, Lima Perú.

PONCE, J. *Estudio Definitivo a nivel de ejecución del Camino Vecinal Calzada - Sector Potrerillo Km 0+000 - Km 2+920*, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

RIOS VARGAS, CALEB, *Diseño Geométrico y Asfaltado de la Avenida Circunvalación - Tarapoto*, Informe de Ingeniería, Tarapoto Perú.

ANEXOS

Índice de planos

Plano de ubicación.....	PU – 01
Plano clave.....	PC – 01
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 0+000 – 1+000 km.....	PP – 01
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 1+000 – 2+000 km.....	PP – 02
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 2+000 – 3+000 km.....	PP – 03
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 3+000 – 4+000 km.....	PP – 04
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 4+000 – 5+000 km.....	PP – 05
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 5+000 – 6+000 km.....	PP – 06
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 6+000 – 7+000 km.....	PP – 07
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 7+000 – 8+000 km.....	PP – 08
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 8+000 – 9+000 km.....	PP – 09
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 9+000 – 10+000 km.....	PP – 10
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 10+000 – 11+000 km.....	PP – 11
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 11+000 – 12+000 km.....	PP – 12
Plano de planta perfil longitudinal Prog. 12+000 – 13+000 km.....	PP – 13
Plano de secciones transversales Prog. 0+000 – 1+600 km.....	ST – 01
Plano de secciones transversales Prog. 1+620 – 3+200 km.....	ST – 02
Plano de secciones transversales Prog. 3+220 – 4+820 km.....	ST – 03
Plano de secciones transversales Prog. 4+840 – 6+220 km.....	ST – 04
Plano de secciones transversales Prog. 6+240 – 7+800 km.....	ST – 05
Plano de secciones transversales Prog. 7+820– 9+420 km.....	ST – 06
Plano de secciones transversales Prog. 9+440 – 10+900 km.....	ST – 07
Plano de secciones transversales Prog. 10+920 – 12+480 km.....	ST – 08
Plano de secciones transversales Prog. 12+490 – 13+260 km.....	ST – 09