

José Obispo Pérez Agustín

PROYECTO PARA CONSTRUCCIÓN DE CAMINO RURAL SOBRE VEREDA  
ENTRE CASERÍO PAMPUMAY, SAN PEDRO PÍNULA Y ALDEA LA  
MONTAÑA, SAN LUIS JILOTEPEQUE, AMBOS EN JALAPA.



Asesor General metodológico:

Ing. Agrónomo Carlos Alberto Pérez Estrada.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de ingeniería

Guatemala, septiembre de 2021

Informe final de graduación

PROYECTO PARA CONSTRUCCIÓN DE CAMINO RURAL SOBRE VEREDA  
ENTRE CASERÍO PAMPUMAY, SAN PEDRO PÍNULA Y ALDEA LA  
MONTAÑA, SAN LUIS JILOTEPEQUE, AMBOS EN JALAPA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

José Obispo Pérez Agustín

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciado  
en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de ingeniería

Guatemala, septiembre de 2021

Informe final de graduación

PROYECTO PARA CONSTRUCCIÓN DE CAMINO RURAL SOBRE VEREDA  
ENTRE CASERÍO PAMPUMAY, SAN PEDRO PÍNULA Y ALDEA LA  
MONTAÑA, SAN LUIS JILOTEPEQUE, AMBOS EN JALAPA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de ingeniería

Guatemala, septiembre de 2021

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciado, en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales.

F-14-04-2020-15  
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
PROGRAMA DE GRADUACIÓN  
Experto Metodológico  
ACUERDO DE ASIGNACIÓN DE PUNTEO  
08.09.2021.135

El Evaluador Final del Trabajo de Graduación de la  
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que el Metodólogo en Investigación Científica, ha dado su aprobación preliminar al trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento y me ha informado que el documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académicos al titular que formuló el mismo; de lo cual deviene procedente asignarle la puntuación correspondiente.

POR TANTO:

Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativa aplicable,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Asignación de Punteo al Trabajo de Graduación de mérito, de la manera siguiente:

1. Asignar Setenta (70) sobre la base de aprobación de puntos sobre la base de cien sobre cien (100/100) al trabajo de graduación denominado: “PROYECTO PARA CONSTRUCCIÓN DE CAMINO RURAL SOBRE VEREDA ENTRE CASERÍO PAMPUMAY, SAN PEDRO PÍNULA Y ALDEA LA MONTAÑA, SAN LUIS JILOTEPEQUE, AMBOS EN JALAPA.” Formulado por José Obispo Pérez Agustín, carné 11-093-0003; inscrito en la facultad de Ingeniería, de ésta universidad.
2. Trasladar tres copias físicas y un archivo digital del trabajo de graduación a la Presidencia del Consejo Académico, para los efectos subsiguientes.
3. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 08 de septiembre de 2021.



Pablo Ismael Carbajal Estevez  
Ingeniero Ambiental  
Experto Metodológico

*Pablo Ismael Carbajal Estevez*  
Ingeniero Ambiental  
Colegiado No. 6,493



F-14-04-2020-14  
UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA  
PROGRAMA DE GRADUACIÓN  
Asesoría de tesis  
ACUERDO DE APROBACIÓN PRELIMINAR DE TESIS

El Asesor en Metodología del Programa de Graduación de la  
Universidad Rural de Guatemala,

CONSIDERANDO:

Que he asesorado y firmado el trabajo de graduación que se especifica en el cuerpo de este instrumento; y siendo que a mi criterio dicho documento de mérito cumple con las normas preestablecidas para otorgar título y el grado académico a quien formuló el mismo.

POR TANTO:

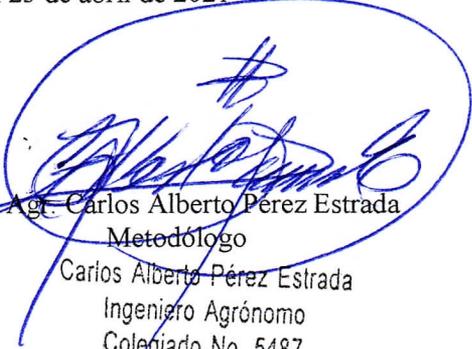
Con base a lo establecido en los Artículos 28 y 31 de los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala y el Artículo 28 del Reglamento General de los mismos y demás normativas aplicables,

ACUERDA:

Emitir el Acuerdo de Aprobación Preliminar de Trabajo de Graduación, de la manera siguiente:

1. Aprobar en forma preliminar el trabajo de graduación denominado:
2. Proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa., formulado por José Obispo Pérez Agustín titular del carné 11-093-0003 inscrito en la Facultad de Ingeniería de ésta Universidad.
3. Trasladar el expediente al Experto Metodólogo designado para que le confiera la calificación que de acuerdo a los criterios técnicos que considere convenientes.
4. Notifíquese.

Dado en la ciudad de Guatemala el 23 de abril de 2021

  
Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada  
Metodólogo  
Carlos Alberto Pérez Estrada  
Ingeniero Agrónomo  
Colegiado No. 5487



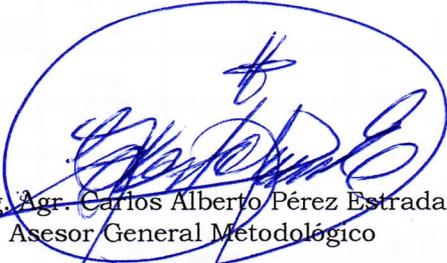
F-18-06-2018-01  
Universidad Rural de Guatemala  
Programa de Graduación  
Carta de aprobación  
Asesor General Metodológico  
Guatemala, 20 de abril de 2021

Asunto: Aprobación del informe final  
de graduación y solicitud de conformación  
de Tribunal Examinador.

Señor Coordinador General:

Tengo a honra dirigirme a usted, con la finalidad de informarle que, como Asesor General Metodológico del trabajo denominado: "Proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.", a cargo del estudiante: José Obispo Pérez Agustín; Carné: 11-093-0003; perteneciente al grupo 02-806-041-20; apruebo el informe final de graduación y solicito que se integre El Tribunal Examinador de esta tesis.

Me valgo de la ocasión para presentarle a usted, muestras distinguidas de mi consideración y estima.



Ing. Agr. Carlos Alberto Pérez Estrada  
Asesor General Metodológico

Carlos Alberto Pérez Estrada  
Ingeniero Agrónomo  
Colegiado No. 5487

C.C. Archivo personal

Señor  
Coordinador General  
Programa de Graduación  
Universidad Rural de Guatemala  
Presente

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS**

Ser supremo y eterno, dador de vida y sabiduría. Por permitirme cumplir una meta más, por su infinita misericordia. A él sea la gloria, el honor, y el poder, eternamente y para siempre.

### **MIS PADRES**

Macario Obispo Pérez Agustín (q.e.p.d.) Modesta Agustín Méndez, Por su apoyo incondicional, tanto espiritual, moral y económico. Por su esmero y sacrificio de apoyarme en lograr ésta meta. Por ser ejemplo de perseverancia, y valentía en la vida.

### **MIS HERMANOS Y HERMANAS**

Por su apoyo moral y económico, a lo largo de mi carrera, por sus sabios consejos y motivación, para terminar mi preparación académica.

### **MI FAMILIA**

Tíos, primos, sobrinos, por su ejemplo a seguir.

### **MIS ABUELOS**

Asunción Méndez Vicente, (q.e.p.d), José Agustín (q.e.p.d); Eva Margarita Agustín, (q.e.p.d) Juan Valentín Pérez (q.e.p.d.) Por todo su amor, apoyo y sabios consejos.

### **MIS AMIGOS**

Por su apoyo, y motivación a seguir adelante. En especial a mi amigo Dany Roberto Posadas (q.e.p.d).

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **A LA UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA**

Casa prestigiosa de estudios y preparación académica, donde se desarrolló nuestro conocimiento. Por haberme dado la oportunidad de mi formación como profesional durante mis años de estudio.

### **A MIS CATEDRÁTICOS**

Por el conocimiento y formación de mi persona, y su apoyo moral.

Especialmente a:

Ing. Adiel Rojas Barahona.

Ing. Carlos Alberto Pérez Estrada, por su asesoría, apoyo, y tiempo para elaborar la presente.

Ing. Javier Alonzo delcampo Navarrete, por su aporte a mi preparación.

Ing. Juan José Monroy Méndez, por su apoyo moral.

Ing. Carlos Alberto Rodríguez, por su conocimiento impartido.

## **Prólogo**

De acuerdo a los requisitos del programa del trabajo de graduación de la Universidad Rural de Guatemala y previo a obtener el título universitario en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales, en el grado académico de licenciado, se lleva a cabo el presente estudio en las comunidades de caserío Pampumay San Pedro Pinula, y aldea La montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa; en el que se aplicaron los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de los diferentes cursos aprobados y laboratorios intensivos establecidos por la universidad.

Por lo cual el presente fue desarrollado para aportar conocimientos técnicos en la búsqueda de una solución factible, a la problemática encontrada respecto a la inaccesibilidad vehicular entre las dos comunidades en mención, debido a la falta de proyecto para construcción de camino rural, sobre vereda existente.

El presente estudio responde a la demanda de la red vial que existe a escala nacional en la República de Guatemala, como consecuencia de inadecuadas conexiones en las comunidades rurales, con sus municipios.

La finalidad académica de la investigación consiste en aplicar los conocimientos de ingeniería civil adquiridos durante el desarrollo de las diferentes fases que exige la carrera de acuerdo al estatus de la universidad y brindar solución a la inexistencia de una propuesta de construcción de camino rural, sobre vereda entre caserío Pampumay San Pedro Pinula, y aldea La montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa. Así mismo dicha propuesta puede ser considerada por las autoridades competentes para poder llevar a cabo su ejecución.

## **Presentación**

El presente estudio fue desarrollado para aportar conocimientos científicos y técnicos propios de la ingeniería civil para la búsqueda de una solución factible, a la problemática existente sobre el incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años.

La causa de la problemática es debido a la inaccesibilidad vehicular, consecuencia de la inexistencia de proyecto para construcción de camino rural.

Para lo cual se formularon diferentes lógicas como: efecto, problema central, causa principal, hipótesis, objetivo general, objetivo específico, medio, y resultados. Las cuales en conjunto fueron indispensables para concretar el presente estudio, y encontrar la solución viable para las comunidades en mención.

El presente estudio aporta conocimientos importantes a quienes deseen abordar propuestas, en relación al diseño y construcción de caminos rurales, en la República de Guatemala.

## Índice general

No.	Contenido	Pág.
	Prólogo	
	Presentación	
I.	INTRODUCCIÒN .....	1
I.1	Planteamiento del problema.....	1
I.2	Hipòtesis.....	2
I.3	Objetivos.....	2
I.3.1	Objetivo general.....	3
I.3.2	Objetivo específico .....	3
I.4	Justificaciòn .....	3
I.5	Metodologìa .....	4
I.5.1	Métodos .....	4
I.5.2	Técnicas .....	7
II.	MARCO TEÒRICO.....	8
III.	COMPROBACIÒN DE LA HIPÒTESIS .....	114
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	125
IV.1	Conclusiones .....	125
IV.2	Recomendaciones .....	126
	BIBLIOGRAFÌA	
	ANEXOS	

## Índice de cuadros

No.	Contenido	Pàg
Cuadro 1:	Bombes de la calzada .....	20
Cuadro 2 :	Rangos recomendables de bombeo .....	21
Cuadro 3 :	Valores de Peralte Máximo .....	22
Cuadro 4:	Fricción transversal máxima en curvas .....	22
Cuadro 5 :	Inclinaciones máximas de talud (V: H) interior de la cuneta.....	26
Cuadro 6:	Velocidades máximas admisibles.....	28
Cuadro 7:	Máxima distancia recomendable entre dos alcantarillas .....	29
Cuadro 8:	Dimensiones mínimas de las cunetas .....	31
Cuadro 9:	Taludes de corte .....	34
Cuadro 10:	Taludes de relleno.....	35
Cuadro 11:	Métodos de análisis para diferentes tamaños de cuencas de captación .....	44
Cuadro 12:	Mètodo racional valores de esorrentia.....	45
Cuadro 13:	Distancias entre vados.....	67
Cuadro 14:	Riesgo de excedencia (%) durante la vida útil para diversos períodos de retorno .....	70
Cuadro 15:	Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en Caminos de bajo volumen de tránsito .....	71
Cuadro 16:	Diseño Geométrico de camino tipo F.....	73
Cuadro 17 :	Significado de nomenclatura.....	74
Cuadro 18:	Valores máximos de curvatura para cada velocidad .....	77
Cuadro 19:	Componentes de la curva vertical .....	79
Cuadro 20:	Resumen de Normas en la colocación de superficie de rodadura de balasto.....	89
Cuadro 21	Ejemplo de càculo de movimiento de tierra.....	94

Cuadro 22: Personas que indican que existe incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque.....	115
Cuadro 23: Personas que indican el tiempo del incremento en pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque.....	116
Cuadro 24: Personas que indican la cantidad de pérdidas en kilogramos de mercancías transportadas por usuarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa en el último año. ....	117
Cuadro 25: Personas que indican la cantidad de pérdidas en quetzales de mercancías transportadas por usuarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa en el último año. ....	118
Cuadro 26: Personas que indican que la ejecución de proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, disminuirá la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de las comunidades en mención. ....	119
Cuadro 27: Personas que indican tener conocimiento de la existencia de proyecto para construcción de Camino Rural, sobre vereda entre entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.....	120
Cuadro 28: Personas que indican la necesidad de implementar proyecto para construcción de Camino Rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa. ....	121
Cuadro 29: Personas que indican que la falta de proyecto para construcción de Camino Rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, afecta la calidad de vida de ambas comunidades.....	122

Cuadro 30: Personas que indican urgente la ejecución de proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, san Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa..... 123

Cuadro 31: Personas que indican que la falta de proyecto para la construcción de camino rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, provoca subdesarrollo en las comunidades antes citadas.....124

## Índice de gráficas

No.	Contenido	Pág.
Gráfica 1:	Personas que indican que existe incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque.....	115
Gráfica 2:	Personas que indican el tiempo del incremento en pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque.....	116
Gráfica 3:	Personas que indican la cantidad de perdidas en kilogramos de mercancías transportadas por usuarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa en el último año. ....	117
Gráfica 4:	Personas que indican la cantidad de perdidas en quetzales de mercancías transportadas por usuarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa en el último año. ....	118
Gráfica 5:	Personas que indican que la ejecución Proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, disminuirá la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de las comunidades en mención. ....	119
Grafica 6:	Personas que indican tener conocimiento de la existencia de proyecto para construcción de Camino Rural, sobre vereda entre entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.....	120
Grafica 7:	Personas que indican la necesidad de implementar proyecto para construcción de Camino Rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa. ....	121
Gráfica 8:	Personas que indican que la falta de proyecto para construcción de Camino Rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, afecta la calidad de vida de ambas comunidades.....	122

Gráfica 9: Personas que indican urgente la ejecución de proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, san Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa..... 123

Gráfica 10: Personas que indican que la falta de proyecto para la construcción de camino rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, provoca subdesarrollo en las comunidades antes citadas.....124

## Índice de figuras

No.	Contenido	Pág.
	Figura 1:Llegada del campo a la ciudad de Guatemala .....	12
	Figura 2: Traspaso de productos agropecuarios del productor al intermediario .....	13
	Figura 3: Concentración en el Mercado Municipal de Guatemala.....	14
	Figura 4: Cuneta en terreno natural tipo triangular .....	29
	Figura 5: Cuneta con revestimiento de piedra tipo triangular.....	29
	Figura 6: Cuneta con revestimiento asfáltico.....	30
	Figura 7: Cuneta con revestimiento de concreto tipo triangular .....	30
	Figura 8: Cuneta con revestimiento de piedra tipo trapecoidal .....	30
	Figura 9: Cuneta con revestimiento de concreto tipo rectangular.....	31
	Figura 10: Corte y rellenos balanceados .....	37
	Figura 11: Corte en balcón completo .....	37
	Figura 12: Corte completo .....	38
	Figura 13: Terraplén típico: .....	38
	Figura 14: Terraplén con base en balcón, colocado en capas. ....	39
	Figura 15: Terraplén reforzado. ....	39
	Figura 16: Ilustración cuencas de captación sobre un mapa topográfico.....	43
	Figura 17: Curvas típicas de frecuencia de intensidad-Duración de la precipitación pluvial (Adaptado de FHWA Hydraulic Design Series No. 4, 1997).....	47
	Figura 18: Opciones típicas para drenaje de la superficie del camino .....	55
	Figura 19: Drenaje superficial básico del camino, con cunetas de descarga y drenes transversales de alcantarilla que descargan en la vegetación o en otro tipo de amortiguamiento o los lados del camino.....	55
	Figura 20: Estructuras de entrada (o boca de caída) hechas de mampostería, concreto o metal para controlar el agua en la cuneta y encauzarla hacia el tubo de drenaje transversal y evitar la socavación de la cuneta.....	56
	Figura 21: Protección a la entrada y salida de las alcantarillas.....	59

Figura 22: Detalle de la protección a la salida de una alcantarilla con roca .....	60
Figura 23: Relleno y compactación de una alcantarilla. (Adaptado de Montana Departamento of State Lands).....	63
Figura 24: Drenes transversales de alcantarilla.....	64
Figura 25: Cruce en Estiaje .....	66
Figura 26: Vado mejorado .....	66
Figura 27: Vado con alcatarillas .....	67
Figura 28: Opciones de estructura para el cruce de arroyos naturales. (Adaptado de Ontario ministry of natural resources, 1,998) .....	68
Figura 29: Alcantarillas de cajón de concreto con muros de alero de concreto para protección de la entrada y de la salida, así como para la contención del relleno.....	68
Figura 30: Diseño geométrico de camino rural.....	71
Figura 31: Elementos de la curva horizontal simple .....	74
Figura 32: Grado de curvatura de una curva.....	76
Figura 33: Curva vertical cóncava .....	78
Figura 34: Curva vertical convexa .....	79
Figura 35: Sección Transversal.....	80
Figura 36: Sección transversal de alineación en recta para un camino tipo f .....	81
Figura 37: Detalle de sección típica de alineación en curva .....	81
Figura 38: Detalle de sección típica de alineación en recta .....	82
Figura 39: Tipo de revestimiento “A”: Superficie en suelo nativo sin recubrimiento .....	85
Figura 40: Tipo de revestimiento “B”: Superficie con agregados de revestimiento ..	85
Figura 41: Tipo de revestimiento “C”: Superficie con base, capa, y agregados de revestimiento .....	86
Figura 42: Tipo de revestimiento “D”: Superficie con empedrado de revestimiento	86
Figura 43: Tipo de revestimiento “E”: Superficie con bloques de concreto (Adoquín) de revestimiento .....	86
Figura 44: Tipo de revestimiento “F”: Superficie con recubrimiento asfáltico de	

recubrimiento .....	87
Figura 45: Fórmula para calcular movimientos de tierra .....	94
Figura 46: Formula para el cálculo de volúmenes .....	95
Figura 47: Cálculo de volumen de tierra.....	95
Figura 48: Fórmulas para determinar cortes y rellenos.....	96
Figura 49: volúmenes de corte y relleno.....	96
Figura 50: Distancia de paso entre dos secciones.....	97

## **I. INTRODUCCIÓN**

El presente contiene el planteamiento del problema, formulación de hipótesis, objetivos generales y específicos, justificación, metodología y técnicas utilizadas, para documentar la investigación, marco teórico, presentación y análisis de resultados, mediante cuadros, gráficas y análisis; que permitió comprobar la hipótesis, conclusiones, recomendaciones y anexos.

Se lleva a cabo el presente estudio en caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, y aplicar los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de los diferentes cursos aprobados, así como laboratorios establecidos por la universidad. De esta forma se presenta una solución a la problemática que afecta a los pobladores de las comunidades citadas.

Presenta el desarrollo de los resultados, en los cuales se propone la construcción del camino rural, que puede ser fortalecida mediante la unidad ejecutora; la cual será encargada de velar por la correcta construcción del camino rural, que contribuirá a disminuir las pérdidas de mercancías, en las comunidades de aldea La Montaña, San Luís Jilotepeque, y caserío Pampumay, San Pedro Pinula; ambos en Jalapa.

En el presente se brinda el desarrollo de los resultados, a través de los cuales se propone a la Municipalidad de San Luís Jilotepeque, como unidad ejecutora el proyecto para construcción de camino rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro pínula y aldea la montaña, san Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.

### **I.1 Planteamiento del problema**

Al efectuar la presente investigación se ha detectado la inaccesibilidad vehicular sobre la vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula, y aldea La Montaña, San Luís Jilotepeque, Jalapa. Debido a la inexistencia de proyecto de construcción de camino

rural; lo que ha provocado, pérdidas económicas de los habitantes de las comunidades mencionadas.

Como consecuencia del crecimiento poblacional de aldea La Montaña y caserío Pampumay, la localización de terrenos agrícolas para las actividades económicas, (ya que se dedican principalmente a la producción de café, piña y banano) los habitantes de las comunidades deben trasladar las mercancías agrícolas en bestias o al hombro, resultado de la inaccesibilidad vehicular, ya que sólo existe vereda, y las mercancías son vendidas en la cabecera municipal y, comunidades aledañas.

Por lo tanto, la investigación determina la falta de un camino rural, que disminuya la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de las comunidades objeto de estudio. Ya que las pérdidas económicas de los vecinos, es debido a la falta de proyecto para la construcción de camino rural, por lo cual se determina de carácter prioritario, establecer el acceso vehicular de los habitantes y, plantear una propuesta de construcción de camino rural.

## **1.2 Hipótesis**

“El incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años, por inaccesibilidad vehicular, es debido a la inexistencia de proyecto para construcción de Camino Rural.”

¿Será la falta de construcción de Camino Rural, para el tránsito vehicular, de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro, Pinula, y aldea La Montaña, San Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa, ¿la causante de las pérdidas de mercancías transportadas por los usuarios durante los últimos cinco años?

## **I.3 Objetivos**

A continuación, se exponen los objetivos, generales y específicos a través los cuales se propone contribuir en la solución del problema encontrado, las pérdidas de mercancías, por lo que se formulan los siguientes objetivos:

### **1.3.1 Objetivo general**

Disminuir pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.

### **1.3.2 Objetivo específico**

Establecer acceso vehicular sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.

## **1.4 Justificación**

La inaccesibilidad vehicular, de los habitantes de aldea La Montaña, San Luís Jilotepeque y; caserío Pampumay, San Pedro Pinula; Jalapa, ha provocado pérdidas económicas debido a la forma de transportar sus mercancías, al hombro o en bestias, lo cual provoca que sus mercancías se dañen al ser transportadas de esa manera. Debido a la falta de construcción de camino rural, para el tránsito vehicular, lo cual ha provocado que los habitantes sufran directamente las consecuencias, económicas.

La inaccesibilidad propicia el aumento de la pobreza en las dos comunidades, lo cual lleva a condiciones de vida insatisfechas, mala comunicación terrestre y; subdesarrollo.

La infraestructura vial, se relaciona estrechamente con el desarrollo social y económico de una población. Debido a que en los caminos y carreteras se transportan mercancías, productos, insumos y materiales que son necesarios para toda población.

Los caminos rurales son un elemento importante en una comunidad, debido a que contribuyen a mejorar las condiciones de vida de los habitantes.

El medio de solución a la problemática actual, es por medio de la propuesta de construcción de un camino rural, que supla la necesidad de accesibilidad de los pobladores.

## **I.5 Metodología**

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

### **I.5.1 Métodos**

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis. La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

### **Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la Hipótesis**

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales sobre los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa. A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Observación directa.** Esta técnica se utilizó directamente en la visita realizada en la vereda, entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa a cuyo efecto, se observó la inaccesibilidad vehicular sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.

- **Investigación documental.** Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

- **Entrevista.** Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar al personal de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P) de la municipalidad citada, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Al poseer una visión más clara sobre la problemática del área de la municipalidad citada, con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación.

La graficación de la hipótesis de encuentra en el anexo No. 3 y No. 4. La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y

aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años, por inaccesibilidad vehicular, es debido a la inexistencia de proyecto para construcción de Camino Rural.”

El método del marco lógico, nos permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

• **Determinación de la población a investigar.** En atención a este tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 7 personas que laboraban en el área de la Dirección Municipalidad de Planificación, de la municipalidad citada; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada. Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

### **I.5.2 Técnicas**

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así: Como se describió

en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática. Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

## II. MARCO TEÓRICO

### II 1. Definiciones

**“Qué son mercancías:** Una mercancía es cualquier objeto factible de ser comercializado o intercambiado en el mercado. Se caracteriza por poder satisfacer alguna necesidad del consumidor. Es decir, una mercancía es cualquier bien que las personas pueden comprar y/o vender. Así, por medio de esa transacción, se busca cubrir una demanda. (Westreicher, 2020)”

“Es todo objeto susceptible de satisfacer necesidades humanas (valor de uso) y de ser cambiado (valor de cambio) por otro u otros, tanto directa como indirectamente (a través de su equivalente monetario) (Larousse Editorial, 2009)”

**“Transporte de mercancías:** Es llamado transporte de carga. (Irigoyen, 1997) Se utiliza para distribuir alimentos, insumos, bebidas entre otros. (Irigoyen, 1997).”

“Transporte por carretera: El transporte por carretera es uno de los más elegidos a pesar de que la velocidad y la calidad del servicio disminuyen según se aleja de las áreas más industrializadas. El transporte de mercancías terrestre es, por lo general, el más familiar para el gran público. Esto se debe a que es el más extendido para las distancias cortas y medias en los países desarrollados. (TRANSEGA, 2018)”

“Transporte Marítimo: Es el tipo de transporte de mercancías más utilizado en tema internacional como demuestran las cifras: el 90% del comercio internacional viaja en barco. Decenas de millones de contenedores cruzan los océanos cada año debido a que los barcos ofrecen la mejor relación de costes por kilómetro. Debido a su mayor lentitud en comparación con el resto de tipos de transporte está indicado para mercancías no perdurables. También es una buena elección para las cargas muy voluminosas y los gráneles. (TRANSEGA, 2018)”

“Transporte Aéreo: El transporte aéreo ofrece una de las tarifas más elevadas, pero lo hacen a cambio de ofrecer tiempos de entrega que de otra forma no serían posibles para algunas rutas. Entre los artículos más habituales de este transporte están aquellos ligeros -para evitar costes altos-, los urgentes -medicamentos- y los que tienen un gran margen comercial que pueda absorber ese impacto del transporte productos de lujo. (TRANSEGA, 2018)”

“**Transporte de mercancías en el área rural:** Los medios de transporte y los puestos de venta son pilares que forman el conjunto de operaciones encaminadas a hacer llegar los productos agrícolas hasta los consumidores mediante los diferentes canales de comercialización, que alcanza cada vez más un nivel de perfeccionamiento imprescindible tanto para la apertura de nuevos mercados, como para la utilización de medios de transporte más desarrollados o, por otro lado, la mejora tecnológica de los ya existentes. (Barrios, 2020)”

“En el sector del transporte deben destacarse las condiciones generales de los medios utilizados: la sanidad, la adaptación al producto transportado para que llegue a su destino en perfectas condiciones, el disponer del transporte en el momento preciso y evitar llegar al mercado en el momento de mayor oferta, la baja calidad de los productos y la desorganización de la cadena general de trabajo, provoca todo ello perjuicios económicos. (Barrios, 2020)”

“Todo producto agroalimentario requiere ser trasladado de un lugar a otro, desde la granja, el huerto o la finca hacia el mercado, ya sea para el consumo fresco o para su procesamiento industrial. La etapa de transporte es muy importante dentro de la cadena alimentaria ya que, aunque parezca simple, el hecho de cargar el vehículo y llegar al mercado puede poner en evidencia algunos detalles, que muchas veces pasan inadvertidos para los productores. (Barrios, 2020)”

“Adicionalmente, los caminos de terracería y las carreteras asfaltadas en mal estado, hacen que el producto sufra fuerzas de compresión y fricción; esto, aunado a las malas prácticas del manejo por parte del productor, que no utiliza empaque y embalaje adecuados, alteran la integridad y calidad del producto. Se estima que más del 10 por ciento de los productos transportados se pierden durante el transporte. (Barrios, 2020)”

“Existen diferentes tipos de transporte según el método utilizado para el traslado de los productos agropecuarios: aéreo, terrestre y marítimo. De las características como destino, valor económico, duración, cantidad, humedad y temperatura, tiempo para llegar a su destino, costo y calidad del transporte, dependerá el tipo de transporte que se utilice. En el caso de América Central y Panamá, en algunas regiones todavía se utilizan bestias para llegar al centro de acopio más cercano y se recorren en camión distancias mayores a 200 kilómetros para entregar al intermediario el producto que será distribuido en los mercados cantonales de las capitales. (Barrios, 2020)”

“Una buena infraestructura vial es indispensable para facilitar la integración interna y externa de los países y es, a la vez, condición básica para tener mejor acceso a los mercados por parte de toda la población y beneficiarse del libre comercio. También es un requisito para reducir los costos de producción de bienes y servicios, algo inherente a la búsqueda de mayor competitividad como empresas y como país. (Barrios, 2020)”

“La mayoría de los productores y comercializadores de alimentos tienen que utilizar caminos de terracería. En la gira de observación realizada, se pudo constatar que para llegar a un camino de asfalto o pavimento tienen que recorrer entre 0 a 50 kilómetros de terracería que son intransitables en la estación lluviosa cuando no es posible el acceso de vehículos convencionales (5 toneladas o más) sino solamente de vehículos tipo pick-up con capacidad máxima de una tonelada; esto hace que el transporte de

alimentos desde el campo hacia los mercados, resulte lento o genere escasez por no llegar a tiempo a los mismos. (Barrios, 2020)”

“Así mismo, las carreteras de asfalto, en la estación lluviosa tienen poco mantenimiento lo que permite su deterioro rápido como se pudo constatar también en la región del altiplano guatemalteco. (Barrios, 2020)”

**“Productos perecederos:** Los productos perecederos son todos aquellos que necesitan ser conservados en refrigeración, para no perder su calidad y aptitud para consumo humano, generalmente son carnes, leche, bebidas, verduras, frutas y hortalizas. (TRANSEGA, 2018)”

**“Indicadores del incremento en la pérdida de mercancías durante el transporte rural:** Cuando los productos agropecuarios son cultivados lejos de los centros de consumo, exportación o industrialización el transporte de los distintos productos cobra gran importancia. Los grandes productores han incorporado el camión, ya sea porque pretenden obtener mayores ganancias, o bien porque no quieren depender de terceros para transportar sus productos y tener independencia en sus actividades. (Barrios, Consultores de la FAO, 2020)”

“Cuando a los productores se les preguntó sobre los costos del transporte que utilizaban, la mayoría contestó que los desconocían, generalmente solo saben cuánto les cobran por unidad que transportan, desde \$EE.UU. 0,35 a \$EE.UU. 1,10 ya sea por bulto o caja de producto; otras veces solo saben que les cobran entre \$EE.UU. 65,00 a \$EE.UU. 120,00 por camionada (capacidad superior a los 100 quintales), y no hacen o llevan un registro del costo operativo del transporte. Por lo tanto, desconocen el costo por unidad que transportan. (Barrios, Consultores de la FAO, 2020)”

“El transporte de los productos como elemento relevante tiene importancia en la determinación de costos y tiempo dentro de las etapas necesarias para que un producto llegue al mercado. El producto que sale de la finca, granja o parcela con destino al mercado, local, regional, nacional e internacional necesita ser transportado. Para esto son múltiples los medios de transporte que utilizan los agricultores o los comerciantes de productos agropecuarios: bestias, carretas, a pie, pick-up, camiones, buses urbanos y extraurbanos y otros. (Barrios, Consultores de la FAO, 2020)”

“Es necesario tomar en cuenta el medio de transporte debido a los costos y pérdidas que se generan cuando no se realiza a tiempo y con manejo un inadecuado. Los pequeños agricultores no cuentan con un medio propio para llevar sus productos a los diferentes mercados; cuando están muy lejos de los centros de consumo, alternan un transporte propio, llevan la carga en la espalda o bien utilizan una bestia, con otro medio alquilado. (Barrios, Consultores de la FAO, 2020)”

Figura 1: Llegada del campo a la ciudad de Guatemala



Fuente: (Barrios, Consultores de la FAO, 2020)

“Cuando el agricultor realiza el transporte por su cuenta, debe asumir las pérdidas sufridas por las materias primas durante el transporte. En caso contrario, son los intermediarios quienes asumen este gasto, el cual recuperan al obtener sus ganancias. Debido a esto la mayoría de agricultores vende sus productos a los intermediarios para evitar pérdidas durante el transporte. (Barrios, Consultores de la FAO, 2020)”

“Los intermediarios pagan en efectivo y directamente contra entrega del producto. Muchas veces los agricultores a pesar de estar comprometidos con algunas organizaciones, deciden vender a los intermediarios a menor precio, y obtener el dinero más rápido. Esto regularmente sucede cuando los precios de los productos son altos y se genera escasez de determinado producto. (Barrios, Consultores de la FAO, 2020)”

Figura 2: Trasbordo de productos agropecuarios del productor al intermediario



Fuente (Barrios, Consultores de la FAO, 2020)

“Quizás los daños más graves que reciben los productos agroalimentarios son pequeñas magulladuras que causan no más de 10 por ciento de pérdidas; esto quizás ocurra, como expresaron algunos de los transportistas, en el tramo de carretera de terracería, donde, aunque el vehículo vaya despacio la carga se mueve y aunque lleve su empaque y embalaje siempre se podrá deteriorar. (Barrios, Consultores de la FAO, 2020)”

“Después de este tramo de terracería se unen a la carretera asfaltada donde el camión se mueve menos y la carga se mantiene uniforme; además las distancias y el tiempo para llegar al mercado son menores a los 200 kilómetros lo que permite llegar con el producto en buen estado. Los productos dañados se tiran y generalmente si el daño no es importante, se venden como productos de segunda calidad. (Barrios, Consultores de la FAO, 2020)”

Figura 3: Concentración en el mercado municipal de Guatemala



Fuente (Barrios, Consultores de la FAO, 2020)

“Desarrollar el programa de infraestructura vial en América Central tiene un costo estimado en \$EE.UU. 4 650 000 000 (cuatro mil seiscientos cincuenta millones de dólares EE. UU). Esto impulsaría el desarrollo de la zona y un mayor movimiento de transporte y facilitaría poder transportar todas las mercancías del istmo. Esta cifra es presentada por el Consejo Sectorial de Ministros de Transportes de Centro América (COMITRAN). (Barrios, Consultores de la FAO, 2020)”

“Los beneficios que se podrían obtener por la aplicación de este programa serían múltiples. Con la regularidad en el transporte de productos agroalimentarios desde las fincas hacia los mercados y las industrias, se reducirían las pérdidas del valor de los productos que comercializan muchos productores en la región. (Barrios, Consultores de la FAO, 2020)”

“Como resultado positivo del mejoramiento de las vías de comunicación en la región, se espera obtener:

- aumento de la producción física en actividades tradicionales;
- reducción de costos de producción por ajustes en los costos de transporte (fletes);
- con el trabajo de construcción de la infraestructura de carreteras se beneficiarán muchas familias de la región, ya que existe disponibilidad de mano de obra para estos proyectos. (Barrios, Consultores de la FAO, 2020).”

“**Vehículos de 4 ruedas:** Vehículo automotor, de dos ejes (4 ruedas). Especialmente equipado y construido para el transporte de personas y con capacidad total para nueve ocupantes máximo, su peso bruto máximo es de 3.5 toneladas métricas. (Irigoyen, 1997).”

“**Inaccesibilidad Vehicular:** Falta de entrada a un lugar, a través de un vehículo. (Español, 2020)”

“**Indicadores de la inaccesibilidad vehicular:** Un primer problema de la infraestructura vial está referido a la limitada extensión de las redes viales aptas para el tránsito motorizado ya que tejen tramas poco densas en el territorio y dejan sin opción de desarrollo a innumerables valles y regiones. Un segundo problema está en relación con la calidad de las vías existentes, la mayoría de las cuales no están

asfaltadas y tampoco reciben mantenimiento regular, limitan el tránsito de vehículos y encarecen el comercio. (Neira, 2002)”

“En períodos de lluvia, la mayor parte de los caminos no asfaltados se vuelven intransitables, ya sea porque varios tramos de las rutas se convierten en lodazales, o bien debido a los frecuentes derrumbes que cortan las vías, y dejan a las comunidades en el aislamiento o con serios problemas de comunicación.”

“Dado que los gobiernos locales de las zonas rurales más pobres no cuentan con recursos ni equipos suficientes para atender emergencias, y como tampoco existen mecanismos regulares de mantenimiento de caminos rurales, el deterioro de las vías es progresivo, y llega al grado de quedar inutilizadas al tránsito vehicular o de obligar a costosas intervenciones de rehabilitación vial parcial o completa, que en poco tiempo quedarán nuevamente perdidas debido al problema recurrente de la falta de mantenimiento. (Neira, 2002)”

“En algunos casos son los mismos usuarios organizados los que realizan por cuenta propia las labores de recuperación de las vías, por lo general luego de los períodos de lluvia, aunque muchas veces con resultados dudosos dado que carecen de los recursos necesarios para movilizar equipo pesado y utilizan herramientas y procedimientos técnicos inapropiados. (Neira, 2002)”

“**Vereda:** Ésta palabra proviene del bajo latín vereda, camino, vía. Senda o camino angosto. (qsignifica, 2020)”

“Camino angosto, formado comúnmente por el tránsito de peatones y ganados. (Española, 2020)”

**“Caminos:** Son todas aquellas vías que no estén pavimentadas. Es decir, de la terracería de uno o dos sentidos de circulación sin restricción de número o ancho de carriles. También aquellas vías pavimentadas que no sean calles de circulación controlada y que tengan menos de 5.00 metros de ancho de calzada. (Irigoyen À. A., 1997)”

“Se conoce como camino a las vías que se construyen para permitir el desplazamiento de hombres y vehículos. Si se parte de este significado, el término puede hacer referencia a algo físico y real (como lo es una ruta por donde circulan los coches o un sendero para recorrer a pie que conduce hacia determinado lugar). (Gardey, 2009)”

**“Tipos de caminos:**

**Camino vecinales:** Todos aquellos viales de titularidad municipal que comunican los núcleos de población de un municipio entre sí, o núcleos de municipios colindantes, con la red de carreteras. (Monné, 2006)”

**“Caminos forestales:** Son pistas construidas para el aprovechamiento de bosques y pastos. (Monné, 2006)”

**“Caminos ganaderos o vías pecuarias:** Son las rutas o itinerarios por donde discurre tradicionalmente el tránsito ganadero. Son establecidos especialmente para el tránsito de ganado. Se trata de la única categoría de caminos que no se obtiene por exclusión de la red de carreteras. A diferencia del resto cuentan con un marco legal y jurídico perfectamente definido. (Monné, 2006)”

**“Caminos carreteros:** Son Construidos para permitir el tránsito de carretas, carros y carruajes, también llamados en su día carreteras. En su mayor parte han sido adaptados

al tránsito motorizado y hoy forman parte de la red de caminos rurales y vecinales. (Monné, 2006)”

“Caminos de herradura: Son abiertos con el objetivo de permitir el tránsito de personas y animales de carga, son absolutamente predominantes en zonas de montaña. (Monné, 2006) ”

“Sendas o senderos: Son hechos para uso de personas y son demasiado estrechos para animales de carga. (Monné, 2006)”

“**Camino rural:** Se define a los caminos, como las vías que se construye para transitar, y que permiten el desplazamiento de hombres y vehículos. Con base a esta definición, los caminos rurales son las vías que se construyen para que se desplacen las personas que residen en las áreas rurales. (Gálvez, 2014)”

“Aquellos viales de uso principalmente agropecuario que comunican casas y explotaciones entre sí y con los núcleos de población cercanos, conectándolos con la red vecinal o de carreteras. (Monné, 2006)”

“Con base a esta definición, se puede interpretar que los caminos rurales se concentran en las zonas de bajo desarrollo y con un volumen de tránsito considerado como bajo. (Monné, 2006)”

#### “**Diseño para caminos rurales:**

El diseño geométrico de caminos rurales, están integrado por diferentes elementos los cuales son:

Velocidad de Diseño: La velocidad de diseño (también conocida como Velocidad Directriz) es la velocidad seleccionada para determinar varias características

geométricas de la carretera. La velocidad de diseño asumida debe ser consistente con la topografía, el uso de la tierra adyacente y la clasificación funcional de la carretera. Excepto para calles locales donde los controles de velocidad son incluidos intencionalmente, debe hacerse un esfuerzo para usar una velocidad de diseño que sea práctica para obtener un deseado grado de seguridad, movilidad y eficiencia bajo las restricciones de la calidad del ambiente e impactos económicos, estéticos y sociales o políticos. (Ivan Morales, 2011)”

“La selección de la velocidad de diseño será una consecuencia de un análisis técnico-económico de alternativas de trazado, que deberán tener en cuenta la orografía del territorio. En territorios planos el trazado puede aceptar altas velocidades a bajo costo de construcción; pero en territorios muy accidentados será muy costoso mantener una velocidad alta de diseño, porque habría que realizar obras muy costosas para mantener un trazo seguro. Lo que solo podría justificarse si los volúmenes de la demanda de tránsito fueran muy altos. (Moquillaza, 2005)”

“La velocidad de diseño disminuye conforme el terreno cambia en su topografía. Se han determinado velocidades de 40, 30 y 20 kilómetros por hora para caminos ubicados en terrenos plano, ondulado y montañoso respectivamente. La pendiente máxima para una velocidad de diseño de 40 km/hora es 6%, con un pendiente gobernadora de 4%; en terreno ondulado de 8%, con gobernadora de 5% y en terreno montañoso de 12%, con gobernadora de 7%, la pendiente máxima permisible, debe aplicarse únicamente en tramos no mayores de 100 metros de longitud, a menos que no haya otra solución. (Morales M. V., 2002)”

“En éste caso, debe empedrarse la superficie de rodadura a fin de evitar que los vehículos resbalen, sobre todo cuando la capa se encuentra húmeda y se trate de una zona en general lluviosa. El empedrado deberá juntarse con cemento para pendientes

mayores de 8%. En tramos de corte colocar una pendiente mínima de 0.5% para facilitar el drenaje en el sentido longitudinal. (Morales M. V., 2002)”

“Período de diseño: Lapso de tiempo previsto en la etapa de diseño de una obra vial, en el cual debe operar o prestar servicios en condiciones adecuadas bajo un programa de mantenimiento establecido. (Morales I. , Terminología usada en Diseño Geométrico, 2001)”

“Vida útil: Lapso de tiempo previsto en la etapa de diseño de una obra vial, en el cual debe operar o prestar servicios en condiciones adecuadas bajo un programa de mantenimiento establecido. (Morales I. , Definiciones, 2011)”

“Pendiente transversal: Se refiere a la pendiente dada al carril o calzada en dirección transversal al eje de la carretera. El cual se divide en tres partes: bombeo normal o contra-peralte, peralte o sobre-elevación y, transición del bombeo al peralte. (Moquillaza, Elementos de la sección transversal, 2005)”

“Bombeo normal: Es la pendiente que se le da a la plataforma o corona en las tangentes del alineamiento horizontal con el objeto de facilitar el escurrimiento superficial del agua. Un bombeo apropiado será aquel que permita un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente para que el conductor no experimente incomodidad o inseguridad. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura. (Moquillaza, Elementos de la sección transversal, 2005)”

Cuadro 1: Bombeos de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación: < 500 mm/año	Precipitación: > 500 mm/año
Pavimento Superior	2.0	2.5

Tratamiento Superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

\*) En climas definitivamente desérticos se pueden rebajar los bombeos hasta un valor Límite de 2%  
Fuente: (Paredes, 2001).

“Los pavimentos de tipo alto son aquellos que mantienen superficies lisas y propiedades antideslizantes en todo tipo de clima, y que, sometidos a cargas de altos volúmenes de tráfico pesado, requieren poco mantenimiento. Los pavimentos de tipo bajo son los que están formados por superficies de terracería, sin tratar o tratadas mediante la inclusión de agregados pétreos. (Moquillaza, Elementos de la sección transversal, 2005)”

Cuadro 2: Rangos recomendables de bombeo

Tipo de superficie	Rango de Pendiente Transversal (%)
Alto	1.5 – 2.0
Bajo	2.0 – 6.0

Fuente: (AASHTO, 2011)

“Peralte o sobreelevación: Es la inclinación que se le da a la corona de una carretera en los tramos en curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrípeta que actúa sobre un vehículo en movimiento. (Moquillaza, Elementos de la sección transversal, 2005)”

“Los valores máximos del peralte, son controlados por algunos factores como: Condiciones climáticas, orografía, zona (rural o urbana) y frecuencia de vehículos pesados de bajo movimiento. (Paredes, Sección Transversal, 2001).

Se utilizarán como valores máximos los siguientes:

Cuadro 3: Valores de Peralte Máximo

	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Cruce de Áreas Urbanas	6.0 %	4.0.%
Zona Rural (Tipo 1,2,o 3)	8.0 %	6.0 %
Zona rural (Tipo 3 o 4)	12.0%	8.0 %
Zona rural con peligro de hielo	8.0 %	6.0 %

(\*) El tipo corresponde a la clasificación vial según condiciones orográficas. Fuente (Paredes, Sección Transversal, 2001).

“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%. (Moquillaza, Diseño Geométrico, 2005)”

“El mínimo radio (Rmin) de curvatura es un valor límite que esta dado en función del valor máximo del peralte (emax) y el factor máximo de fricción (fmax) seleccionados para una velocidad directriz (V). (Moquillaza, Diseño Geométrico, 2005)”

El valor del radio mínimo puede ser calculado por la expresión:

$$R \text{ min} = \frac{V^2}{127 (0.01 e \text{ max} + f \text{ max})}$$

Cuadro 4: Fricción transversal máxima en curvas

Tipo de área	Peralte en porcentaje (%)
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15
70	0.14
80	0.14

Fuente (Moquillaza, Diseño Geométrico, 2005)

“Transición del bombeo al peralte: Al pasar de un tramo en tangente a otro en curva, se requiere cambiar la pendiente de la corona, desde el bombeo en la tangente hasta el peralte que le corresponda a la curva horizontal. Este cambio se efectúa en dos distancias: (Moquillaza, Elementos de la sección transversal, 2005)”

“Distancia de bombeo: En esta distancia se hace girar el carril contrario al sentido de la curva desde el bombeo seleccionado para la tangente hasta 0%. (Moquillaza, Elementos de la sección transversal, 2005)”

“Distancia de transición: Esta distancia puede ser la longitud de transición del peralte en alineamiento del tipo tangente-curva- tangente, o la longitud de espiral en el alineamiento del tipo espiral-curva-espiral. En esta distancia se continúa con el giro del carril contrario al sentido de la curva, desde 0%, hasta ser colineal con el otro carril, aplicándose luego el giro a toda la sección hasta alcanzar el peralte correspondiente a la curva circular. (Moquillaza, Elementos de la sección transversal, 2005)”

“Diseño de la sub-rasante: La sub- rasante es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. (S.A, 2011)”

“La sub-rasante se proyecta sobre el perfil longitudinal del terreno. Se contempla los principios de curva, principios de tangente y los grados de curva, tratándose de compensar cortes y rellenos; para generar un movimiento de tierra funcional y económica. (S.A, 2011)”

“La sub-rasante es la capa superficial, de terreno natural. Para construcción de caminos se analizará hasta 0.45 m de espesor, y para rehabilitación los últimos 0.20 m. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las

características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño del afirmado, que se colocará encima. (Moquillaza, Geología , Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

“Se identificarán cinco categorías de sub-rasante:

- S0: subrasante muy pobre  $cbr < 3\%$
- S1: subrasante pobre  $cbr = 3\% - 5\%$
- S2: subrasante regular  $cbr = 6 - 10\%$
- S3: subrasante buena  $cbr = 11 - 19\%$
- S4: subrasante muy buena  $cbr > 20\%$

(Moquillaza, Geología , Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

“Se considerarán como materiales aptos para la coronación de los sub-rasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor se procederá a eliminar esa capa de material inadecuado y se colocará un material granular con CBR mayor a 6%; para su estabilización. La profundidad mínima especificada de esta capa figura en el catálogo de estructuras de capas granulares, que se presenta más adelante. Igualmente se estabilizarán las zonas húmedas locales y áreas blandas sobre la Sub-rasante natural se colocará una capa de arena de espesor 20 cm mínimo y sobre ella, se añadirá una capa de espesor mínimo de 0.30m de material grueso rocoso o de piedras grandes. (Moquillaza, Geología , Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

“La superficie de la sub-rasante debe quedar encima del nivel de la napa freática; como mínimo, a 0.60 m cuando se trate de una sub-rasante muy buena y buena, a 0.80 m cuando se trate de una sub-rasante regular, a 1.00 m cuando se trate de una sub-rasante pobre y a 1.20 m cuando se trate de una sub-rasante muy pobre. En caso necesario, se colocarán sub drenes, o capas anticontaminantes y/o drenantes o se elevará la rasante hasta el nivel necesario. (Moquillaza, Geología , Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

“Los sub drenes para proteger a la capa del afirmado, se proyectarán cuando la Sub-rasante no esté constituida por material permeable y cuando las capas de rodadura no puedan drenar adecuadamente. Los sub drenes que se proyecten para interceptar filtraciones o para rebajar el nivel freático elevado, pueden utilizarse también para drenar el afirmado. (Moquillaza, Geología , Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

“En zonas sobre los 3,500 msnm se evaluará la acción de las heladas en los suelos, en general la acción de congelamiento está asociada con la profundidad de la napa freática y la susceptibilidad del suelo al congelamiento. Sí la profundidad de la napa freática es mayor a la indicada anteriormente (1.20 m) la acción de congelamiento no llegará a la capa superior de la sub-rasante. (Moquillaza, Geología , Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

“En el caso de presentarse en la capa superior de la sub-rasante (0.30 m – 0.45 m) suelos susceptibles al congelamiento, se reemplazará este suelo en el espesor indicado o se levantará la rasante, con un relleno granular adecuado, hasta el nivel necesario. Son suelos susceptibles al congelamiento, los suelos limosos, igualmente los suelos que contienen más del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm, con excepción de las arenas finas uniformes que, aunque contienen hasta el 10% de materiales de tamaño inferior a los 0.02 mm, no son susceptibles al congelamiento. (Moquillaza, Geología , Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

“En general, son suelos no susceptibles los que contienen menos del 3% de su peso de un material de tamaño inferior a 0.02 mm. Para efectos del diseño del afirmado también se definirán sectores homogéneos, a lo largo de cada uno de ellos, donde las características del material de sub-rasante se identifican como uniforme. Dicha uniformidad se establecerá sobre la base del Estudio del Suelo y de ser necesario, la realización del muestreo. El proceso de sectorización requiere de análisis y criterio

del especialista. (Moquillaza, Geología , Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

“Cunetas: Son canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento. La sección transversal puede ser triangular, trapezoidal o rectangular. Sus dimensiones se deducen a partir de cálculos hidráulicos, y se tiene en cuenta su pendiente longitudinal, la intensidad de lluvia prevista, pendiente de cuneta, área de drenaje y naturaleza del terreno, entre otros. (Paredes J. A., Sección Transversal, 2001)”

“Talud interior de cunetas: La inclinación del Talud dependerá, por condiciones de seguridad, de la velocidad y volumen de diseño de la carretera o camino. El valor máximo correspondiente a velocidades de diseño <70 Km/h. (1:2) es aplicable solamente a casos muy especiales, en los que se necesite imprescindiblemente una sección en corte reducida (terrenos escarpados), la que contará con elementos de protección (Guardavías). Inclinaciones fuera de estos mínimos deberán ser justificadas convenientemente y se dispondrán de los elementos de protección adecuados. (Paredes J. A., Sección Transversal, 2001)”

Cuadro 5: Inclinaciones máximas de talud (V: H) interior de la cuneta

Tipo de superficie	T.P.D.A (Veh. /Día)	
	< 750	>750
< 70 -	1:2 1:3	(*) 1:3
> 70	1:3	1:4

Fuente (Paredes J. A., Sección Transversal, 2001)

“Profundidad de la cuneta: La profundidad será determinada, en conjunto con los demás elementos de su sección, por los volúmenes de las aguas superficiales a conducir, así como de los factores funcionales y geométricos correspondientes. En caso de elegir la sección triangular, las profundidades mínimas de estas cunetas serán de 0.20 m para regiones secas, de 0.30 m para regiones lluviosas y de 0.50 m para regiones muy lluviosas. (Paredes J. A., Sección Transversal, 2001)”

“El fondo de la cuneta: El ancho del fondo será función de la capacidad que quiera conferírsele a la cuneta. Eventualmente, puede aumentársele si se requiere espacio para almacenamiento de nieve o de seguridad para caída de rocas. En tal caso, la cuneta puede presentar un fondo inferior para el agua y una plataforma al lado del corte a una cota algo superior, para los fines mencionados. Longitudinalmente, el fondo de la cuneta deberá ser continuo, sin puntos bajos. Las pendientes longitudinales mínimas absolutas serán 0,2%, para cunetas revestidas y 0.5% para cunetas sin revestir. (Paredes J. A., Sección Transversal, 2001)”

“Revestimiento: Si la cuneta es de material fácilmente erosionable y se proyecta con una pendiente tal que le infiere al flujo una velocidad mayor a la máxima permisible del material constituyente, se protegerá con un revestimiento resistente a la erosión. (Paredes J. A., Sección Transversal, 2001)”

“Velocidad admisible: La velocidad de las aguas debe limitarse para evitar la erosión, sin reducirla tanto que pueda dar lugar a sedimentación. La velocidad mínima aconsejada es de 0.25 m/s, las máximas admisibles se indican a continuación. (Paredes J. A., Sección Transversal, 2001)”

Cuadro 6: Velocidades máximas admisibles

Material de Cauce	Velocidad Admisible (m/s)
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60 - 1.20
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.30 – 0.60
Arcillas	1.20
Grava gruesa	1.20
Pizarra blanda	1.50
Mampostería	4.50
Concreto	4.50

Fuente (Paredes J. A., Sección Transversal, 2001)

“Puntos de desagüe: Se limitará la longitud de las cunetas desaguándolas en los cauces naturales del terreno, obras de drenaje transversal o proyectar desagües donde no existan. (Paredes J. A., Sección Transversal, 2001)”

“La distancia entre alcantarilla y su capacidad hidráulica será establecida de manera de evitar que las cunetas sobrepasen su tirante previsto de agua pluvial, y se tiene en cuenta las precipitaciones previstas del lugar y las dimensiones de la cuneta. En áreas lluviosas donde las cunetas sean revestidas, deberá colocarse como mínimo una alcantarilla de alivio cada 150 m. (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)”

“Si las cunetas no se revisten se utilizarán las máximas distancias recomendables entre alcantarillas. Se recomienda así mismo colocar una alcantarilla, en los puntos bajos del perfil de las curvas verticales cóncavas. (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)”

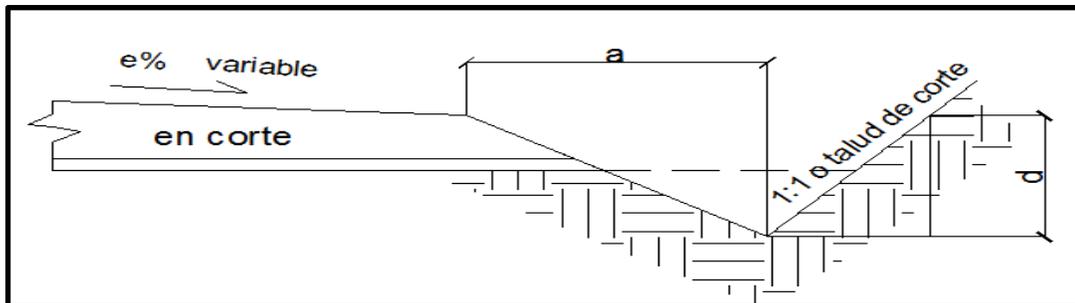
Cuadro 7: Máxima distancia recomendable entre dos alcantarillas

Pendiente del camino (%)	Distancia (m) en Suelos no erosionables o poco erosionables	Distancia (m) en Suelos erosionables
0 – 3	120	75
4 – 6	90	50
7 – 9	75	40
10 - 12	60	35

Fuente (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005).

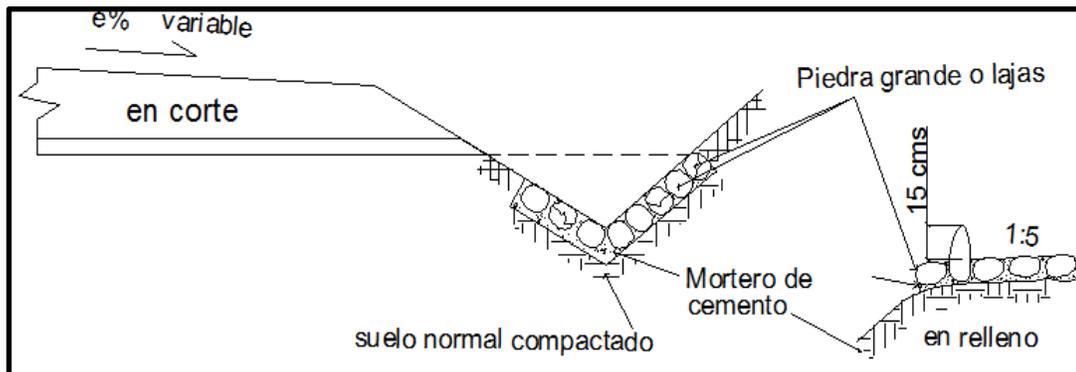
### Diseños típicos de cunetas:

Figura 4: Cuneta en terreno natural tipo triangular



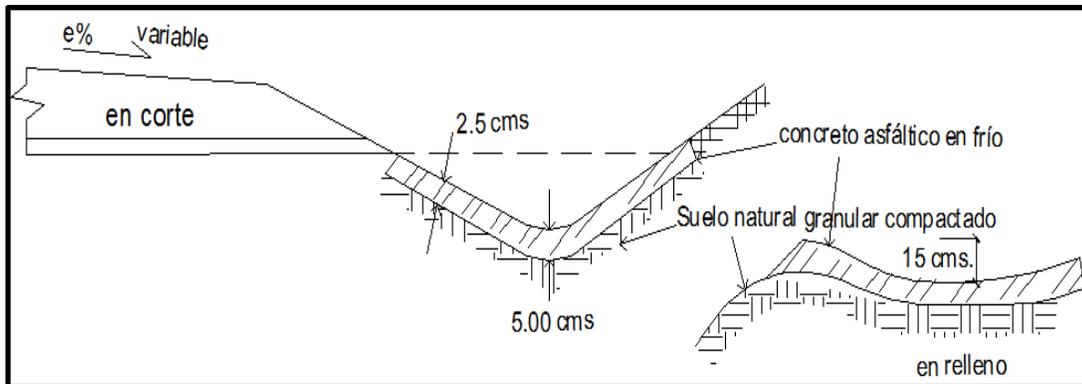
Fuente (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)

Figura 5: Cuneta con revestimiento de piedra tipo triangular



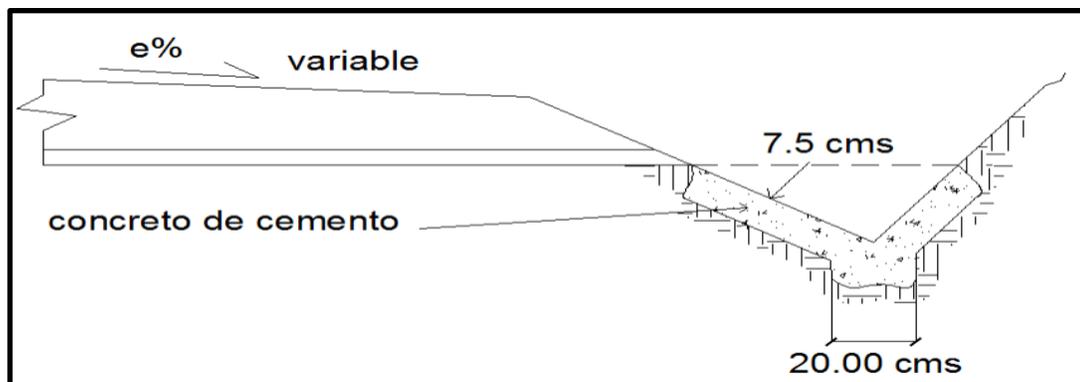
Fuente (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)

Figura 6: Cuneta con revestimiento asfáltico



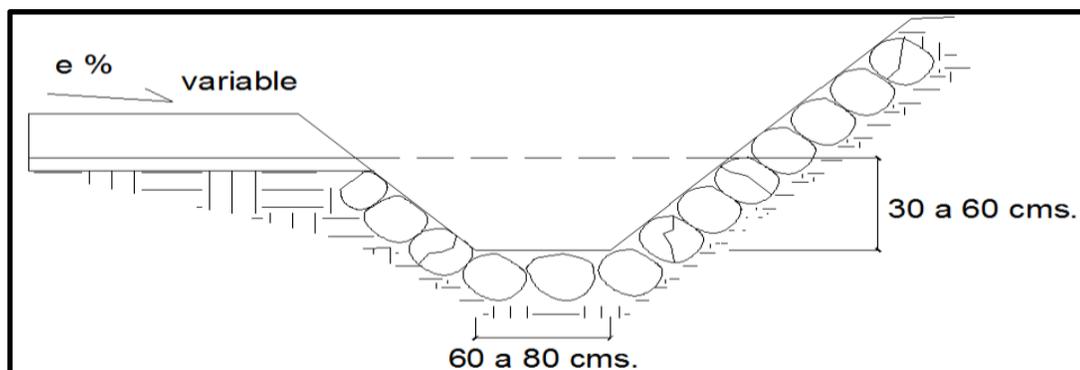
Fuente (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)

Figura 7: Cuneta con revestimiento de concreto tipo triangular



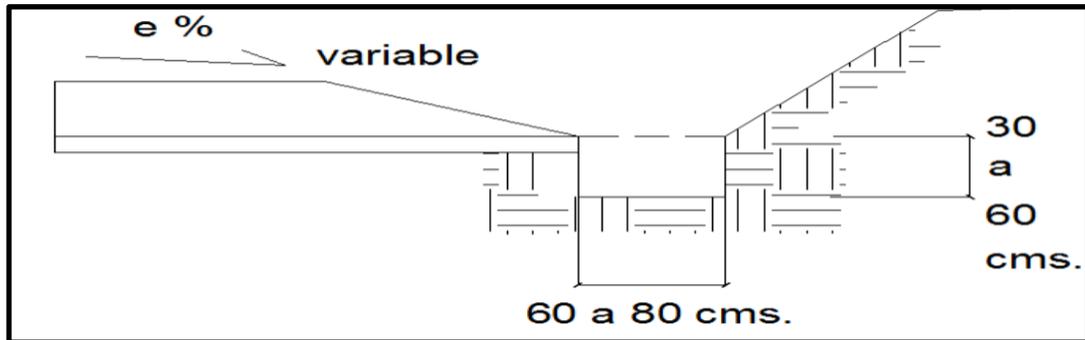
Fuente (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)

Figura 8: Cuneta con revestimiento de piedra tipo trapezoidal



Fuente (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)

Figura 9: Cuneta con revestimiento de concreto tipo rectangular



Fuente (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)

Cuadro 8: Dimensiones mínimas de las cunetas

Región	Profundidad (m)	Ancho (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.50	1.00

Fuente (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)

“Taludes: Se entiende por talud a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de tierra. No hay duda que el talud constituye una estructura compleja de analizar debido a que en su estudio coinciden los problemas de mecánica de suelos y de mecánica de rocas, sin olvidar el papel básico que la Geología aplicada desempeña en la formulación de cualquier criterio aceptable. (Matteis, 2003)”

“Son los planos inclinados de la terracería que delimitan los volúmenes de corte o relleno. El talud es la inclinación de la cara visible de los cortes o de los rellenos, se expresa numéricamente como el recíproco de la pendiente. El diseño de los taludes está influenciado por diversas consideraciones, tales como la estabilidad estructural, causas climáticas y la apariencia. (Morales, 2011)”

“Cuando un talud se produce de forma natural, sin intervención humana, se denomina a ladera natural, sin intervención humana, se denomina ladera natural o simplemente ladera. Cuando los taludes son hechos por el hombre se denominan cortes o taludes artificiales, según sea la génesis de su formación; en el corte, se realiza una excavación en una formación térrea natural (desmontes), en tanto que los taludes artificiales son los lados inclinados de los terraplenes. (Matteis, 2003)”

“En ciertos trabajos de la Ingeniería Civil es necesario utilizar el suelo en forma de talud como parte de la obra. Tal es el caso de terraplenes en caminos viales, en presas de tierra, canales, donde se requiere estudiar la estabilidad del talud. En ciertos casos la estabilidad juega un papel muy importante en la obra, al condicionar la existencia de la misma como puede verse en presas de tierra, donde un mal cálculo puede hacer fracasar la obra. (Matteis, 2003)”

“La estabilidad del talud: Se entiende por estabilidad a la seguridad, de una masa de tierra contra la falla o movimiento. Como primera medida es necesario definir criterios de estabilidad de taludes, entendiéndose por tales algo tan simple como el poder decir en un instante dado cual será la inclinación apropiada en un corte o un terraplén; casi siempre la más apropiada será la más escarpada que se sostenga el tiempo necesario sin caerse. Este es el centro del problema y la razón de estudio. (Matteis, 2003)”

“A diferentes inclinaciones del talud corresponden diferentes masas de material térreo por mover y por lo tanto diferentes costos. Podría imaginarse un caso en que por alguna razón el talud más conveniente fuese muy tendido y en tal caso no habría motivos para pensar en “problemas de estabilidad de taludes”, pero lo normal es que cualquier talud funcione satisfactoriamente desde todos los puntos de vista excepto el económico, de manera que las consideraciones de costo presiden la selección del

idóneo, que resultará ser aquel al que corresponda la mínima de tierra movida, o lo que es lo mismo el talud más empinado. (Matteis, 2003)”

“Los problemas relacionados con la estabilidad de laderas naturales difieren radicalmente de los que se presentan en taludes construidos por el ingeniero. Dentro de éstos deben verse como esencialmente distintos los problemas de cortes de laderas y los de los terraplenes. Las diferencias importantes radican, en primer lugar, en la naturaleza de los materiales involucrados y, en segundo, en todo un conjunto de circunstancias que dependen de cómo se formó el talud y de su historia geológica, de las condiciones climáticas que primaron a lo largo de tal historia y de la influencia del hombre que ejerce en la actualidad o haya ejercido en el pasado. (Matteis, 2003)”

“La estabilidad del talud depende de la naturaleza del material que se ha encontrado y del método de construcción que se utilice. Depende de su altura y tipo de material, también pueden incluirse gradas o bermas con planos casi horizontales y ancho que depende del tipo de terreno, con el fin de prevenir derrumbes del talud. (Morales, 2011)”

“Los taludes para las secciones en corte y relleno variarán de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados; la altura admisible del talud y su inclinación se determinarán en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomar en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes. (Moquillaza, Diseño Geométrico, 2005)”

“El Proyectista sobre la base de un recorrido minucioso del camino, realizará una evaluación general de la estabilidad de los taludes existentes; identificará los taludes críticos o susceptibles de inestabilidad, en este caso (se determinarán en lo posible, se consideran los parámetros obtenidos de ensayos y cálculos, al tomar en cuenta la

experiencia del comportamiento de los taludes de corte in situ y/o ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geológicas, geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes) determinará la inclinación de los taludes al definir la relación H: V de diseño. (Moquillaza, Geología, Suelos y Capas de revestimiento Granular, 2005)”

“Los taludes de corte dependerán de la naturaleza del terreno y de su estabilidad, y puede utilizarse (a modo referencial) las relaciones de corte en talud siguientes los que son apropiados para los tipos de materiales (rocas y suelos) indicados en el siguiente cuadro. (Moquillaza, Geología, Suelos y Capas de revestimiento Granular, 2005)”

Cuadro 9: Taludes de corte

Clases de terreno	Talud (v:h)		
	H<5.00	5<H<10	H>10
Roca Fija	10:1	(*)	(*)
Roca Suelta	6: 1-4:1	(*)	(*)
Conglomerados Cementados	4:1	(*)	(*)
Suelos Consolidados Compactos	4:1	(*)	(*)
Conglomerados comunes	3:1	(*)	(*)
Tierra compacta	2:1-1:1	(*)	(*)
Tierra Suelta	1:1	(*)	(*)
Arena Sueltas	1:2	(*)	(*)
Zonas blandas con abundantes arcillas o zonas humedecidas por filtraciones	1:2 Hasta 1:3	(*)	(*)

(\*) Requiere Banqueta o análisis de estabilidad. Fuente (Moquillaza, Geología, Suelos y Capas de revestimiento Granular, 2005).

“Los taludes de relleno igualmente estarán en función de los materiales empleados, y podrán utilizarse (a modo de taludes de relleno referenciales) los siguientes taludes que son apropiados para los tipos de material incluidos en el siguiente cuadro:

Cuadro 10: Taludes de relleno

Materiales	Talud (v:h)		
	H<5.00	5<H<10	H>10
Enrocado	1:1	(*)	(*)
Roca Suelta	1:1.5	(*)	(*)
Conglomerados Cementados	1:2	(*)	(*)

(\*) Requiere Banqueta o análisis de estabilidad. Fuente: (Moquillaza, Geología, Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005).

Para controlar los sectores con taludes inestables para el caso de este tipo de vías se diseñarán soluciones de bajo costo, para lo cual el proyectista evaluará y definirá soluciones mediante: (Moquillaza, Geología, Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

“Métodos físicos: como zanjas de coronación (establecer el tipo y características, si es revestido o no tipo de revestimiento), sub-drenaje (el tipo de estructura, si presenta geotextil se estaría en un caso que contraviene los principios del tipo de carretera materia de evaluación), muros (especificar el tipo de muros), gaviones (en qué casos específicos debido a su elevado costo respectivo a otro tipo de estructuras), entre otros. (Moquillaza, Geología, Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

“Métodos de revegetación: se emplea la vegetación “natural” económica y estética, que generen la cobertura al terreno e incrementen la resistencia por la profundidad de

las raíces. Es ideal que, para la estabilización de taludes, se seleccione la vegetación, por sus propiedades de crecimiento, resistencia, cobertura densa del terreno y raíces profundas. (Moquillaza, Geología, Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

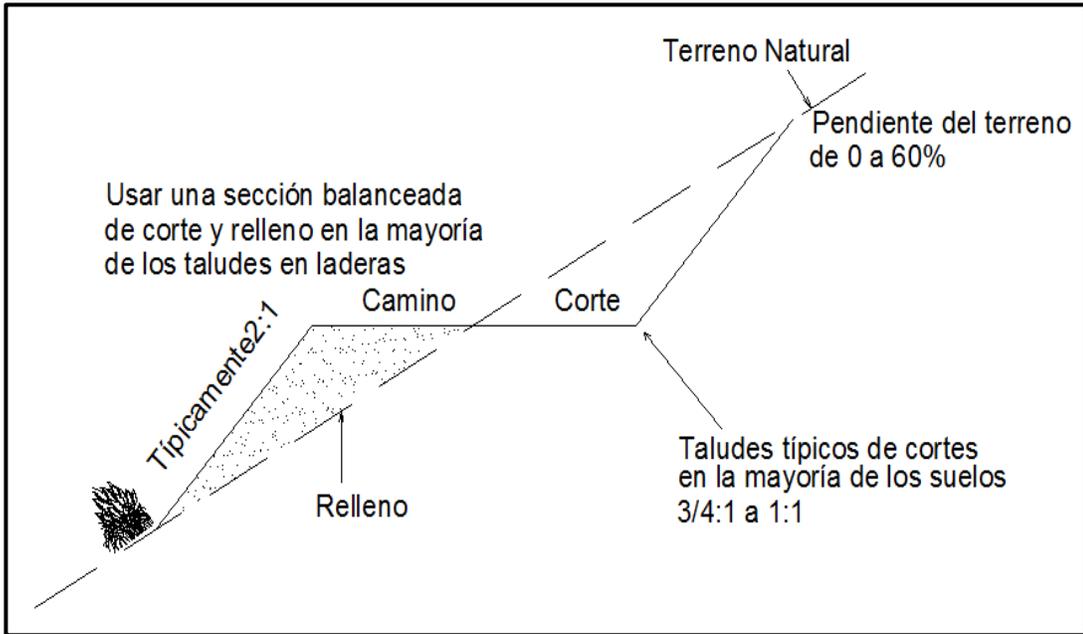
“Preferentemente, se deben usar las especies locales nativas que tengan las propiedades (debidamente demostradas con ejemplos palmarios en la zona o área de influencia) antes mencionadas. (Moquillaza, Geología, Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

“En caso necesario, (para sectores críticos o muy críticos, previa ejecución de un estudio geotécnico de extensión y alcance local) para lograr taludes estables, se propondrán medidas físicas y biotécnicas de estabilización de taludes (producto del estudio geotécnico) tales como estructuras de contención, contrafuertes, drenaje y sub-drenaje, capas de vegetación, mantas con semillas (biomantas) y vegetación. (Moquillaza, Geología, Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

“Las estructuras de contención pueden estar formadas por enrocado suelto (muros secos), gaviones o muros de tierra estabilizada mecánicamente (sistema de tierra reforzada o tierra armada, este tipo de medidas no contravendría con lo establecido como bajo costo). (Moquillaza, Geología, Suelos y Capas de Revestimiento Granular, 2005)”

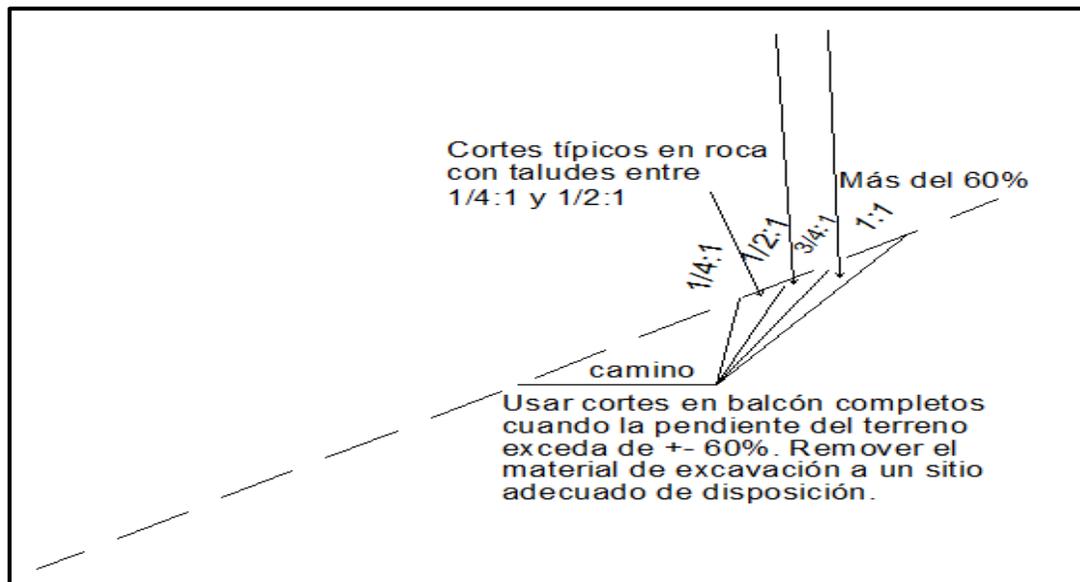
## Opciones de diseño para taludes de corte

Figura 10: Corte y rellenos balanceados



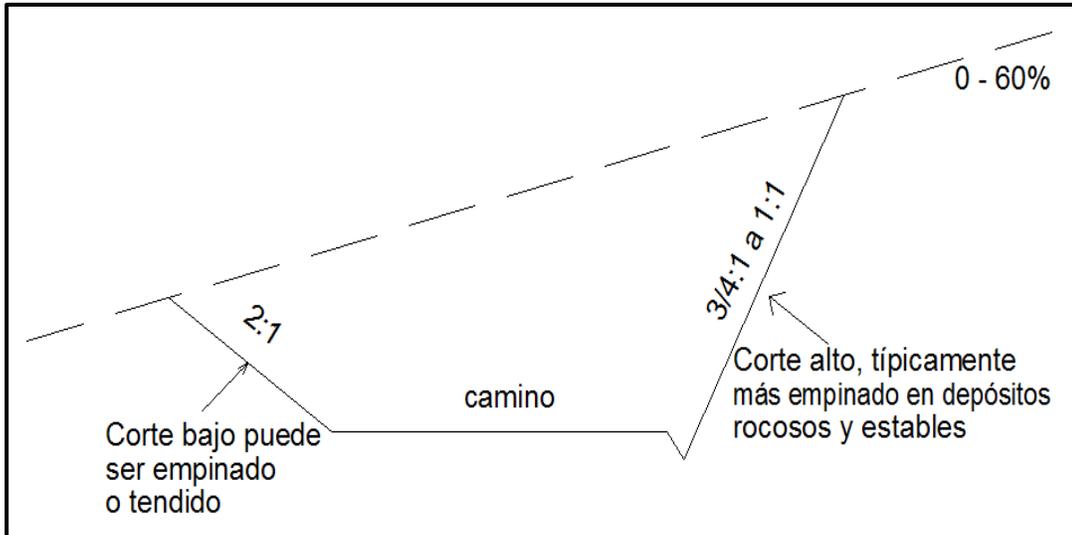
Fuente: (Sherar G. K., Estabilización de taludes y estabilización de cortes y rellenos, 2005).

Figura 11: Corte en balcón completo



Fuente: (Sherar G. K., Estabilización de taludes y estabilización de cortes y rellenos, 2005)

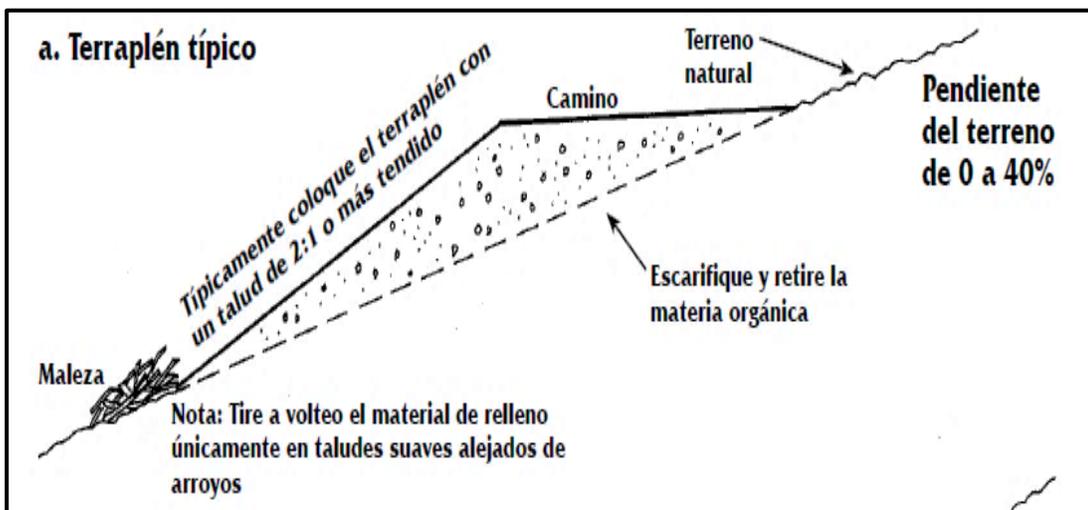
Figura 12: Corte completo



Fuente: (Sherar G. K., Estabilización de taludes y estabilización de cortes y rellenos, 2005)

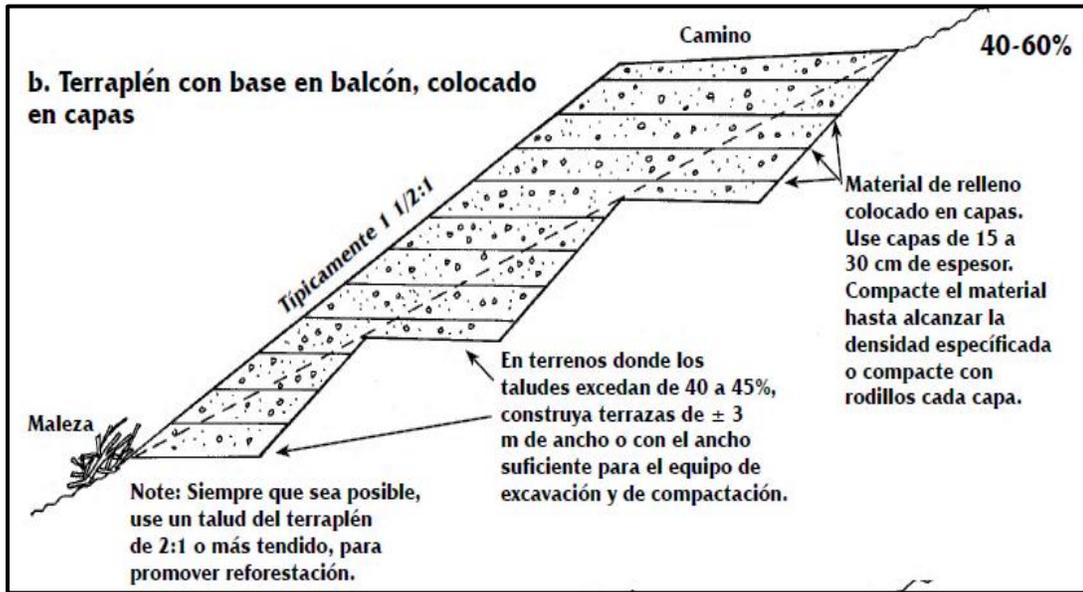
### Opciones de diseño para taludes de terraplén

Figura 13: Terraplén típico



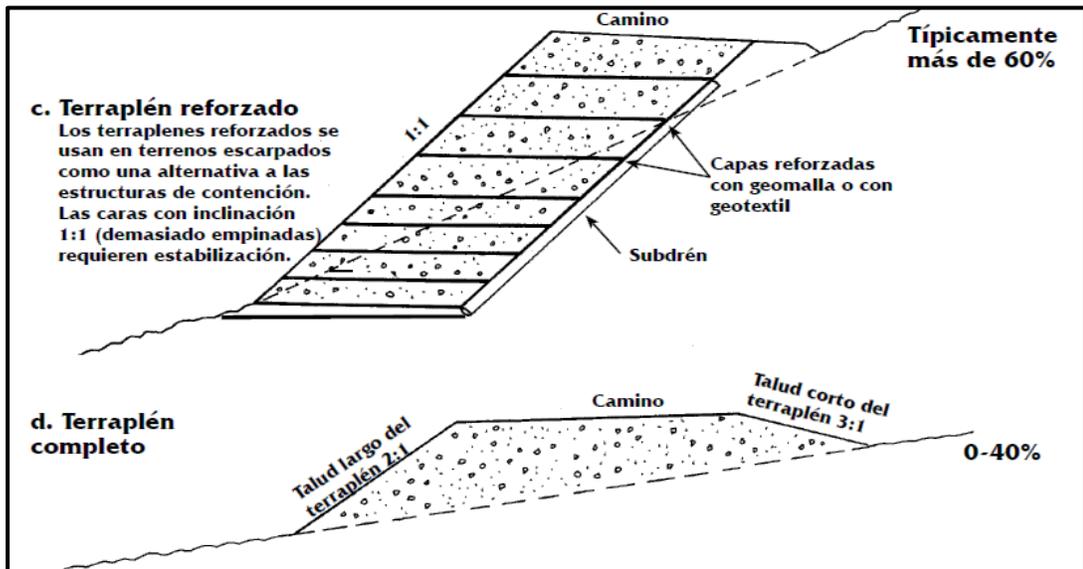
Fuente: (Sherar, Estabilización de taludes y estabilización de cortes y rellenos, 2005)

Figura 14: Terraplén con base en balcón, colocado en capas.



Fuente: (Sherar, Estabilización de taludes y estabilización de cortes y rellenos, 2005)

Figura 15: Terraplén con base en balcón, colocado en capas.



Fuente: (Sherar, Estabilización de taludes y estabilización de cortes y rellenos, 2005).

“Bermas: En ingeniería civil, una berma es una plataforma estrecha o área plana que rompe la continuidad de una pendiente. (Online, 2020)”

“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 debe incluir señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min. 0.50 m. En los tramos en tangentes las bermas tendrán una pendiente de 4% hacia el exterior de la plataforma. (Moquillaza, Sección Transversal, 2005)”

“La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario la inclinación de la berma será igual al 4%. La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta. (Moquillaza, Sección Transversal, 2005)”

“La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7% la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7% la berma superior quedará indeseablemente inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%. (Moquillaza, Sección Transversal, 2005)”

“Cabezales: Son las estructuras de concreto ciclópeo, mampostería de piedra, mampostería de ladrillo, colocadas en los extremos de las alcantarillas, en la entrada y en la salida, para encauzar el agua y protección del camino. Para el buen funcionamiento de los cabezales y garantizar su vida útil se deben seguir las siguientes consideraciones técnicas: (Orellana, Seguridad vial por medio del mantenimiento de caminos rurales, 2014)”

“Las dimensiones de los cabezales deben ser tales que impidan el deslizamiento de los taludes inmediatos hacia el canal de la corriente. La excavación requerida debe quedar prevista, durante la colocación de las alcantarillas. La altura de los cabezales y demás dimensiones dependen además de la profundidad a la cual se encuentra el terreno firme, o de la necesidad de dar consistencia al talud inmediato, en la salida de la alcantarilla. (Orellana, Seguridad vial por medio del mantenimiento de caminos rurales, 2014)”

“La construcción se debe realizar inmediatamente después de la colocación de las alcantarillas; con el fin de evitar el desacomodo de los tubos. (Orellana, Seguridad vial por medio del mantenimiento de caminos rurales, 2014)”

### **“Hidrología para el diseño de cruces de drenaje**

Drenaje pluvial: Las dimensiones de las estructuras de drenaje deberán estar basadas en un cierto caudal razonable de diseño, así como en las características del sitio y en consideraciones ambientales tales como zonas pesqueras. La determinación del caudal correcto de diseño o de un valor razonable es de importancia fundamental, para que la estructura pueda funcionar correctamente y para prevenir fallas en las estructuras. Un caudal razonable de diseño se basa comúnmente en una tormenta que tiene una frecuencia de recurrencia (periodo de retorno) de 20 a 100 años, depende del tipo y valor de la estructura y de los reglamentos locales. (Sherar, Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

“Cualquier alcantarilla tiene una capacidad de flujo limitada que no debería excederse. Los puentes también tienen una capacidad específica para la sección transversal de diseño, pero es generalmente grande. El diseño de vados o cruces en estiaje se basa en estimaciones tanto de los caudales mínimos como de los máximos para ese drenaje

en particular, pero son menos sensibles a las estimaciones del flujo. (Sherar, Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

“La mayoría de los métodos de determinación del caudal implica la definición o estimación del área de drenaje. Este trabajo usualmente se realiza mediante la delineación del área de la cuenca de captación sobre un mapa topográfico idealmente, deberían usarse mapas topográficos a una escala de 1:10, 000 o 1:20, 000 para el diseño del proyecto de drenaje. Sin embargo, es frecuente que en muchos países la escala del mapa más detallado disponible sea de 1: 50,000 por lo que este tipo de mapa debería emplearse. (Sherar, Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

“Cuando menos debería usarse el llamado Método Racional, basado en la precipitación pluvial, para determinar la descarga de pequeñas cuencas de captación, con un área de drenaje de no más de aproximadamente 120 hectáreas. (Sherar, Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

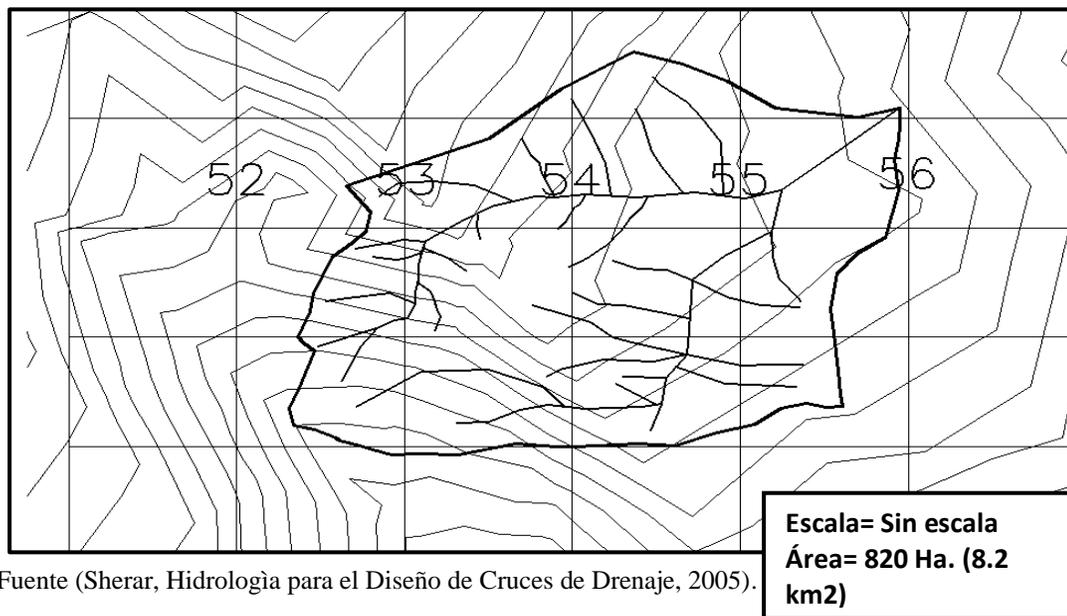
“El método todo Talbot recurre directamente al Método Racional y puede resultar útil para hacer una estimación preliminar del diámetro de tubería necesario, en función del área de drenaje. Sin embargo, el Método Talbot no toma en consideración la intensidad variable de la lluvia ni el periodo de retorno, por lo que carece de precisión. En situaciones ideales se podrá contar con métodos estadísticos basados en análisis de regresión de datos regionales de flujo en arroyos o con datos reales de caudales en arroyos locales, y se podrá usar esta información. .(Sherar, Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

“En cuencas de captación extensas se puede contar con datos específicos de estaciones de aforo, los cuales se podrían analizar estadísticamente y usarse en el diseño hidráulico para determinar los caudales correspondientes a distintos periodos de retorno. Las marcas de niveles altos del agua y las mediciones de la geometría del

cauce se pueden usar junto con la Fórmula de Manning, para determinar la velocidad de flujo y por lo tanto el volumen de flujo (descarga, o capacidad) a través del cauce para un cierto nivel máximo del agua. (Sherar, Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

“Se debería usar cuando menos un método analítico e idealmente un par de métodos para comparar los resultados entre sí y ganar confianza en sus valores del caudal de diseño.(Sherar, Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

Figura 16: Ilustración cuencas de captación sobre un mapa topográfico



Fuente (Sherar, Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005).

“Método racional: Se usa con mucha frecuencia para la determinación de caudales en cuencas de captación pequeñas y se puede aplicar en la mayoría de las zonas geográficas. Resulta particularmente útil cuando no se tienen datos de flujo de arroyos locales y se puede usar para hacer una estimación aproximada del caudal para grandes cuencas de captación, a falta de otras opciones. (Sherar, Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

“Fórmula para determinar el volumen de flujo

$$Q = \frac{CiA}{362}$$

Donde:

Q = Caudal (Flujo), en metros cúbicos por segundo

(M<sup>3</sup>/s).

C = Coeficiente de Escorrentía. Este coeficiente Se selecciona de tal manera que refleje las características de la cuenca de captación, tales como topografía, tipo de suelo, vegetación y uso de suelo. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

“i = Intensidad promedio de lluvia para la frecuencia seleccionada y para una duración igual al tiempo de Concentración (mm/hr).

A = Área de la cuenca de captación, en hectáreas. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

“Coeficiente de escorrentía (C): En los valores de coeficiente de escorrentía se reflejan las diferentes características de la cuenca de captación que afectan el escurrimiento. Puede observarse que el valor de C es posible que cambie en el curso de la vida útil de la estructura, como puede ser debido a cambios en el uso del suelo de un bosque para convertirse en terrenos agrícolas, o como resultado de un incendio en la cuenca de captación. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

Cuadro 11: Métodos de análisis para diferentes tamaños de cuencas de captación

Área de la cuenca	Análisis típico
Pequeña (hasta 120 ha o 300 acres)	Método racional, Método de tabolt, experiencia local

Mediana (hasta 4,000 ha o 10,000 acres)	Análisis de regresión, Marcas de niveles altos de agua-fórmula de manning, experiencia local
Grande (más de 4,000 ha)	Datos de aforos en la estación hidrométrica, Marcas de nivel altos de agua, Análisis estadístico.

Fuente: (Sherar G. K., Gordo Keller & James Sherar, 2005).

Cuadro 12: Método Racional Valores de escorrentía

Uso o tipo de suelo	Valor de "C"
<b>Agricultura</b>	
Suelo desnudo	0,20-0,60
Campos cultivados (suelo arenoso)	0,20-0,40
Campos cultivados (suelo arcilloso)	0,30-0,50
<b>Pasto</b>	
Praderas de césped	0,10-0,40
Áreas escarpadas con pastos	0,50-0,70
<b>Regiones Arboladas / Bosques</b>	
Zonas arboladas con terreno a nivel	0,05-0,25
Zonas boscosas con laderas empinadas	0,15-0,40
Zonas desnudas, abruptas y rocosas	0,50-0,90
<b>Caminos</b>	
Pavimento asfáltico	0,80-0,90
Pavimento de cantos rodados o concreto	0,60-0,85
Superficie de grava	0,40-0,80
Superficie con suelo nativo	0,30-0,80
<b>Zonas Urbanas</b>	
Residenciales, planas	0,40-0,55
Residenciales, moderadamente empinadas	0,50-0,65
Comerciales o céntricas	0,70-0,95

Fuente: (Sherar G. K., Gordo Keller & James Sherar, 2005)

“Área (A): Es simplemente la superficie de la cuenca de captación que contribuye con escurrimientos hacia el cruce de drenaje. Sus límites abarcan desde uno de las líneas divisorias (parte aguas) de drenaje hasta el opuesto y hacia abajo hasta llegar al cruce.

En la superficie de un camino, el “área de drenaje” es el talud del corte y el área de la superficie de la calzada entre drenes transversales o las cunetas de salida. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

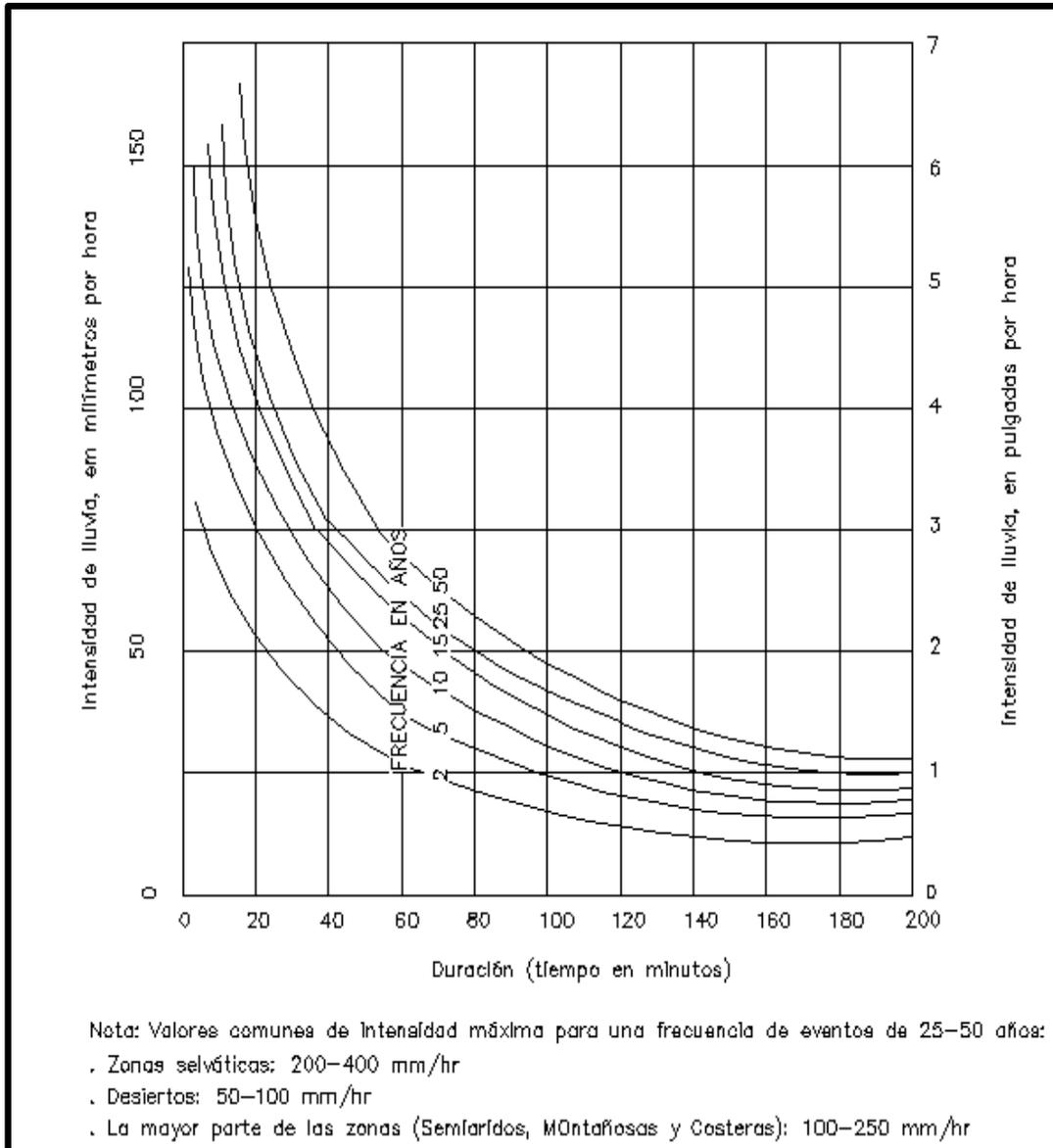
“Intensidad de lluvia (i): Es el tercer factor, y el que resulta más difícil de obtener. Se expresa como la intensidad promedio de lluvia en milímetros por hora (mm/h) para una cierta frecuencia de recurrencia y para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca de captación. Al inicio de una tormenta, el escurrimiento desde partes distantes de la cuenca de captación no ha llegado al punto de descarga. Una vez que el escurrimiento alcanza el punto de descarga, más allá del tiempo de concentración, tendrá lugar un régimen de flujo estable. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

“Este periodo inicial constituye el “Tiempo de Concentración”. Para el caso de cuencas de captación muy pequeñas, se recomienda un tiempo mínimo de concentración de 5 minutos para encontrar la intensidad que se usará en la determinación de los caudales de diseño. El tiempo de concentración se puede estimar y dividir la distancia de la ruta de escurrimiento por la velocidad promedio de escurrimiento (usualmente 0.1 [plano, arbolado] a 1.0 m/s [inclinado, árido]). (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

“Los valores típicos máximos de intensidad para un evento de 25 a 50 años en regiones desérticas son de entre 75 y 100 mm/h, aproximadamente; algunas regiones costeras y selváticas, o tropicales presentan intensidades máximas de entre 200 y 400 mm/h, o mayores; y la mayoría de las regiones, incluyen las zonas semiáridas, los bosques de montaña, y las áreas costeras, poseen típicamente valores de entre 100 y 250 mm/h. Debido a la amplia gama de valores, y a la magnitud de la variación local que puede ocurrir alrededor de islas y de montañas, los datos locales son muy deseables para el

trabajo de diseño del proyecto. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

Figura 17: Curvas típicas de frecuencia de intensidad-Duración de la precipitación pluvial (Adaptado de FHWA Hydraulic Design Series No. 4, 1997)



Fuente (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005).

“En la figura anterior se muestra una familia típica de curvas de intensidad-duración para una frecuencia de recurrencia de 2 a 50 años. Tales curvas, desarrolladas a partir de datos locales de precipitación pluvial, deberían localizarse o generarse cuando se trabaja en una zona en particular. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2005)”

### **“Diseño hidráulico y de caminos**

El diseño hidráulico comprende varios conceptos básicos que se deben tomar en cuenta para construir proyectos exitosos con un mínimo riesgo de falla. La aplicación de la Fórmula de Manning para determinar la capacidad y velocidad del flujo, la colocación de Enrocamiento (o Zampeado) para la protección de las márgenes de un arroyo y contra la socavación, y de Zonas de Filtros para evitar tubificación y socavación, combinado con el empleo de grava o de Geotextiles, son todas y cada una de ellas importantes consideraciones de diseño en el caso de estructuras hidráulicas y de caminos. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2006)”

“Para el diseño básico de drenaje para caminos, con frecuencia se recurre a la Fórmula de Manning para la determinación de las velocidades de flujo en cauces naturales, para determinar el volumen de ese escurrimiento y para la determinación de la capacidad de flujo de canales y cunetas. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2006)”

“Fórmula de Manning: El caudal que fluye por un canal ( $Q$ ) es igual al producto de la velocidad promedio del flujo por el cauce ( $V$ ) por el área ( $A$ ) de la sección transversal del canal. Para determinar la descarga ( $Q$ ) en drenajes naturales, canales y tubos y trabajar sin presión, se aplica la siguiente ecuación: (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2006)”

“Caudal = (velocidad) (área) o  $Q = VA$

Donde:

$Q$  = caudal, en metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ )

$V$  = velocidad promedio del flujo, en metros por segundo ( $m/s$ )

$A$  = área de la sección transversal, en metros cuadrados ( $m^2$ ). (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2006)”

“La fórmula de Manning se puede usar para calcular la velocidad promedio del flujo ( $V$ ) en cualquier canal o arroyo natural con flujo uniforme, La fórmula de Manning se puede resolver fácilmente para un canal dado, cuando se usa el caudal conocido o supuesto. Sin embargo, para determinar el caudal que producirá una cierta descarga dentro de un canal, hace falta una solución por aproximaciones sucesivas. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2006)”

“Fórmula para calcular la velocidad promedio del flujo

$$V = \frac{1.49 (R^{2/3}) (S^{1/2})}{n}$$

Donde:

$V$  = velocidad promedio del flujo (metros/segundo)

$n$  = coeficiente de rugosidad (usualmente entre 0,04 - 0,07 para canales naturales);

$S$  = pendiente del canal (metros/metro)

$R$  = radio hidráulico (metros) =  $A/P$  donde  $A$  y  $P$  son:

$A$  = área de la sección transversal del canal

$P$  = perímetro mojado. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2006)”

“Coeficiente de rugosidad ( $n$ ): Varía considerablemente y depende de las características de un canal o con la tersura de un canal, tubo, etc. Los canales abiertos lisos con fondo de gravas tienen valores comprendidos entre 0,035 y 0,055. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2006)”

“Los canales lisos de tierra o de roca tienen valores de 0,020 a 0,035. Los valores de rugosidad generalmente se incrementan a medida que aumenta la vegetación y los escombros dentro del canal, conforme aumenta lo sinuoso de su trayectoria, y en la medida que aumenta el tamaño promedio de los materiales del canal. El valor disminuye ligeramente conforme aumenta el caudal de agua. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2006)”

“Pendiente ( $S$ ): Del cauce o del canal de drenaje se determina para el tramo local del canal que se va a analizar, al dividir la elevación, o altura en ese tramo entre la longitud de dicho tramo. Ésta pendiente se mide generalmente dentro del cauce propiamente dicho, aguas arriba y aguas abajo del sitio, e idealmente también se verifica en un plano topográfico. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2006)”

“Radio Hidráulico ( $R$ ): Se determina a partir del área de la sección transversal ( $A$ ) dividida entre el perímetro mojado ( $P$ ). El perímetro mojado ( $P$ ) es simplemente la distancia a lo largo del fondo del canal y/o de los lados que permanece bajo el agua, o dentro del área ( $A$ ) del flujo. El área debe obtenerse de una o varias secciones representativas del canal de flujo. (Sherar G. K., Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje, 2006)”

### **“Drenaje para caminos rurales**

La ubicación del camino y el drenaje de caminos, así como las zonas de construcción y otras áreas de actividad, constituyen los factores más importantes que pueden afectar la calidad del agua, la erosión y los costos de los caminos. Como parte del drenaje se incluye el control del agua superficial y el desalojo adecuado del agua bajo los caminos en los cauces naturales. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Entre los aspectos relacionados con el drenaje que deben tomarse en cuenta para el diseño y construcción de caminos se incluyen los siguientes: drenaje superficial de la calzada; control del agua en cunetas y a las entradas y salidas de tuberías; cruces de cauces naturales y de arroyos; cruces en humedales; sub-drenaje; y selección y diseño de alcantarillas, cruces en estiaje, y puentes. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Tres de los más importantes aspectos del diseño de caminos son los siguientes: ¡drenaje, drenaje y drenaje! El diseño adecuado del drenaje de caminos requiere una cuidadosa atención al detalle. Las condiciones y los patrones de drenaje se deberán estudiar en el sitio. El funcionamiento del drenaje se debería observar durante los periodos de lluvia para observar la forma en que se desplaza realmente el agua, en dónde se concentra, qué daños puede causar, y qué medidas se necesitan para evitar daños y para mantener a los sistemas de drenaje que funcionen adecuadamente. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Control del drenaje superficial de caminos: La superficie del camino necesita configurarse de tal forma que el agua se disperse y se desplace fuera del camino lo más rápido y frecuente que sea posible. El agua estancada en los baches, roderas y ondulaciones debilitará la capa de sub-rasante y acelerará los daños. El agua concentrada en las roderas o estancada en la superficie de rodadura a lo largo de

tramos largos puede llegar a acelerar la erosión. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Las pendientes fuertes del camino hacen que el agua superficial y el de las cunetas se desplacen rápidamente y que se dificulte controlar el drenaje superficial. Esta condición acelera la erosión a menos que las superficies se protejan o que el agua se disperse o se elimine frecuentemente. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“El agua superficial de la calzada debe controlarse mediante medidas de drenaje positivas y usar secciones con peralte hacia afuera, peralte hacia adentro, o en corona del camino. Los caminos con peralte hacia afuera permiten dispersar mejor el agua, minimiza el ancho del camino, aunque tal vez necesiten superficie de rodadura y estabilización del relleno en talud. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Con un camino con pendiente transversal hacia fuera se minimiza la concentración de agua, se minimiza el ancho necesario del camino, se evita la necesidad de una cuneta interior, y se minimizan los costos. Los caminos con peralte hacia fuera que tengan materiales de cobertura con abundante arcilla y por tanto resbaladizos, con frecuencia necesitan que la superficie se estabilice con roca o que se limite su uso durante la temporada de lluvias para garantizar la seguridad del tránsito. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“En caminos con pendiente de más de 10 a 12% así como en zonas de laderas con fuerte inclinación, los caminos resultan difíciles de drenar y pueden “sentirse inseguros”. Con los caminos dotados de peralte hacia adentro se puede controlar mejor el escurrimiento superficial del camino, pero el agua se concentra y por lo tanto se requiere un sistema de cunetas, drenes transversales y un ancho adicional del camino para alojar la cuneta. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Los vados ondulantes superficiales de base ancha o alcantarillas de tubo, deben estar colocados a intervalos frecuentes a fin de eliminar toda el agua superficial esperada sobre el camino antes de que se presente la erosión. Estas distancias máximas recomendadas deberían usarse como guía para la ubicación de los drenes transversales y de las estructuras de cunetas de alivio. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Se deberán determinar las ubicaciones específicas en el campo y tomar como base los patrones reales de flujo del agua, la intensidad de la lluvia, las características de erosión de la superficie del camino, y las zonas disponibles para descarga resistentes a la erosión. Las secciones en corona resultan adecuadas para caminos de dos carriles de más exigentes especificaciones con pendientes suaves. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“También requieren de un sistema de cunetas interiores y de drenes transversales. Resulta difícil crear y mantener una corona sobre un camino angosto, por lo que generalmente el drenaje con pendiente transversal hacia adentro o hacia afuera resulta más efectivo (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

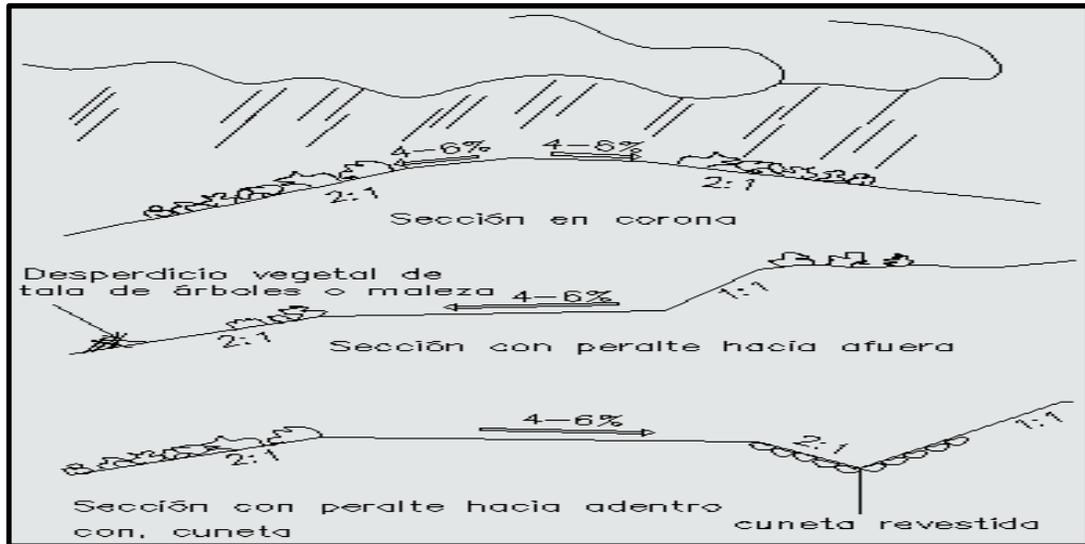
“Los drenes transversales de alcantarilla se usan para desplazar el agua de las cunetas a través del camino. Constituyen el tipo más común de drenaje superficial de caminos y resultan los más adecuados para el caso de caminos de altas velocidades en los que se desea un perfil suave de la superficie del camino. Sin embargo, los tubos son costosos y las tuberías de relativo poco diámetro de las alcantarillas necesitan limpieza y son susceptibles al taponamiento. Efectivo (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Los vados ondulantes superficiales (o vados de base ancha) están diseñados para dejar pasar tránsito lento al mismo tiempo que dispersan el agua superficial. Los vados superficiales generalmente cuestan menos, implican menos mantenimiento y son menos propensos a taparse y a fallar que los tubos de alcantarilla. Los vados superficiales son ideales para caminos rurales y para velocidades de bajas a moderadas (20-50 kph). (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“La separación es función de la pendiente del camino y del tipo de suelo. Entre otros tipos de estructuras transversales a la superficie del camino que se usan ocasionalmente se incluyen canalones abiertos de madera o metal, y deflectores de hule para agua. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

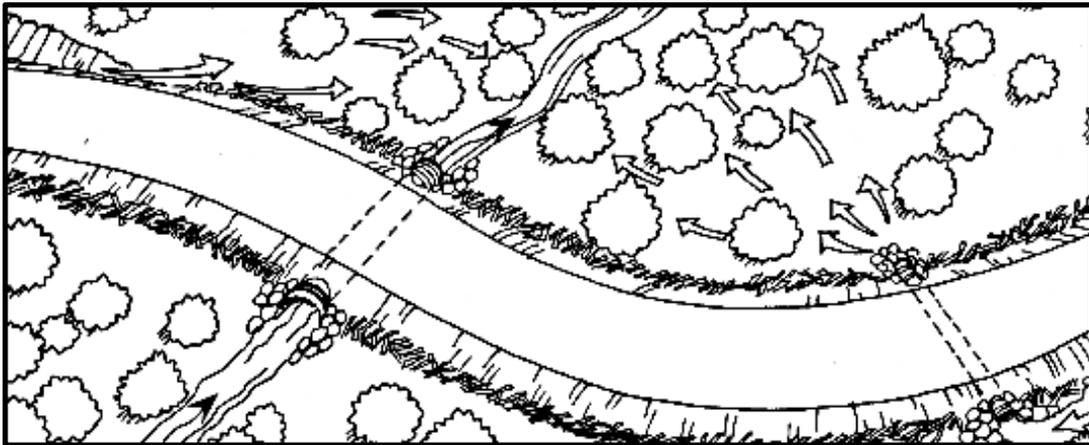
“Las pendientes fuertes de caminos no son recomendables y resultan problemáticas, pero ocasionalmente son necesarias. En pendientes de hasta 10% se facilita el uso de drenes transversales con alcantarillas o vados superficiales ondulantes. Si está entre 10 y 15%, funcionan los drenes transversales de alcantarillas frecuentemente espaciadas en combinación con cunetas revestidas, con inclinaciones de más de 15%, resulta difícil hacer más lento el flujo de agua o eliminarla rápidamente de la superficie del camino. En este caso resulta mejor usar alcantarillas de drenaje transversal muy cercano entre sí junto con cunetas. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

Figura 18: Opciones típicas para drenaje de la superficie del camino



Fuente: (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005).

Figura 19: Drenaje superficial básico del camino, con cunetas de descarga y drenes transversales de alcantarilla que descargan en la vegetación o en otro tipo de amortiguamiento o los lados del camino. (Adaptado de Montana State Univ. 1991).



Fuente: (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005).

“Control de entradas y salidas de drenes y cunetas transversales: El agua debe controlarse, encauzarse o disiparse su energía a la entrada y a la salida de alcantarillas,

vados superficiales u otro tipo de estructuras transversales de drenaje. Con esto se garantiza que el agua y los escombros entren al dren transversal eficientemente sin obstruirlo, y que salgan del dren transversal sin dañar a la estructura y sin causar erosión a la salida. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Las estructuras de entrada de alcantarillas generalmente se colocan en la línea interior de cunetas en donde se ubica un dren transversal en forma de alcantarilla. Comúnmente se construyen a base de concreto, mampostería o de un tubo metálico de sección circular; típicamente se usan donde la cuneta esté en erosión, de tal forma que la estructura controla la elevación de la cuneta. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

Figura 20: Estructuras de entrada (o boca de caída) hechas de mampostería, concreto o metal para controlar el agua en la cuneta y encauzarla hacia el tubo de drenaje transversal y evitar la socavación de la cuneta.



Fuente: (Sherar G. K., Drenaje para caminos Rurales, 2008)

“Las estructuras de entrada resultan también de utilidad para cambiar la dirección del agua que fluye hacia la cuneta, sobre todo en pendientes empinadas, y ayudan a

estabilizar la margen excavada por detrás de la entrada del tubo. La salida de los tubos y de los drenes se localiza idealmente en una zona estable de suelo no erosionable, o en un área con mucha vegetación o rocosa. La velocidad acelerada del agua que se elimina de una calzada puede originar una erosión severa o formar barranquillas si se descarga directamente sobre los suelos erosionables. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Se puede estabilizar el tubo, el dren o la boca de salida del dren, y se puede disipar la energía del agua al descargarla sobre 1 a 2 metros cúbicos de un enrocamiento de protección bien graduado; entre otras medidas de disipación de energía se incluye el uso de tanques amortiguadores, vertedores de protección reforzados, o el empleo de vegetación densa o de lecho de roca sólida. (Foto 7.5). (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Las cunetas en caminos con pendientes fuertes en suelos erosionables y con velocidades de flujo de más de un metro por segundo podrían requerir acorazarse o colocar un dique pequeño de cuneta, o también construir estructuras de contención dentro de la cuneta para reducir la velocidad del agua, como se ilustra en la Figura 7.8. Las cunetas generalmente se protegen con pasto, con esteras para control de la erosión, roca o pavimento de mampostería o de concreto. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Los pastos pueden resistir velocidades de flujo de entre 1 y 2 metros por segundo. Un revestimiento durable como puede ser enrocamiento de protección bien graduado se recomienda en pendientes de más de 5% en suelos erosionables o para velocidades de más de unos cuantos metros por segundo. Los diques de cuneta evitarán la erosión de la cuneta y pueden servir para detener los sedimentos, aunque se necesita limpiarlos periódicamente, por lo que el mantenimiento es imprescindible. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Entre los materiales más comunes para la construcción de diques en cunetas está la roca suelta, mampostería, concreto, bambú, postes de madera, etc. Todas las estructuras de los diques deben anclarse a las paredes de la cuneta y se necesita una ranura sobre cada estructura para mantener el flujo en la parte media de la cuneta. (Gordon Keller & James Sherar, 2005)”

“Cruces de arroyos naturales: Los cruces de caminos sobre cauces de drenaje naturales o arroyos requieren de conocimientos hidrológicos e hidráulicos para su diseño, a fin de poder determinar el tamaño adecuado y el tipo de estructura. La selección de la estructura incluye por lo general tubos de alcantarilla, alcantarillas en arco o de cajón, vados para caudales en estiaje, o puentes. Debido a que los cruces de drenaje se ubican en zonas de agua en movimiento, su construcción puede resultar costosa y pueden tener impactos negativos importantes sobre la calidad del agua. (Gordon Keller & James Sherar, 2005)”

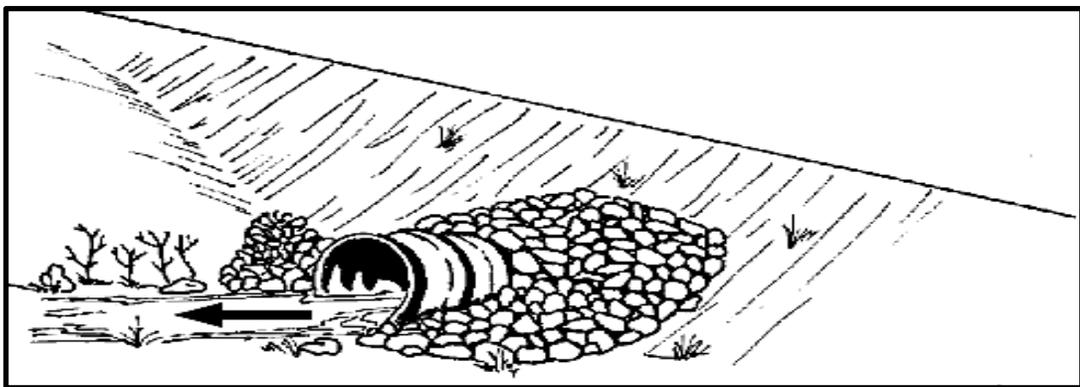
“Entre los impactos de un diseño inadecuado o de la instalación de estructuras se pueden mencionar la degradación de la calidad del agua, la erosión de las márgenes, la socavación del cauce, retrasos en el tránsito, y reparaciones costosas en caso de falla de una estructura. Por otro lado, las estructuras pueden afectar en gran medida a los peces en todas las etapas de su vida, así como a otras especies acuáticas. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Los cruces de arroyos deben ser tan cortos como resulte posible y colocarse perpendiculares al cauce (Foto 7.8). Se deberá acorazar tanto el camino como las cunetas, las cunetas deberán desviar el agua superficial antes de que llegue al cauce del arroyo, y la construcción deberá minimizar la zona de afectación, como se observa en la Figura 7.10. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

“Los cruces grandes de drenaje deberán someterse a un análisis adecuado al sitio en particular con parámetros de diseño locales, idealmente realizado por un ingeniero con experiencia en hidráulica y por otros especialistas. En drenajes con valores inciertos del caudal, con grandes cantidades de escombros en el cauce, o en sitios donde existan tuberías con diámetros limitados e inadecuados, existe un gran riesgo de que se obturen los tubos de alcantarilla y de que el sitio sea erosionado o llegue a fallar. En tales áreas, o en cuencas de captación particularmente sensibles, es muy aconsejable la protección contra desbordamiento. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

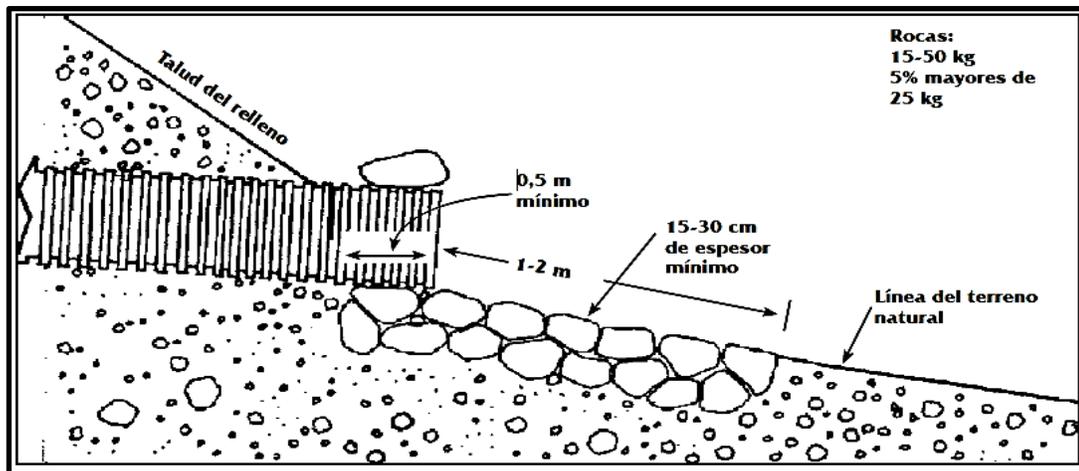
“Un punto bajo en el relleno y un “vertedor” revestido para desborde, servirán para proteger el relleno y para mantener el flujo dentro del mismo drenaje, con lo que se reduce el potencial de desvío y generalmente se evita una falla. Un tubo tapado que desvía el agua del arroyo hacia un camino puede ocasionar una gran cantidad de daños fuera del sitio, dar lugar a la formación de barrancas, o causar deslizamientos, como se aprecia en las Figuras 7.11 c y d. Las estructuras de desbordamiento no se deberían usar en sustitución de un buen diseño hidráulico, sino que más bien deben ofrecer una función de “seguro barato” contra fallas en los cruces de alcantarillas. (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)”

Figura 21: Protección a la entrada y salida de las alcantarillas



Fuente: (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)

Figura 22: Detalle de la protección a la salida de una alcantarilla con roca



Fuente: (Gordon Keller & James Sherar, 2005)

“Alcantarillas de Paso y Alcantarillas de Alivio: Las alcantarillas se usan generalmente tanto como drenes transversales para desalojar el agua de cunetas, como para dejar pasar el agua por debajo de un camino en drenajes naturales y arroyos. Cualquiera que sea el caso, sus dimensiones se deben diseñar correctamente, se deben instalar adecuadamente y se deben proteger contra socavación. Los drenajes naturales necesitan contar con tubos de suficiente diámetro como para desalojar el flujo esperado más una capacidad adicional para evitar taparse con escombros. (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)”

“La descarga (flujo de diseño) dependerá del área de drenaje de la cuenca de captación, de las características del escurrimiento, de la intensidad de la precipitación pluvial de diseño, y del periodo de retorno (frecuencia) de la tormenta de diseño. Para el diseño de alcantarillas típicamente se utiliza un evento mínimo de tormenta de 20 años y se puede diseñar aun para un evento con periodo de diseño de hasta 100 años, y depende de los reglamentos locales y de la sensibilidad del sitio (como puede ser el caso de especies en peligro de extinción). (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)”

“Para cuencas de captación pequeñas (de hasta 120 hectáreas) el tamaño de la tubería se puede estimar a partir de la Tabla 8.1 (siempre que no se cuente con mejores datos locales). Para cuencas grandes, se deberán llevar a cabo análisis hidrológicos e hidráulicos específicos para cada sitio. En estos análisis se deberán tomar en cuenta las características de la cuenca de captación y del cauce, los niveles de aguas máximos, los datos de lluvia local, y otro tipo de información disponible sobre el flujo (véanse los Capítulos 5 y 6 y la parte de cruces de arroyos naturales del Capítulo 7). (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)”

“Las alcantarillas se construyen normalmente de concreto o de metal (corrugado de acero o aluminio) y ocasionalmente se usa tubería de plástico, así como madera y mampostería. El tipo de material por usar depende generalmente del costo y de la disponibilidad de los materiales. Sin embargo, el tubo metálico corrugado (CMP, por sus siglas en inglés) y el tubo de concreto son normalmente más durables que el tubo de plástico. (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)”

“La geometría de la alcantarilla, como puede ser un tubo de sección circular, una tubería en arco, un arco estructural o una caja, dependerá del sitio, del claro por cubrir, y del espesor permisible de la cubierta de suelo. Los factores claves para la selección de alcantarillas son una adecuada capacidad de flujo, que la alcantarilla sea adecuada al sitio y a la necesidad, y que la instalación sea costo-efectiva. (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)”

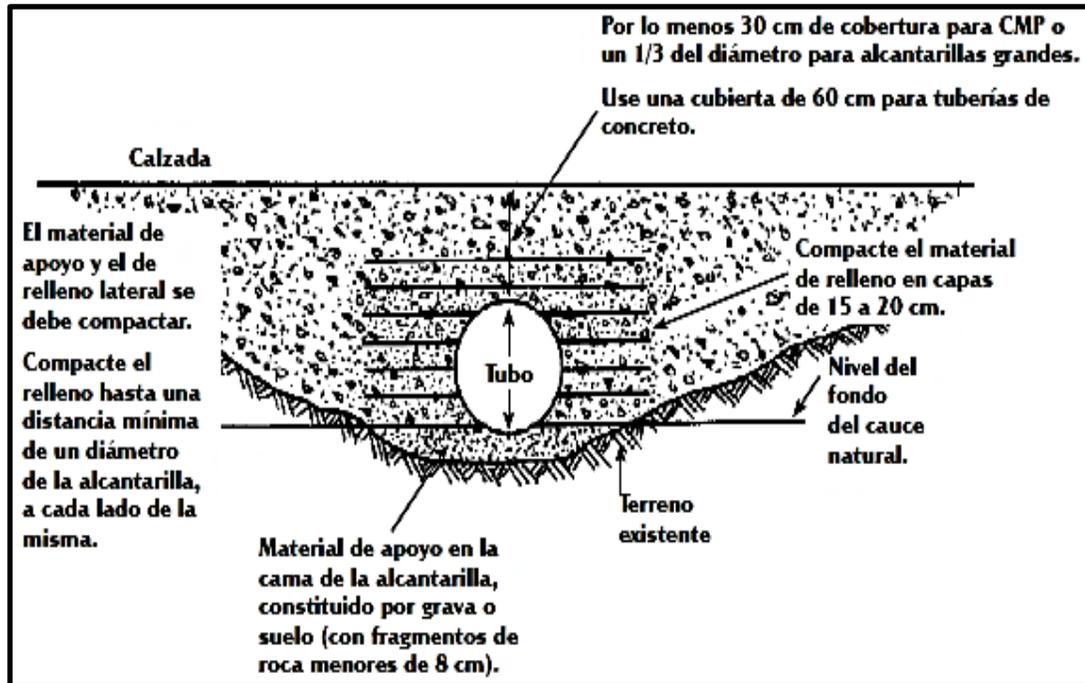
“El tubo de drenaje transversal se debería colocar idealmente en el fondo del relleno, la entrada se debería proteger con una estructura de boca de caída o cuenca de captación, y la zona de descarga se debería proteger contra la socavación. (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)”

“Entre los detalles importantes de instalación se incluyen los siguientes: minimización de modificaciones al cauce; evitar constricciones del ancho del canal de flujo con el caudal máximo; mantenimiento de la pendiente y alineación naturales; utilización de materiales de calidad y bien compactados para apoyo y para relleno; y empleo de medidas de protección para la entrada, salida y márgenes del arroyo. Las rejillas son con frecuencia deseables en cauces con cantidades importantes de escombros a fin de evitar el taponamiento. (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)”

“El material para apoyo y para relleno de alcantarillas se especifica comúnmente como “material granular seleccionado” o como “suelo mineral seleccionado”. De hecho, muchos suelos son satisfactorios siempre que estén exentos de humedad en exceso, de escombros, de terrones de suelo congelado o de arcilla altamente plástica, de raíces o de fragmentos de roca de más de 7,5 cm de tamaño. (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)”

“El material de apoyo por debajo del tubo no debe contener rocas de más de 3,8 cm de tamaño. Se podrá usar suelo arcilloso siempre que se compacte cuidadosamente con un contenido de humedad uniforme cercano al óptimo. (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)”

Figura 23: Relleno y compactación de una alcantarilla. (Adaptado de Montana Departamento of State Lands).



Fuente: (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de alcantarillas., 2005)

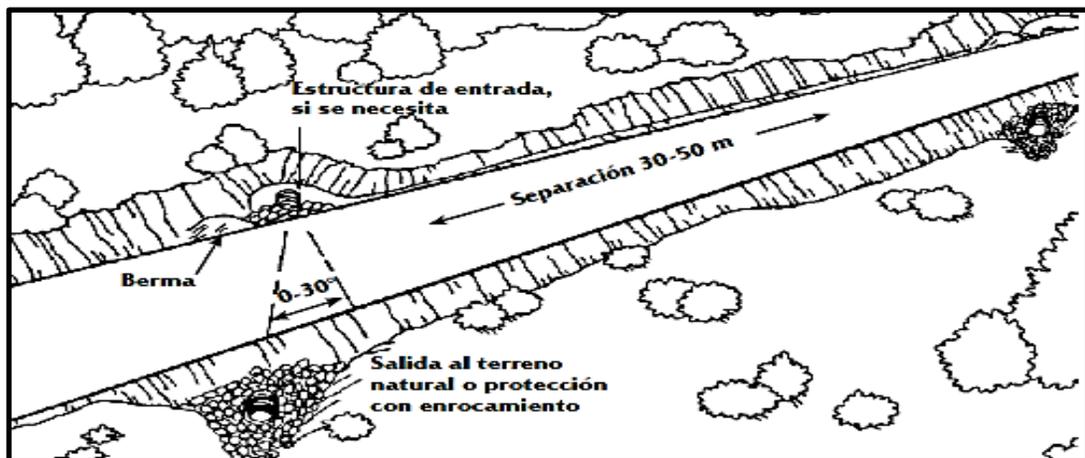
“Los drenes transversales de alcantarilla se usan para desplazar el agua de las cunetas a través del camino. Constituyen el tipo más común de drenaje superficial de caminos y resultan los más adecuados para el caso de caminos de altas velocidades en los que se desea un perfil suave de la superficie del camino. Sin embargo, los tubos son costosos y las tuberías de relativo poco diámetro de las alcantarillas necesitan limpieza y son susceptibles al taponamiento. (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)”

“En relación al tipo de alcantarilla, éste deberá ser determinado, de acuerdo al volumen del caudal a evacuar, la naturaleza y la pendiente del cauce, y finalmente el costo de construcción con la disponibilidad de los materiales. (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)”

“Con relación a la cantidad y la ubicación de las alcantarillas serán fijadas en forma de garantizar el eficiente drenaje, para evitar la acumulación excesiva de agua pluvial. Así mismo en los puntos bajos del perfil debe proyectarse una alcantarilla de alivio, u otro medio posible. La dimensión mínima interna de las alcantarillas será la que permita su limpieza y conservación. (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)”

“En el caso de las alcantarillas de paso es recomendable que la dimensión mínima de la alcantarilla sea igual mayor a 1.00 m, para las alcantarillas de alivio pueden ser aceptables diámetros no menores a 0.40 m., pero lo más común es usar un diámetro mínimo de 0.60 m en el caso de tubos y ancho, alto de 0.60 m en el caso rectangular. (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005)”

Figura 24: Drenes transversales de alcantarilla



Fuente: (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)

“Badenes: Suelen llamarse vados, o cruces en estiaje, pueden ofrecer una alternativa satisfactoria al uso de alcantarillas y de puentes para el cruce de arroyos en caminos de bajo volumen de tránsito en los que el uso de la vía y las condiciones de flujo del arroyo sean las adecuadas. Al igual que en el caso de otras estructuras hidráulicas,

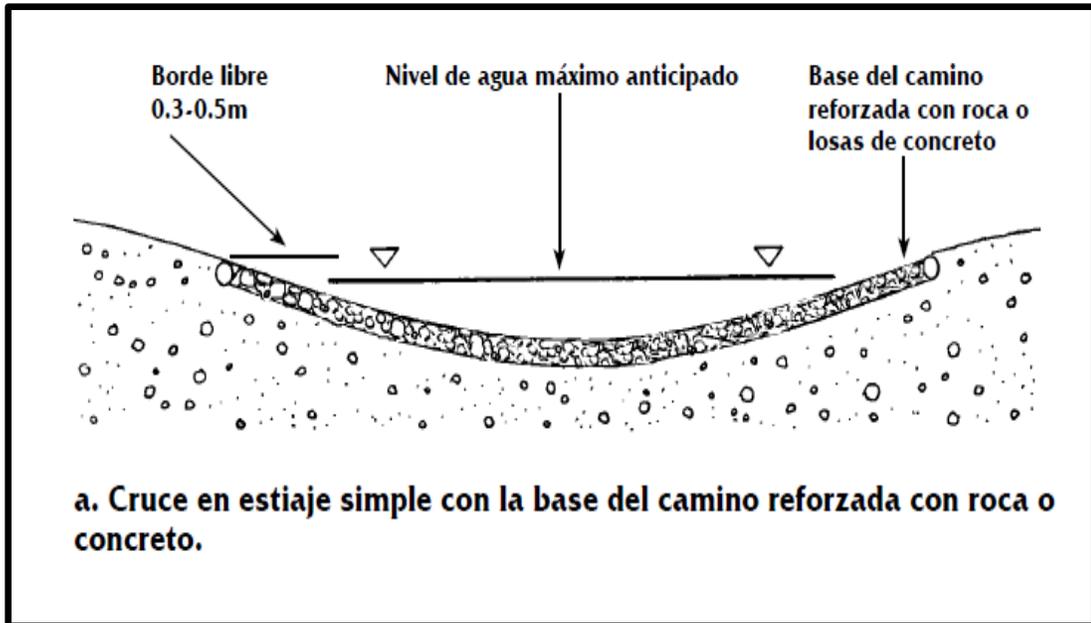
para cruzar arroyos, para los vados se necesitan conocer las características específicas del sitio y realizar análisis particulares hidrológicos, hidráulicos y bióticos. (Sherar G. K., Vados o Cruces en Estiaje, 2005).”

“Idealmente se deben construir en lugares estrechos a lo largo del arroyo y deben ubicarse en una zona subyacente por roca sana o por suelo grueso para lograr buenas condiciones de cimentación. Un vado puede ser angosto o ancho, pero no debe usarse en drenajes de gran profundidad que implican rellenos altos o accesos carreteros excesivamente inclinados. (Sherar G. K., Vados o Cruces en Estiaje, 2005)”

“Los cruces en estiaje pueden tener como superficie de rodadura una simple capa de enrocamiento de protección, roca dura (acorazamiento) o contar con una superficie mejorada formada por gaviones o por una losa de concreto. En los vados con alcantarillas o mejorados se combina el uso de tubos de alcantarilla o de alcantarillas de cajón para desalojar flujos en estiaje con una superficie de rodadura reforzada encima de las alcantarillas para soportar el tránsito y evitar que los vehículos circulen por el agua. (Sherar G. K., Vados o Cruces en Estiaje, 2005)”

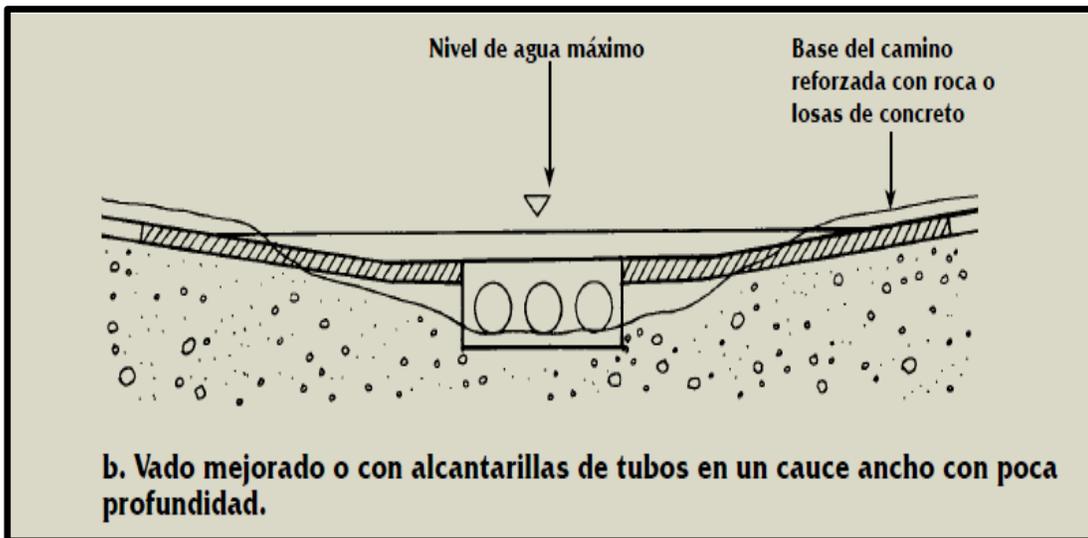
“La superficie de rodadura reforzada por encima de los tubos también resiste la erosión durante el desbordamiento al paso de altos caudales de agua. Todo el perímetro mojado de la estructura debería protegerse hasta un nivel por encima de la elevación de aguas máximas anticipada. (Sherar G. K., Vados o Cruces en Estiaje, 2005)”

Figura 25: Cruce en Estiaje



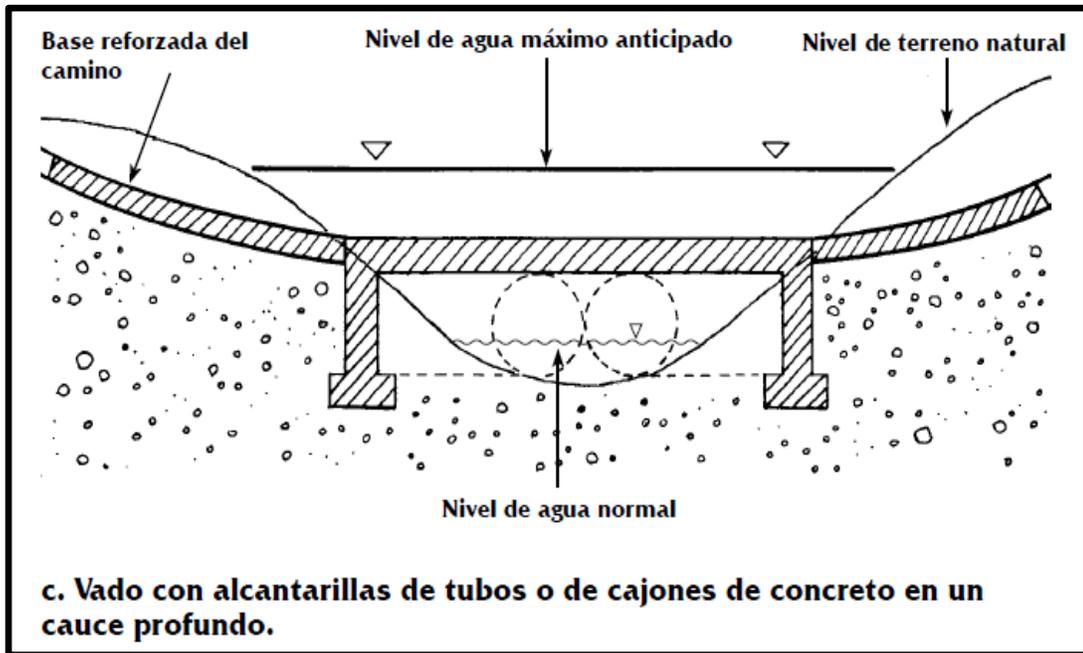
Fuente: (Sherar G. K., Vados o cruces de Estiaje, 2005)

Figura 26: Vado mejorado



Fuente: (Sherar G. K., Vados o cruces de Estiaje, 2005).

Figura 27: Vado con alcantarillas



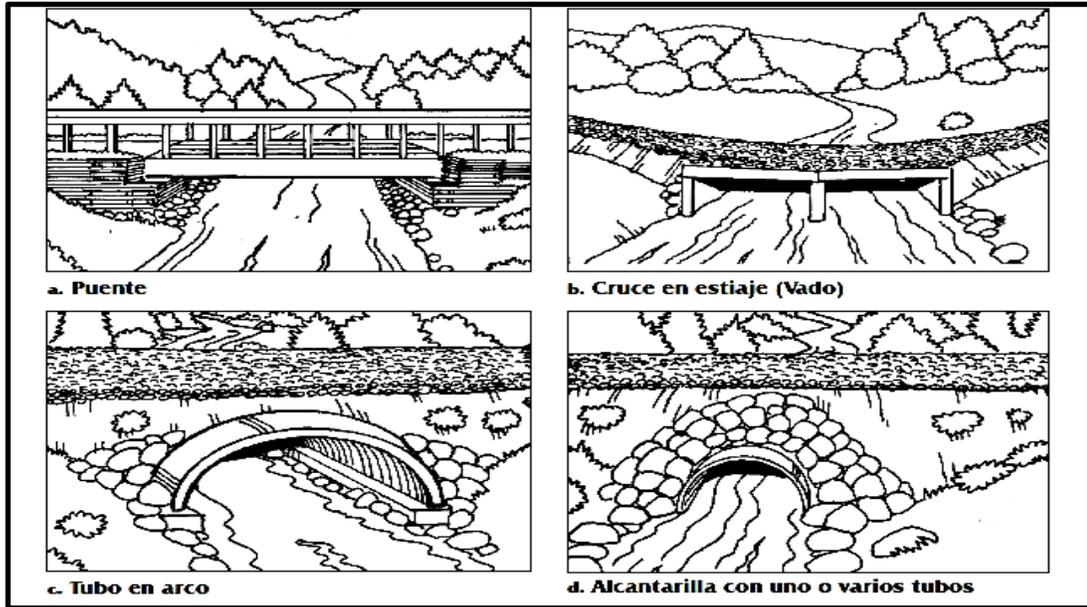
Fuente: (Sherar G. K., Vados o cruces de Estiaje, 2005).

Cuadro 13: Distancias entre vados

<b>Distancias máximas recomendadas entre vados ondulantes superficiales o drenes transversales de alcantarillas (metros)</b>		
<b>Pendiente del camino en porcentaje (%)</b>	<b>Suelos de baja o nula erosionabilidad</b>	<b>Suelos erosionables</b>
0-3	120	75
4-6	90	50
7-9	75	40
10-12	60	35
>12	50	30

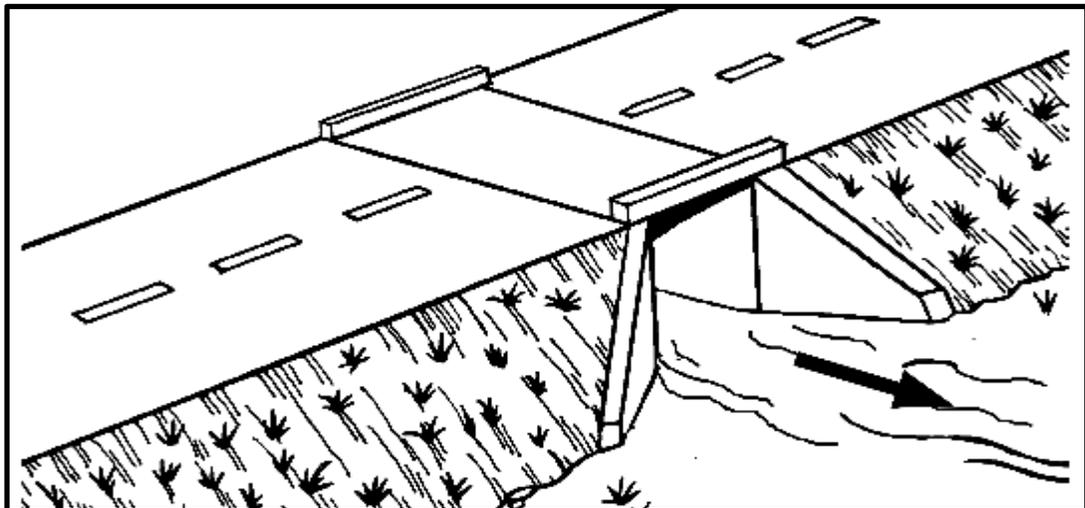
Fuente: (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005)

Figura: 28 Opciones de estructura para el cruce de arroyos naturales. (Adaptado de Ontario ministry of natural resources, 1,998)



Fuente: (Sherar G. K., Drenaje para Caminos Rurales, 2005).

Figura 29: Alcantarillas de cajón de concreto con muros de alero de concreto para protección de la entrada y de la salida, así como para la contención del relleno.



Fuente: (Sherar G. K., Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas, 2005).

“Recomendaciones para el diseño de badenes:

- Usar una estructura o una losa suficientemente larga para proteger el “perímetro mojado” del cauce natural de la corriente del agua natural y pluvial. Agregar protección por arriba del nivel esperado de aguas máximas. Mantener un borde libre, normalmente entre 0.30 y 0.50 metros, entre la parte superior de la superficie reforzada de rodadura de preferencia losa y el nivel de aguas máximas esperado. (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)”
- “Dar protección a toda la estructura con pantallas impermeables, como lo son piedra acomodada (empedrado), gaviones, losas de concreto, u otro tipo de protección contra la socavación. El nivel del agua debajo de un vado es un punto particularmente crítico, para efectos de socavación y necesita disipadores de energía o enrocados de protección debido al abatimiento típico del nivel del agua al salir de la estructura y a la aceleración del flujo a lo largo de la losa. (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)”
- “Construir las cimentaciones sobre material resistente a la socavación (roca sana o enrocado) o por debajo de la profundidad esperada de socavación. Evitar la socavación de la cimentación o del cauce mediante el uso de empedrado pesado colocado localmente, jaulas de gaviones, o refuerzo de concreto. (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)”

“Período de retorno: Al elegir el caudal de diseño, para el cual debe proyectarse un elemento del drenaje superficial, está relacionada con la probabilidad o riesgo que ese caudal sea excedido durante el período para el cual se diseña la carretera o camino. En general se aceptan riesgos más altos cuando los daños probables que se produzcan, en caso de que discurra un caudal mayor al de diseño, sean menores, y los riesgos aceptables deberán ser muy pequeños cuando los daños probables sean mayores.

El riesgo o probabilidad de excedencia de un caudal en un intervalo de años, está relacionado con la frecuencia histórica de su aparición o con el periodo de retorno.

(Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)”

Cuadro 14: Riesgo de excedencia (%) durante la vida útil para diversos períodos de retorno.

Período de retorno (años)	Años de vida útil				
	10	20	25	50	100
10	65.13%	87.84%	92.82%	99.48%	99.99%
15	49.84%	74.84%	82.18%	96.82%	99.90%
20	40.13%	64.15%	72.26%	92.31%	99.41%
25	33.52%	55.80%	63.96%	87.01%	98.31%
50	18.29%	33.24%	39.65%	63.58%	86.74%
100	9.56%	18.21%	22.22%	39.50%	63.40%
500	1.98%	3.92%	4.88%	9.3%	18.14%
1000	1.00%	1.98%	2.47%	4.88%	9.52%
10000	0.10%	0.20%	0.25%	0.50%	0.75%

Fuente: (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005).

“Para obras de drenaje superficial cunetas y alcantarillas de alivio en una carretera o camino, es recomendable adoptar periodos de retorno no inferiores a 10 años. En cuanto a las alcantarillas de paso, el periodo de retorno recomendable es de 50 años. Se aconseja un periodo de retorno no menor a 100 años para pontones y puentes. Si hay probabilidad de prever daños catastróficos, dado el caso que se exceda el caudal

de diseño, se contemplará un periodo de retorno de hasta 500 años o más si es necesario. (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005)”

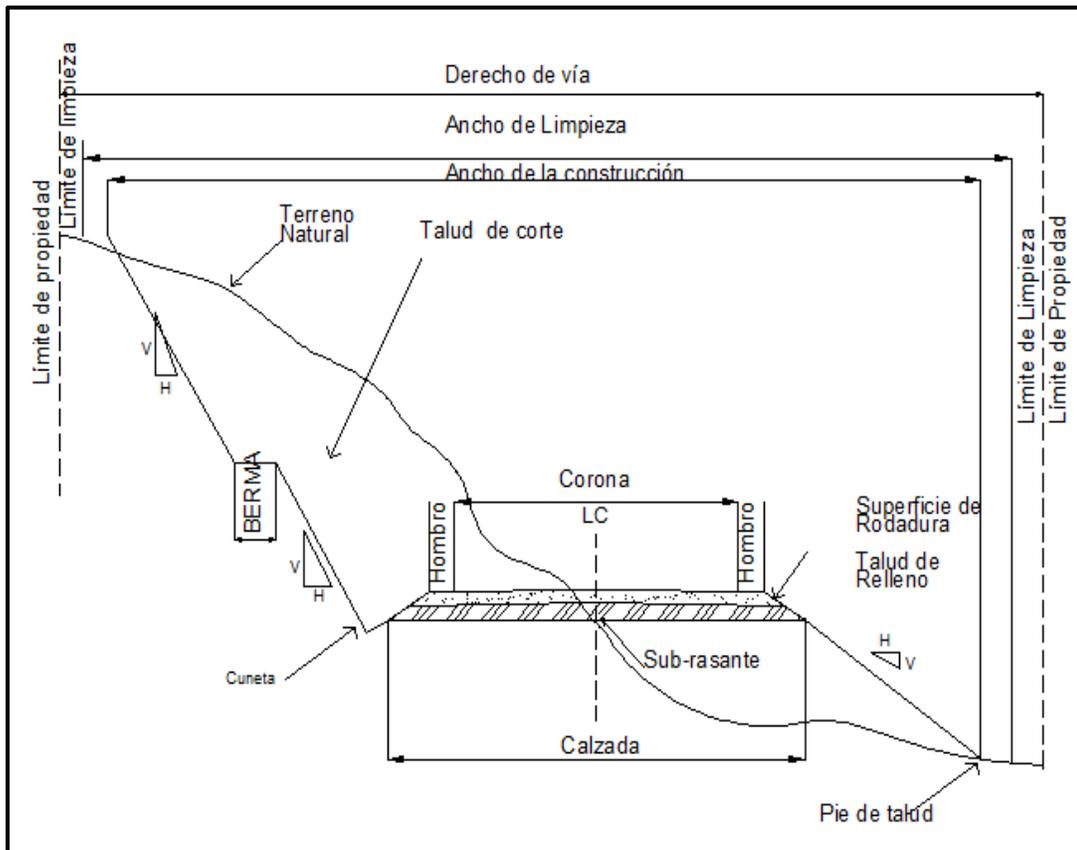
Cuadro 15: Períodos de retorno para diseño de obras de drenaje en Caminos de bajo volumen de tránsito

Tipo de obra	Periodo de retorno (en años)
Puentes y pontones	100
Alcantarillas de paso	50
Alcantarillas de alivio	10 – 20
Drenaje de la plataforma	10

Fuente: (Moquillaza, Hidrología y Drenaje, 2005).

### Diseño geométrico de caminos rurales

Figura 30: Componentes de caminos rurales



Fuente: (Sherar G. K., Componentes del camino, 2005).

“Diseño de curvas horizontales: Las curvas circulares son los arcos de círculo 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 en un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio. (Coralia Larissa Vásquez Pinelo, Curvas Circulares, 2007)”

“Cuando dos tangentes están unidas entre sí por una curva circular, esta se denomina curva simple. En el sentido del cadenamiento, las curvas pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha. (Coralia Larissa Vásquez Pinelo, Curvas Circulares, 2007)”

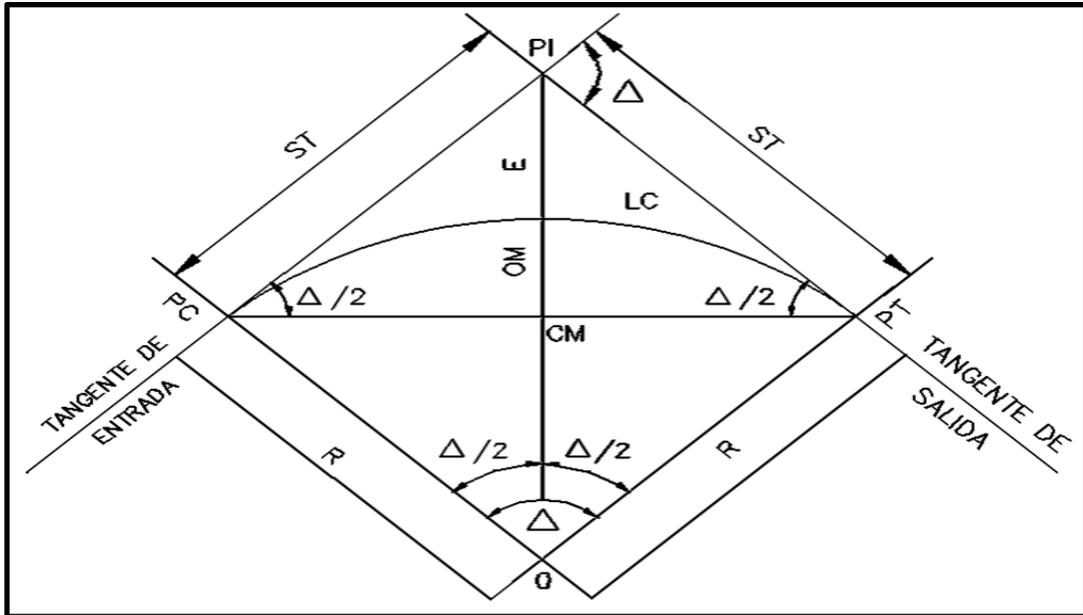
“Estas se diseñan en las vías de comunicación cuando hay cambios de dirección dentro de las proyecciones horizontales, son utilizados para unir dos tangentes consecutivas. Para el cálculo de los elementos geométricos de una curva es necesario tener las distancias entre los puntos de intersección, las deflexiones angulares ( $\Delta$ ) y el grado de curva ( $G$ ) que será colocado por el diseñador. Con el grado de curvatura ( $G$ ) y la deflexión angular ( $\Delta$ ). (Pú, 2013)”

Cuadro 16: Diseño geométrico de camino tipo F

Diseño tipo "F"	
Descripción	Características geométricas
Velocidad de diseño o velocidad Directriz	Regiones Llanas
	30 a 40 Km/h
	Regiones Onduladas
	20 a 30 Km/h
	Regiones Montañosas
	20 Km/h
(T.P.D.A)	De 10 a 100
Ancho de calzada o rodadura(camino de terracería de un carril)	5.50 m.
Ancho de terracería	
Corte	9.50 m.
Relleno	8.50 m.
Derecho de vía (ancho mínimo absoluto)	15.00 m.
Radio de curva mínimo	
	Regiones Llanas
	47 m.
	Regiones Onduladas
	30 m.
	Regiones Montañosas
	18 m.
Pendiente máxima de circulación	Regiones Llanas
	10 %
	Regiones Onduladas
	12 %
	Regiones Montañosas
	14 %
Distancia de visibilidad de parada	Regiones Llanas
	40 m.
	Regiones Onduladas
	30 m
	Regiones Montañosas
	20 m.
Distancia de visibilidad de paso	Regiones Llanas
	180 m.
	Regiones Onduladas
	110 m
	Regiones Montañosas
	50 m.
Pendiente mínima de drenaje	2.00 %
Pendiente máxima de drenaje	5.00 %

Fuente: Dirección General de Caminos (DGC, 2011)

Figura 31: Elementos de la curva horizontal simple



Fuente: (Morales B. R.) Dibujo: Elaboración propia, con programa Auto Cad Civil 2014.

Cuadro 17: Significado de nomenclatura

Abreviatura	Significado
PC	Punto donde comienza la curva circular
PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
PT	Punto donde comienza tangencia
O	Centro de la curva circular
$\Delta$	Ángulo de deflexión de la tangente
AC	Ángulo central de la curva circular
G	Grado de la curva o
R	Radio
ST	Sub-tangente
E	External
OM	Ordenada Media
CM	Cuerda Máxima
LC	Longitud de la curva

Fuente: (Morales B. R.)

“Los parámetros generales a considerar, para el cálculo son: La velocidad de diseño el Delta entre las dos tangentes y, el Grado de curva mínimo. Con el grado (G) y el delta ( $\Delta$ ) de la curva, se procede a calcular los elementos de la curva horizontal. (López, 2008).”

**“Punto donde comienza la curva circular (PC):** Se le llama con este nombre, al lugar donde termina el tramo recto o tangente y, comienza la curva horizontal. (Morales B. R.)”

**“Punto de intersección de la prolongación de las tangentes (PI):** Lugar donde convergen los dos tramos en tangente y sub-tangente, proyectados con un ángulo de origen. (Morales B. R.)”

**“Punto de tangencia (PT):** Lugar donde termina la curva horizontal, y comienza la tangente o recta. (Morales B. R.)”

**“Ángulo de deflexión de la tangente ( $\Delta$ ):** Llamado también Delta. Es la diferencia de ángulo, que existe entre dos líneas. Se establece mediante la diferencia entre el azimut 2 y el azimut 1. Sirve para determinar el tipo de curva que se utilizará; cuando el delta es mayor, por ende, se utilizará una curvatura mayor. (Morales B. R.)”

**“Grado de curva:** O grado de curvatura, se le denomina así al ángulo central, que subtiende un arco de circunferencia de 20.00 m. de longitud. El grado de la curva está dado por la expresión: (Morales B. R.)”

$$G = \frac{20}{360} = G = \frac{20 \times 360}{2\pi \times R} = \frac{1145.9156}{R}$$

**“Radio:** Es la media de la circunferencia, que se le da a la curva horizontal, expresada en metros, el radio mínimo está determinado por la velocidad de diseño de la vía.”

“**Sub-tangente (ST)** La distancia entre el punto donde comienza la curva (PC) y el punto de intersección (PI), o entre el PI y el PT; en curvas circulares simples forman un ángulo de 90° con el radio. (Morales B. R.)”

$$ST = R * \tan (\Delta / 2)$$

“**External (E)**: Es la distancia desde el punto de intersección (PI) al punto medio de la curva. (Morales B. R.)”

$$E = R * \sec (\Delta / 2)$$

“**Ordenada Media (OM)**: Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima. (Morales B. R.)”

$$OM = R * \cos (\Delta / 2)$$

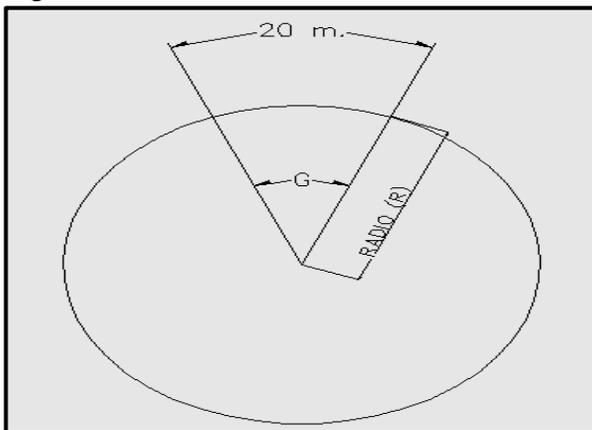
“**Cuerda Máxima (CM)**: Se le denomina así, a la distancia en línea recta desde el punto donde comienza la curva (PC) al punto donde comienza la tangencia. (PT). (Morales B. R.)”

$$C \text{ Máx.} = 2 * R * \sin (\Delta / 2)$$

“**Longitud de la curva (LC)**: O línea central, se le llama así a la longitud del arco, que se fija entre el punto donde comienza la curva (PC) y el punto donde comienza la tangencia (PT), en el cual el ángulo central es ( $\Delta$ ) (deflexión). (Morales B. R.)”

$$Lc = 20 * \Delta$$

Figura 32: Grado de curvatura de una curva



Fuente: (Méndez.) Dibujo: Elaboración propia, con programa AutoCAD.

Cuadro 18: Valores máximos de curvatura para cada velocidad

Velocidad de Diseño (Km/h)	Coefficientes de fricción lateral		Sobre elevación Máxima (m/m)	Grado máximo de curvatura calculado (Grados)	Grado máximo de curvatura para proyecto (Grados)
30	0.280		0.10	61.6444	60
40	0.230		0.10	30.1125	30
50	0.190		0.10	16.9368	17
60	0.165		0.10	10.7472	11
70	0.150		0.10	7.4489	7.5
80	0.140		0.10	5.4750	5.5
90	0.135		0.10	4.2358	4.25
100	0.130		0.10	3.3580	3.25
110	0.125		0.10	2.7149	2.75

Fuente: (Secretaria de Comunicaciones y Transporte, 1991) Dibujo: Elaboración propia, con programa AutoCAD.

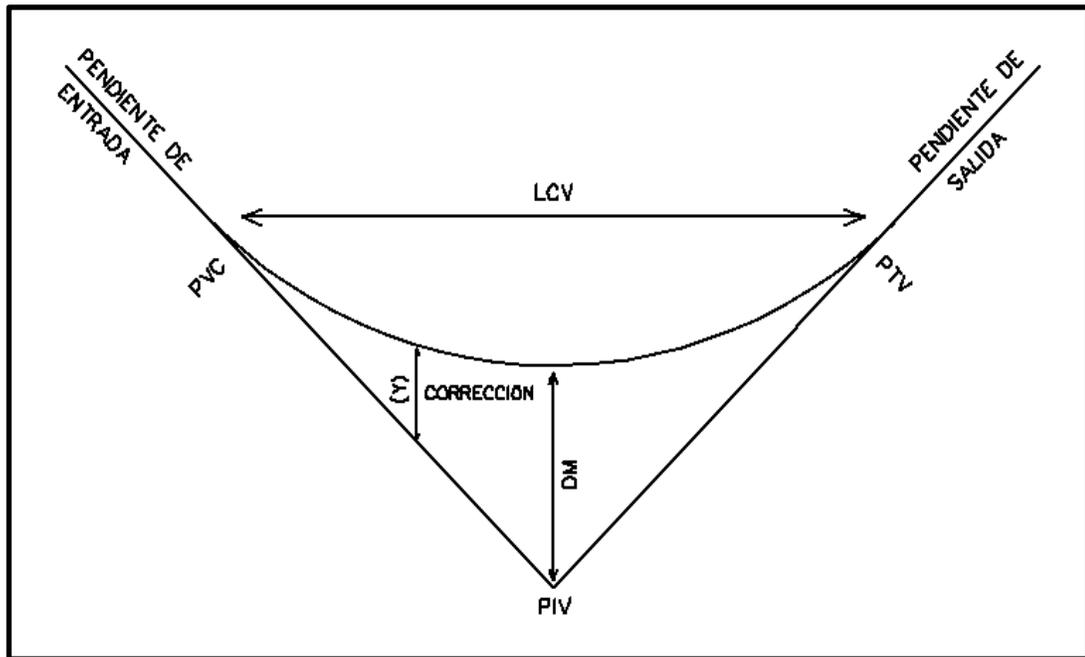
“Diseño de curvas verticales: El diseño de curvas verticales es una etapa importante desde la perspectiva de la funcionalidad para el uso de la carretera. Las curvas verticales deben cumplir ciertos requisitos de servicios, tales como los de una apariencia tal que el cambio de pendiente sea gradual y no produzca molestias al conductor del vehículo, y permitir un cambio suave entre pendientes diferentes. (César Auguto Castro Pú, 2013)”

“Para el diseño de las curvas se tomará el tipo parabólico simple, debido que es la más utilizada en el medio por la Dirección General de Caminos, esto es por la facilidad de cálculo y a su gran adaptación de las condiciones topográficas que existen en nuestro país. Las especificaciones para el diseño de las curvas verticales dadas por la dirección general de caminos, están en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño. Se debe tomar en cuenta la longitud de las curvas, para evitar traslapes entre curvas, y dejar también la mejor visibilidad posible a los conductores. (César Auguto Castro Pú, 2013)”

“La finalidad de estas curvas es suavizar los cambios en el movimiento vertical, puesto que a través de su longitud se efectúa un paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida, proporcionar de esta forma una operación segura y confortable, además de una agradable apariencia y características para el drenaje longitudinal y transversal. (César Auguto Castro Pú, 2013)”

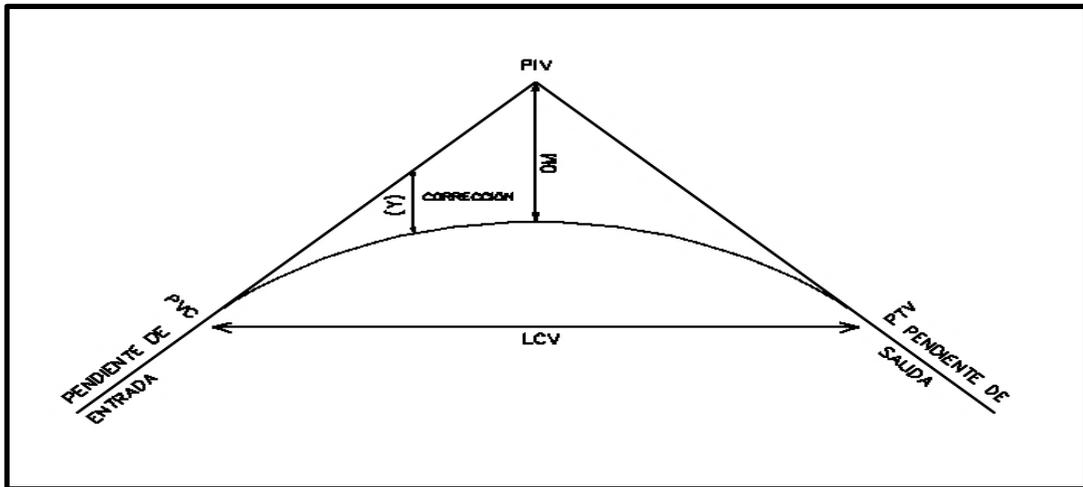
“Las curvas verticales que se utilizaron son la denominada parabólica simple, debido a la facilidad de su cálculo y a su gran adaptabilidad a las condiciones necesarias de operación. Las curvas verticales también pueden ser cóncavas o convexas. (López, Curvas Verticales, 2008)”

Figura 33: Curva vertical cóncava



Fuente: (Méndez, Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras) **Dibujo:** Elaboración propia, con programa AutoCAD.

Figura 34: Curva vertical convexa



Fuente: (Méndez, Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras) Dibujo: Elaboración propia, con programa AutoCAD.

Cuadro 19: Componentes de la curva vertical

Abreviatura	Significado
<b>PVC</b>	Punto donde comienza la Curva Vertical
<b>OM</b>	Ordenada Media
<b>PIV</b>	Punto de Intersección Vertical
<b>LCV</b>	Longitud de la Curva Vertical
<b>PTV</b>	Punto donde comienza la Tangente Vertical

Fuente: (Méndez, Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras).

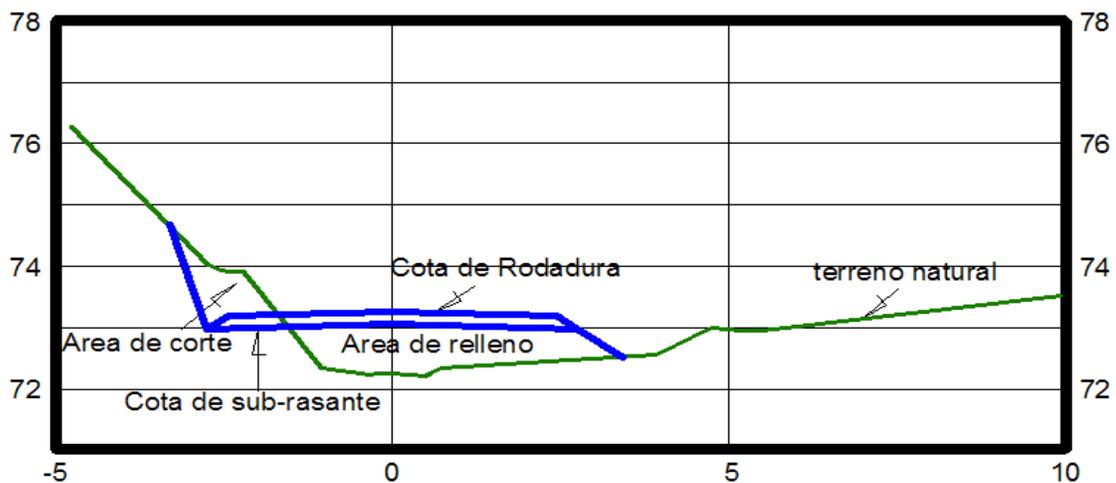
### “Sección transversal

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. (Paredes J. A., 2001)”

“Para agrupar los tipos de carreteras se acude a normalizar las secciones transversales, y se tiene 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. (Paredes J. A., 2001)”

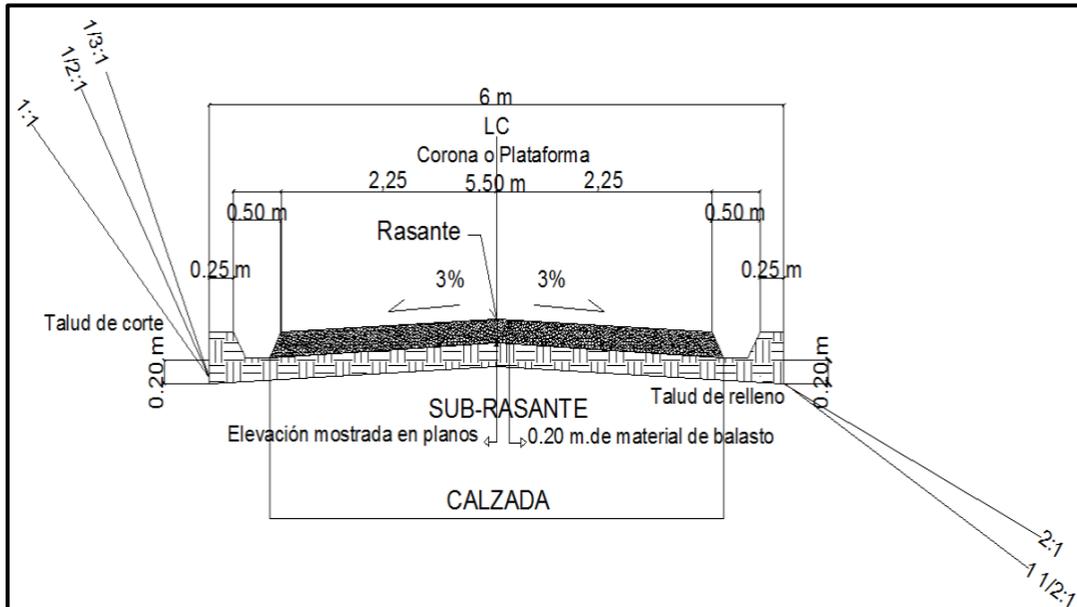
“Nos indica las cotas de sub-rasante y rodadura, área de corte o relleno, en cada estación en múltiplos de 20.00 metros de distancia, a efecto de determinar el volumen de movimiento de tierras. (Lòpez J. G., 2008)”

Figura 35: Sección Transversal 2+330



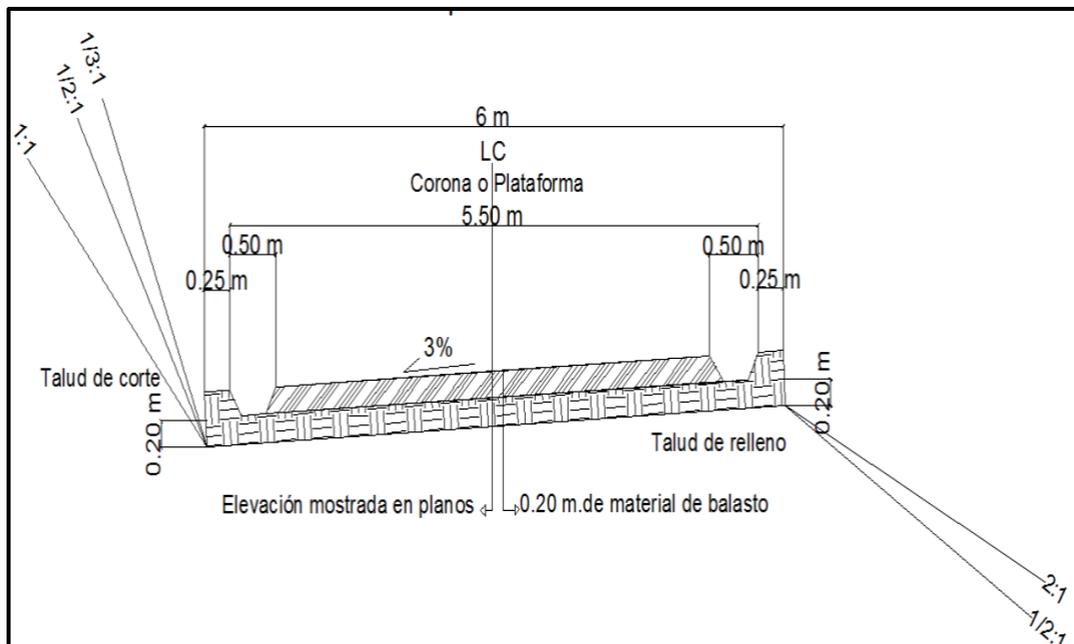
Fuente: (Lòpez J. G., 2008)Elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Figura 36: Sección transversal de alineación en recta para un camino tipo f



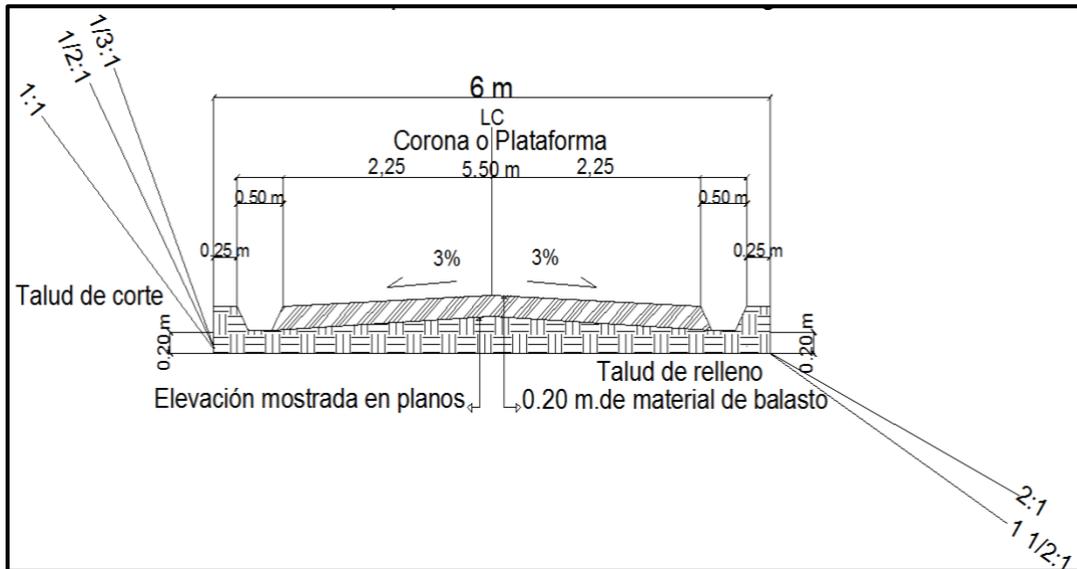
Fuente: (López, 2008)Elaboración propia, con programa de Auto Cad

Figura 37: Detalle de sección típica de alineación en curva



Fuente (López, 2008): Elaboración propia, con programa de Auto Cad.

Figura 38: Detalle de sección típica de alineación en recta



Fuente: (López, 2008) Elaboración propia, con programa de Auto CAD.

“Elementos de la sección transversal: La sección transversal está definida por la corona, los carriles, las cunetas, los taludes, las contra cunetas, superficie de rodadura partes complementarias y el terreno comprendido dentro del derecho de vía. (España, 1996)”

“Rasante: Es la elevación de la superficie de rodadura en el eje o línea central en la carretera o camino, al proyectar sobre el plano vertical sus distintas elevaciones, se obtendrá el desarrollo de la plataforma o corona de la carretera; el cual estará integrado por pendientes ascendentes o descendentes y, curvas verticales que la unen. En la sección transversal la rasante está representada por un punto. (Morales I. , 2011)”

“Pendiente transversal: Se refiere a la pendiente dada al carril o calzada en dirección transversal al eje de la carretera. El cual se divide en tres partes: bombeo normal o

contra-peralte, peralte o sobre-elevación y, transición del bombeo al peralte. (Morales I. , 2011)”

“Bombeo normal: Es la pendiente que se le da a la plataforma o corona en las tangentes del alineamiento horizontal con el objeto de facilitar el escurrimiento superficial del agua. Un bombeo apropiado será aquel que permita un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente para que el conductor no experimente incomodidad o inseguridad. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura. (Morales I. , 2011)”

“Peralte o sobreelevación: Es la inclinación que se le da a la corona de una carretera en los tramos en curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrípeta que actúa sobre un vehículo en movimiento. (Morales I. , 2011)”

“Transición del bombeo al peralte: Al pasar de un tramo en tangente a otro en curva, se requiere cambiar la pendiente de la corona, desde el bombeo en la tangente hasta el peralte que le corresponda a la curva horizontal. (Morales I. , 2011)”

“Plataforma o corona: Se le llama “plataforma” o “corona” a la superficie visible de una carretera o calle que queda comprendida entre las aristas del relleno y/o las interiores de las cunetas. (Morales I. , Elementos de la sección transversal, 2011)”

“La corona está definida por la calzada y los acotamientos con su pendiente transversal. (España, 1996)”

“Ancho de calzada: El diseño de caminos de muy bajo volumen de tráfico T.P.D.A < 100, la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril con circulación en ambos sentidos. Para otros casos la calzada se proyectará para dos carriles. Los valores

apropiados del ancho de la calzada en tramos rectos para cada velocidad directriz, se proyectarán en relación al volumen de tráfico previsto y, a la categoría de la carretera. En los tramos en recta la sección transversal de la calzada presentará inclinación transversal (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes, para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua. (Morales I. , 2011)”

“En los tramos en recta la sección transversal de la calzada presentará inclinaciones transversales (bombeo) desde el centro hacia cada uno de los bordes, para facilitar el drenaje superficial y evitar el empozamiento del agua. 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 los caminos de bajo volumen de tránsito con IMDA 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. (Morales I. , 2011)”

“Ancho de carril: El carril es la unidad de medida transversal, para el tránsito de una sola fila de vehículos, el ancho de calzada es la sumatoria del ancho de los carriles. El ancho de carril y la condición topográfica de la superficie, son los elementos que tienen mayor influencia con respecto a la seguridad y, comodidad de la carretera o camino. Por tal razón es necesario que la calzada esté construida con una superficie uniforme, resistente a todos los factores influyentes, para toda condición ambiental sobre la carretera. En cuanto al ancho de carril, se usan generalmente valores entre 2.75 m a 3.60 m, con un ancho de carril predominante de 3.60 m en la mayoría de carreteras principales. (Morales I. , Elementos de la Sección Transversal, 2011)”

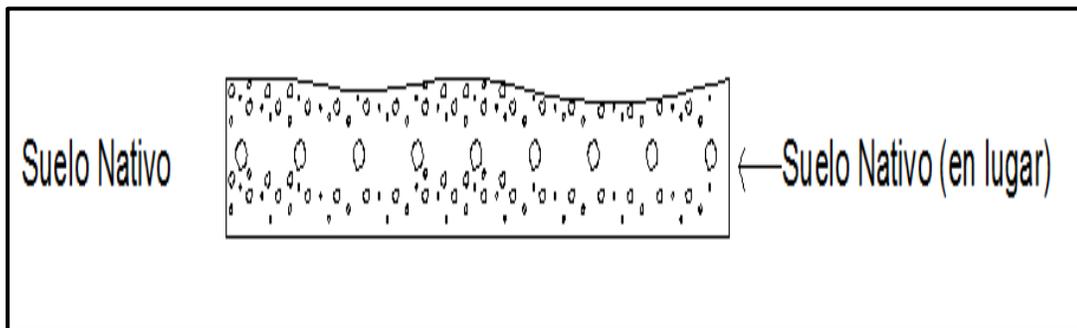
“Pendiente longitudinal de la rasante: De modo general la rasante será proyectada con pendiente longitudinal no menor de 0.5 %, evitándose los tramos horizontales, con el fin de facilitar el movimiento del agua de las cunetas hacia sus aliviaderos o alcantarillas. En caminos no pavimentados deberán evitarse en lo posible para precaver la erosión por el agua de lluvias, pendientes mayores al 10%, salvo que se

construyan camellones que desvíen las aguas lateralmente antes que adquieran velocidad de erosión. (Moquillaza, Drenaje Superficial, 2005)”.

“Superficie de rodadura: Se llama así al área de la carretera o del camino, destinada a la circulación de vehículos. La cual puede determinarse según la categoría de la carretera o camino. (Sherar G. K., Materiales para Caminos y Bancos de Materiales, 2005)

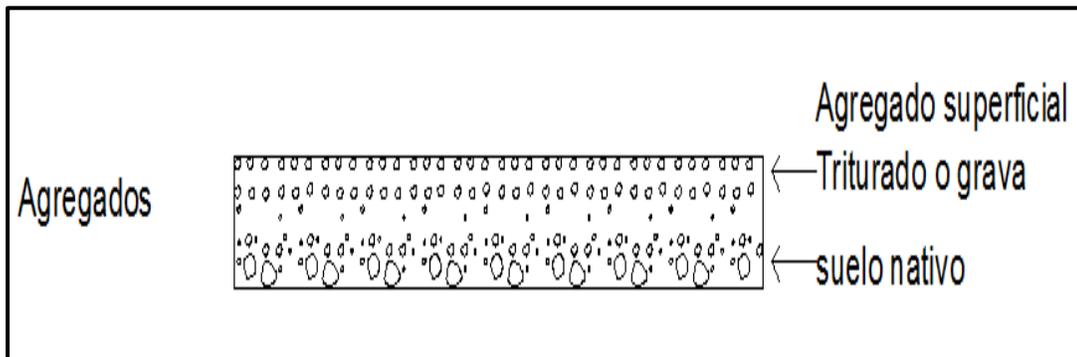
Tipos de revestimientos usados comúnmente para superficies de caminos rurales

Figura 39: Tipo de revestimiento “A”: Superficie en suelo nativo sin recubrimiento



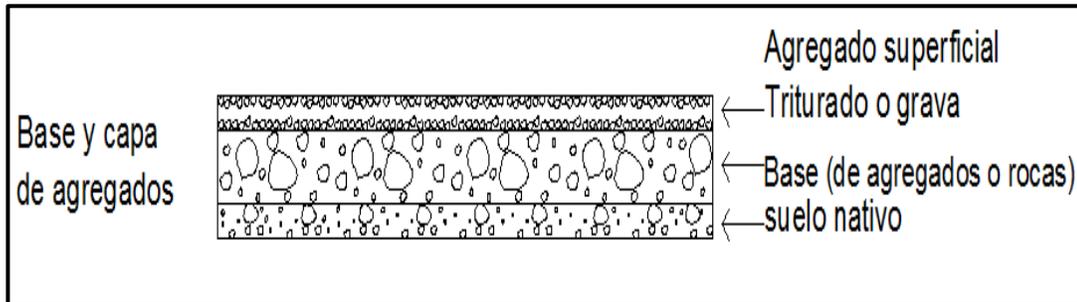
Fuente (Sherar G. K., Materiales para Caminos y Bancos de Materiales, 2005)

Figura 40: Tipo de revestimiento “B”: Superficie con agregados de revestimiento



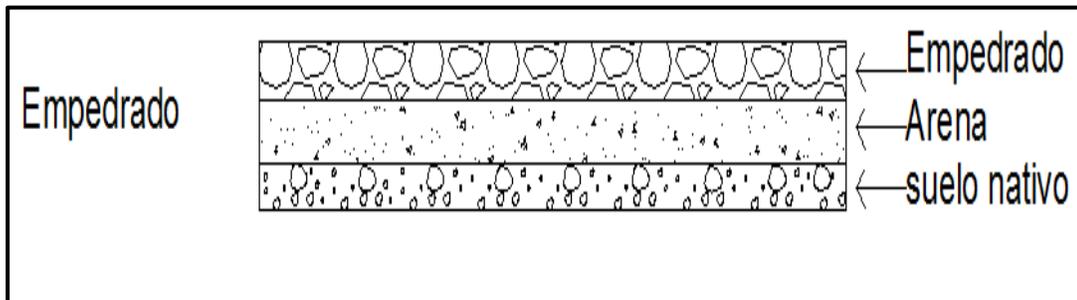
Fuente(Sherar G. K., Materiales para Caminos y Bancos de Materiales, 2005)

Figura 41: Tipo de revestimiento “C”: Superficie con base, capa, y agregados de revestimiento



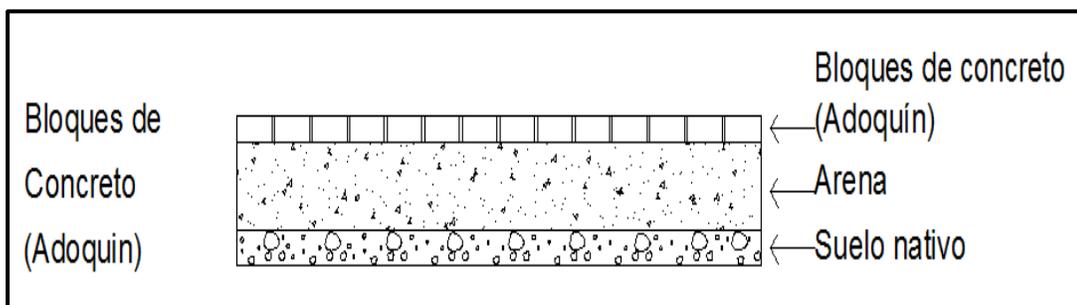
Fuente(Sherar G. K., Materiales para Caminos y Bancos de Materiales, 2005).

Figura 42: Tipo de revestimiento “D”: Superficie con empedrado de revestimiento



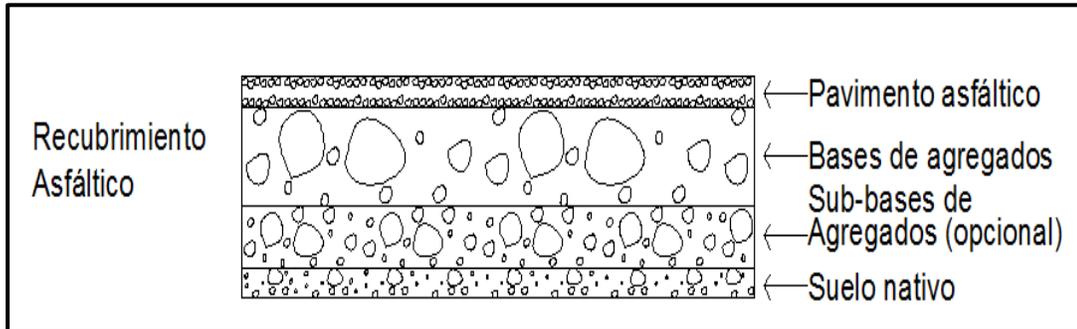
Fuente (Sherar G. K., Materiales para Caminos y Bancos de Materiales, 2005)

Figura 43: Tipo de revestimiento “E”: Superficie con bloques de concreto (Adoquín) de revestimiento



Fuente (Sherar G. K., Materiales para Caminos y Bancos de Materiales, 2005).

Figura 44: Tipo de revestimiento “F”: Superficie con recubrimiento asfáltico de recubrimiento



Fuente (Sherar G. K., Materiales para Caminos y Bancos de Materiales, 2005)

“Capa de balasto: Es un material clasificado que se coloca sobre la sub-rasante terminada de una carretera o camino, con el objeto de protegerla y a la vez funciona como superficie de rodadura. (S.A I. C., Capa de Balasto, 2001)”

“Debe ser de calidad uniforme y estar exenta de residuos de madera, raíces o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1,450 Kg. /metro<sup>3</sup> (90 lb. /pie<sup>3</sup>) determinado por el método AASHTO T 19. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de  $\frac{2}{3}$  del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros. (S.A I. C., Capa de Balasto, 2001)”

“La porción del balasto retenida en el tamiz 4.75 mm (No. 4) debe estar comprendida entre el 60% y el 40% en peso y debe tener un porcentaje de abrasión no mayor de 60, determinado por el método AASHTO T 96. La porción que pase el tamiz 0.425 mm. (No. 40), debe tener un límite líquido no mayor de 35, determinado por el método AASHTO T 89 y un índice de plasticidad entre 5 y 11, determinado por el método AASHTO T 90. La porción que pase el tamiz 0.075 mm. (No. 200), no debe exceder

de 15% en peso, determinado por el método AASHTO T 11. (S.A I. C., Capa de Balasto, 2001)”

“Cuando la capa de balasto se deba colocar sobre una sub-rasante existente, ésta debe ser previamente conformada, escarificada y compactada superficialmente, y contemplar las líneas, pendientes y sección típica establecidas en los planos y especificaciones. En los lugares donde se encuentre material inadecuado, éstos deben ser removidos hasta una profundidad de por lo menos 300 milímetros y reemplazados con material apropiado. (S.A I. C., Capa de Balasto, 2001)”

“Capas que conforman el balasto: Sub rasante: Es la capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura de la capa de rodadura y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponda al tránsito previsto. (Pinelo, 2007)”

“Reacondicionamiento de sub rasante: Esto consiste en escarificar, homogenizar, uniformizar, conformar y compactar la sub rasante de la carretera, al efectuar cortes y rellenos, no mayores de 20 centímetros de espesor, esto se hace a lo largo de la carretera, previo a la colocación del balasto. (Pinelo, 2007)”

“Capa de superficie de balasto: Por las características de la carretera, la capa de rodadura será conformada con material de balasto. El balasto es un material selecto que se coloca sobre la sub rasante terminada de la carretera, con el objeto de protegerla y de que sirva como superficie de rodadura. El revestimiento o capa de rodadura de la carretera es la última etapa del trabajo, y consiste en colocar una capa de espesor la cual varía entre 0.15 y 0.2 metros de material seleccionado. (Pinelo, 2007)”

Cuadro 20: Resumen de Normas en la colocación de superficie de rodadura de balasto

<b>Ensayos</b>	<b>Normas</b>
Compactación	ASSHTO T180 AASHTO T191 (ASTM D 1556)
Graduación	AASHTO T 27 AASHTO T 11
Abrasión	AASHTO T 96
Límite Líquido	AASHTO T 89
Índice Plástico	AASHTO T 90
Peso Unitario	AASHTO T 19
Determinación de humedad	AASHTO T 217

Fuente: (S.A I. C., Capa de Balasto, 2001) Características de los Caminos Rurales

“Estudios de Suelos: El suelo que se encuentra en la línea central del camino necesita ser evaluado para conocer la condición, la calidad, la granulometría, y su grado de compactación. El período de la vida del proyecto del Camino Rural, depende en mayor grado de los siguientes estudios. (CETO, 2007)”

“Granulometría: El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso sirve para discernir sobre la influencia que puede tener la densidad del material

compactado. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen los suelos. Para el conocimiento de la composición granulométrica de un determinado suelo existen diferentes procedimientos. (CETO, 2007)”

“Para clasificar por tamaños las partículas gruesas, el procedimiento más expedito es el tamizado. Al aumentar la finura de los granos, el tamizado se hace cada vez más difícil, entonces se debe recurrir a procesos por sedimentación. Conocida la composición granulométrica del material, se le representa gráficamente para formar la llamada curva granulométrica del mismo. Como tamaño de la partícula puede considerarse el diámetro de ellas, cuando es indivisible bajo la acción de una fuerza moderada, como la producida por un mazo de madera que golpea ligeramente. (CETO, 2007)”

“A) Límites de Atterberg: La plasticidad es la propiedad que presentan los suelos para poder deformarse, hasta cierto límite, sin romperse. Por medio de ella se mide el su comportamiento en todas las épocas. Las arcillas presentan esta propiedad en grado variable. Para conocer la plasticidad de un suelo se hace uso de los límites de Atterberg, quien por medio de ellos separó los cuatro estados de consistencia de los suelos coherentes; los mencionados límites son: (CETO, 2007)”

“B) Límite líquido: El límite líquido se define como el contenido de humedad expresado en porcentaje con respecto al peso de la muestra, con el cual el suelo cambia de estado líquido al plástico. De acuerdo con esta definición, los suelos plásticos tienen en el límite líquido una resistencia muy pequeña al esfuerzo de corte, pero definida y según Atterberg es de 25g/cm<sup>2</sup>. La cohesión de un suelo en el límite líquido es prácticamente nula. (CETO, 2007)”

“C) Límite plástico (LP): Es el contenido de agua que tiene el límite inferior de su estado líquido, el límite plástico de un suelo se acepta como el contenido de humedad que permite cilindrarlo al hacer bastoncitos de 3 mm. de diámetro, sin que se rompan. (CETO, 2007)”

“D) Proctor: Es necesario mencionar que la prueba de Proctor se creó para determinar la relación entre la humedad óptima con que un suelo puede alcanzar su máxima densidad posible, es decir, su máxima compactación, ya que la escasez de agua en un suelo y la abundancia de la misma, ocasiona que el suelo no pueda ser compactado al máximo. Un suelo debe compactarse para mejorar su capacidad de carga, disminuir la absorción de agua y reducir la sedimentación. Es necesario encontrar una relación entre el contenido de agua a usar en un volumen determinado de suelo y la máxima densidad que el suelo compactado puede alcanzar, todo esto se hace en laboratorio antes de iniciar el trabajo de campo. (CETO, 2007)”

“Limpieza de capa vegetal: Dentro de la fase de movimiento de tierras comprende varios aspectos entre los cuales están: Desmontes: El desmonte consiste en eliminar la vegetación existente de la zona que ocupa el camino y se realiza en una faja que abarca, hasta un metro afuera de los cortes y rellenos. (Pèrez, 1980)”

“Tala: Es el corte de árboles y arbustos. (Pèrez, 1980)”

Roza: Es la eliminación de la maleza, hierva, zacate y residuos de siembra.

Desenraice: Es la extracción de troncos. (Pèrez, 1980)”

“Limpieza: Es el retiro del producto del desmonte, se coloca en lugares de manera que no obstruyan el funcionamiento de las obras de drenaje, cuando hay quema, se extreman las precauciones para evitar que se propague el fuego. (Pèrez, 1980)”

“Eliminación de la capa vegetal: Consiste en la remoción de un determinado espesor del terreno natural que, por sus características, es inadecuado para formar parte de la cama del camino, o para emplearse en la formación de rellenos. El material se coloca de tal manera que no afecte al drenaje, o sea motivo de azolve en las obras de drenaje. (Pèrez, 1980)”

“Movimiento de tierras: Se entiende por movimiento de tierras al conjunto de actuaciones a realizarse en un terreno para la ejecución de una obra. Dicho conjunto de actuaciones puede realizarse en forma manual o en forma mecánica. Previo al inicio de cualquier actuación, se deben efectuar los trabajos de replanteo, para trazar la sub rasante definida en los trabajos de localización; mediante las secciones transversales se puede definir el volumen de corte y relleno. (Pú, Movimiento de tierras, 2013)”

“Es importante mencionar que, por factores económicos, en la mayoría de los casos, la sub rasante, debe quedarse en corte ya que para el movimiento de tierras es más barato en corte que en relleno, esto es cuando no puede ser acondicionada al tipo de terreno. (Pú, Movimiento de tierras, 2013)”

“Ubicación de los bancos de materiales: El uso de fuentes de abastecimiento de materiales locales, tales como bancos de préstamo y canteras, puede dar lugar a importantes ahorros en los costos de un proyecto, en comparación con el costo de acarreo desde fuentes lejanas (generalmente comerciales). Las fuentes pueden ser afloramientos de piedra cercanos o depósitos de material granular, adyacentes al camino, o dentro del derecho de vía. (Carranza, 2013)”

“El uso de materiales locales de costo relativamente bajo puede traer como resultado la aplicación de mayores extensiones de superficie de rodadura y de mejor protección de taludes con piedra ya que los materiales están muy a la mano y no son caros. Sin

embargo, los materiales de baja calidad implicarán un mayor mantenimiento del camino y pueden tener un comportamiento pobre. (Carranza, 2013)”

“En general, los bancos de préstamo y las canteras pueden producir impactos negativos importantes, incluye la producción de sedimentos de un área grande desgastada por erosión, un cambio en el uso del suelo, impactos en la vida silvestre, problemas de seguridad, e impactos visuales. Es por ello que la planificación del área de una cantera, su ubicación y su explotación deberían generalmente llevarse a cabo en combinación con un Análisis de Impacto Ambiental para determinar la idoneidad del área y las limitaciones. (Carranza, 2013)”

“Por tal motivo se debe preparar un Plan de Desarrollo de Banco de materiales para cualquier aprovechamiento de canteras para definir y controlar el uso del sitio y de los materiales que se van a extraer. Los depósitos fluviales de gravas o los depósitos de terrazas de ríos generalmente se usan como bancos de materiales. Sin embargo, estos depósitos no deben utilizarse ya que puede causar daños importantes a la vía fluvial. Sin embargo, puede ser razonable retirar ciertos materiales con las precauciones del caso. Algunos depósitos en barras de grava o en terrazas pueden resultar adecuados como bancos de materiales, sobre todo si están por encima del canal activo. El equipo no se debe operar dentro del agua. (Carranza, 2013)”

“La regeneración del área es por lo general necesaria una vez concluida la extracción de los materiales, y la rehabilitación deberá formar parte integral del desarrollo del sitio. El trabajo de regeneración se debería identificar y definir en un Plan de Recuperación de Bancos. El trabajo de rehabilitación puede incluir la conservación y la colocación de una nueva capa vegetal, la reconfiguración del banco, la reforestación, el drenaje, el control de la erosión y las medidas de seguridad. (Carranza, 2013)”

“Para medir el área en forma gráfica, se puede realizar un planímetro polar, si no se dispone de un planímetro, puede calcularse el área, y asignar coordenadas totales como se considere conveniente y aplicar el método de los determinantes para encontrar el área. (Pù C. A., 2013)”

Figura: 45: Fórmula para calcular movimientos de tierra

$$\text{Área} = \sum \left[ \frac{\sum (X_t * Y_{t+1}) - \sum (Y_t * X_{t+1})}{2} \right]$$

Fuente: (Pù C. A., 2013)

Cuadro 21: Ejemplo del cálculo de movimientos de tierra

<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>Xo</b>	<b>Yo</b>
<b>X1</b>	<b>Y1</b>
<b>X2</b>	<b>Y2</b>

Fuente: (Pù C. A., 2013).

“Cálculo de volúmenes: Cada una de las áreas calculadas anteriormente constituye en un lado de un prisma de terreno que debe rellenarse o cortarse, al soportar que el terreno se comporta en una manera uniforme entre las dos estaciones, se hace un promedio de sus áreas y se multiplica por la distancia horizontal entre ellas, se obtienen así los volúmenes de corte y relleno en ese tramo. Fuente: (Pù C. A., 2013)”

Figura 46: Fórmula para el cálculo de volúmenes

$$V = \frac{(A1 + A2) * Distancia}{2}$$

Fuente: Fuente: (Pù C. A., 2013)

“Significado:

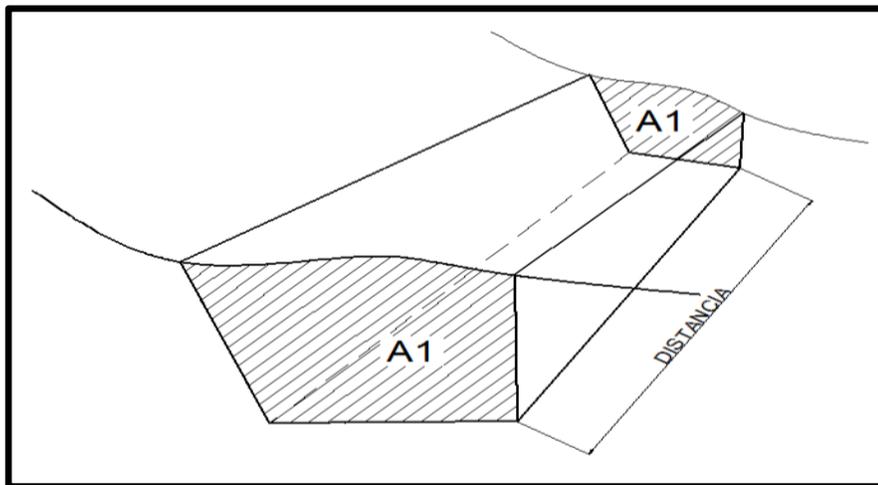
A1: Área 1.

A2: Área 2.

V: Volumen.

(Pù C. A., 2013)”

Figura 47: Cálculo de volumen de tierra



Fuente: (Pù, Secciones Transversales, 2013)

“Cuando en un extremo la sección tenga sólo área de corte y la otra solamente área de relleno, debe calcularse una distancia de paso, donde teóricamente el área pasa a ser de corte a relleno. Este se obtiene por medio de la interpolación de las dos áreas en la

distancia entre ellas, las fórmulas que facilitan este cálculo son las siguientes: (Pú, Secciones Transversales, 2013)”

Figura 48: Fórmulas para determinar cortes y rellenos

$$\text{Vol}_{\text{CORTE}} = \frac{A_c * D_1}{2}$$
$$\text{Vol}_{\text{RELLENO}} = \frac{A_r * D_2}{2}$$

Fuente: (Pú, Secciones Transversales, 2013).

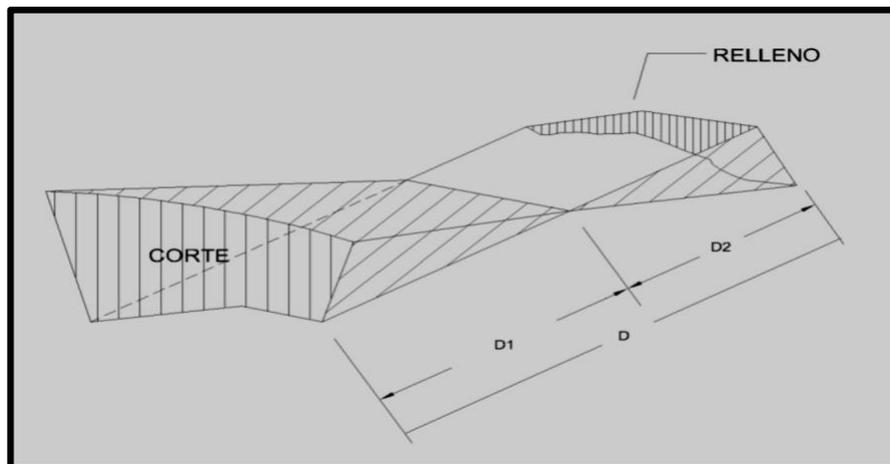
“Significado:

Ac: área de corte en la primera sección

Ar: área de relleno en la segunda sección

D: distancia (Pú, Secciones Transversales, 2013)”

Figura 49: volúmenes de corte y relleno



Fuente: (Pú, Secciones Transversales, 2013)

“Distancia de paso entre dos secciones

$$\frac{C+R}{D} = \frac{C}{D1} = \frac{C*d}{C+R}$$

Significado:

C= área de corte (H1)

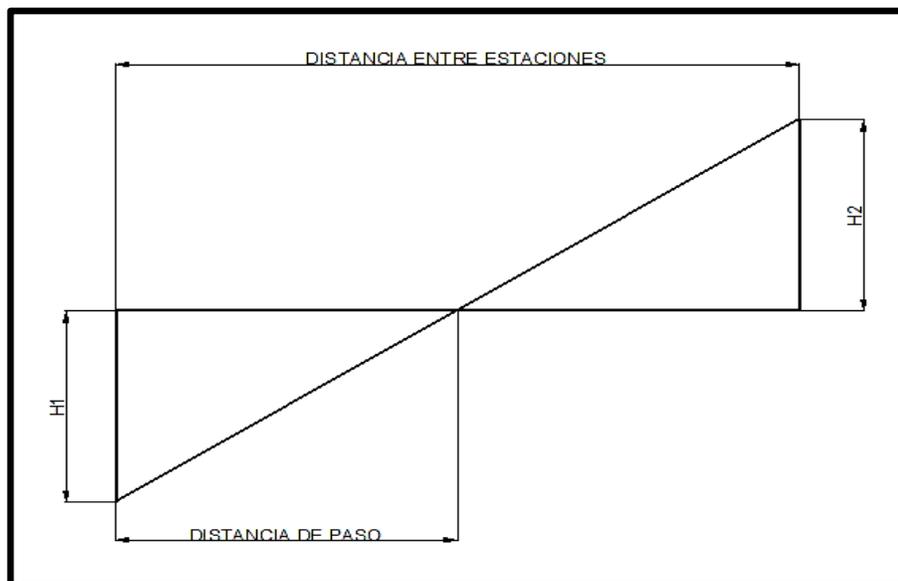
C= área de relleno (H2)

D: distancia entre estaciones

D1: distancia de paso

(Pú, Secciones Transversales, 2013)”

Figura 50: Distancia de paso entre dos secciones



Fuente: (Pú, Secciones Transversales, 2013)

### **Características de los caminos rurales:**

“Caminos rurales Unen aldeas y a las poblaciones más pequeñas de un mercado regional, y son los caminos terciarios, secundarios y de penetración, estos caminos no son pavimentados, son angostos, las curvas en ellos son cerradas y con más pendientes que las carreteras principales.(Orellana, 2014)”

“La construcción o el mantenimiento de los caminos rurales trae consigo un sin número de beneficios para la comunidad, acceso a los mercados, servicios básicos para la población como electricidad, agua potable, servicios de salud y educación. Así mismo colabora en el aumento del valor de los terrenos y brinda mayores oportunidades de empleo. (Orellana, 2014)”

“Caminos de tierra: En ellos los vehículos circulan prácticamente sobre el terreno natural, libre de materia vegetal. En ocasiones se encuentran revestimientos muy ligeros en ellos, y su alineamiento y sistema de drenaje es muy deficiente, debido a esto la circulación en estos caminos solo es posible durante el verano o con vehículos de doble tracción. El componente principal es estos caminos lo constituye el suelo natural libre de vegetación y compactado, el cual es la sub rasante. (Orellana, 2014)”

“Caminos de terracería: Son aquellos donde los vehículos circulan sobre la superficie recubierta con balastro, en estado natural o seleccionado. 4 Por lo general poseen alguna conformación con su respectivo bombeo y cunetas. Algunas veces su alineamiento ha sido mejorado y se proyectan alcantarillas, lo que mejora el camino ya que los hace transitables durante todas las épocas del año. (Orellana, 2014)”

“Caminos revestidos con material de base: En estos caminos circulan mayor cantidad de vehículos, por lo cual se debe disponer de una mejor superficie de rodadura. Por lo general cuentan con mayor derecho de vía, mejor alineamiento horizontal y vertical,

el sistema de drenaje es el adecuado y su condición se mantiene estable durante todo el año, ya que sus componentes principales son la sub rasante, la sub base y la base, que a su vez constituyen la superficie de rodadura. (Orellana, 2014)”

**“Requerimientos para habilitar caminos rurales:**

**Derecho de vía:** Es el que tiene el Estado o las Municipalidades, según el caso, sobre la faja de terreno en que se construyen los caminos, y por regla general, en ella se comprenderán dos paredes o cercas, dos banquetas o bermas, dos cunetas y un pavimento que es la carretera propiamente dicha. El derecho de vía, dentro de la que se encuentra la carretera o camino y sus obras complementarias, se extenderá más allá del borde de los cortes; del pie de los terraplenes o rellenos, o del borde más alejado de las obras de drenaje que eventualmente se construyen; el cual corresponde al ancho mínimo absoluto del derecho de vía. (Anzueto, 1942)”

“Este derecho de vía se inscribirá en el Registro de la Propiedad Inmueble, como lo previene el Acuerdo Gubernativo de 30 de noviembre de 1912; el de las carreteras nacionales y departamentales a favor del Estado y el de las de tercer orden, así como de los caminos de herradura y vecinales, a favor de las respectivas Municipalidades. (Anzueto, 1942)”

“El Derecho de Vía para las diversas clases de caminos tendrá la siguiente anchura:

- a) Para carreteras nacionales, veinticinco metros; 12.50 Metros Cada Lado.
  - b) Para carreteras departamentales, veinte metros; 10.00 Metros Cada Lado.
  - c) Para carreteras municipales, quince metros; y, 7.50 Metros Cada Lado.
  - d) Para caminos de herradura y vecinales, seis metros. 3.00 Metros Cada Lado.
- (Anzueto, 1942)”

“Dentro de este derecho de vía, se construirán los caminos con la anchura que la intensidad del tránsito requiera. La apertura y construcción de caminos vecinales, a través de propiedades privadas, se harán de acuerdo con lo que prescribe el Código Civil para las servidumbres de paso. (Anzueto, 1942)”

**“Tránsito Promedio Diario Anual (T.P.D.A):** El tránsito promedio diario anual o volumen del tránsito anual, es la unidad general de medida del tránsito sobre una carretera, o camino rural. Se define como el volumen total durante un período determinado de tiempo (en general días), mayor que un día y menor o igual que un año, dividido por el número de días comprendido en ese período de tiempo. (Morales I. , 2011)”

“Topografía del camino:

**Planimetría:** Es la rama de la topografía que se encarga de la representación gráfica del terreno, al suponer que no existe la curvatura terrestre, sobre un plano horizontal. (Mansilla, 1984)”

“Esta se define como el conjunto de trabajos necesarios para representar gráficamente la superficie de la tierra, y se toma como referencia el norte para su mejor orientación, es la proyección sobre un plano horizontal del eje central de la carretera. (Coralia Larissa Vásquez Pinelo, 2007)”

**“Altimetría:** La Altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de Elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. La determinación de las alturas o distancias verticales también se puede hacer a partir de las mediciones de las pendientes o grado de inclinación del terreno y de la distancia inclinada entre cada dos puntos. Como resultado se obtiene el esquema vertical. Al eje de la carretera en

alineamiento vertical se le llama línea sub rasante. (Coralía Larissa Vásquez Pinelo, 2007)”

**“Competencias institucionales:** Existen varias instituciones gubernamentales que tienen competencias respecto a la gestión de la infraestructura vial en el país, aunque no todas de ellas se relacionan con los caminos rurales. Estas competencias pueden agruparse en los principales grupos de actividad asociados a la gestión de caminos rurales: Planificación, Ejecución y Supervisión, Mantenimiento, y de Gestión ambiental. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

“Procesos de planificación de caminos rurales: La planificación de la infraestructura vial en el país se realiza en diferentes niveles: nacional, regional y local. Generalmente la gestión de los caminos rurales, por la función que estos desempeñan, se realiza a nivel local. En el Cuadro 5, se muestran las competencias y funciones principales de las entidades que participan en la planificación de la infraestructura vial, en el país. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

**“El Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda (CIV)** Es la entidad gubernamental responsable de atender la red vial del país, dentro de la que se incluyen los caminos rurales. Emite las disposiciones administrativas, legales y técnicas para orientar la gestión de los mismos. Le corresponde la formulación de las políticas y hacer cumplir el régimen aplicable al establecimiento, mantenimiento y desarrollo de los sistemas de comunicaciones y transporte del país y la obra pública, entre otras funciones específicas (30 del Decreto 114-97). (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

**“La Dirección General de Caminos (DGC) Es una entidad del Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Viviendas (CIV),** que tiene el mandato de realizar la Planificación, Programación, Contratación, Supervisión, Mantenimiento y Mejoramiento de la Red Vial del País, que incluye todos los caminos, carreteras y puentes que integran el Sistema Vial de la República de Guatemala (DGC, 2012). Según el artículo 8 del Acuerdo Gubernativo 520-99, Reglamento Orgánico, como parte de sus objetivos y funciones, la DGC debe: (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

“a) Realizar, mantener, actualizar y ejecutar planes regionales de construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de carreteras y obras conexas de acuerdo a los programas correspondientes y políticas establecidas por el Ministerio del Ramo. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

“d) Estudiar, analizar y evaluar las solicitudes de proyectos de construcción, rehabilitación y mejoramiento de caminos, puentes y obras conexas para considerar la posibilidad de su inclusión en programas de inversión vial. Como entidad gubernamental responsable de la gestión y administración de la red vial del país, la DGC estableció las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y Puentes (DGC-MICIVI, 2000), publicación que norma de forma general, las relaciones entre la DGC y los contratistas. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

**“El Instituto del Fomento Municipal (INFOM):** Es una entidad estatal cuyo objetivo es apoyar a las municipalidades en la promoción de su desarrollo, brindándoles asistencia técnica y financiera en la realización de programas básicos de

obras y servicios públicos, en la explotación racional de los bienes y empresas municipales, en la organización de la hacienda y administración municipal y en general, en el desarrollo de la economía de los municipios. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para el diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

“(INFOM) desarrolla, entre otras, las siguientes funciones (artículo 4 de la Ley Orgánica): Asistencia técnica en (i) Planificación y financiamiento de Obras y Servicios públicos municipales; entre otras. En este sentido, apoya a las municipalidades en la planificación local de las vías de acceso a diferentes áreas de su territorio. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para el diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

“A partir de 1997, el INFOM inició acciones de planificación y construcción de caminos rurales, por medio de proyectos que se ejecutan en áreas geográficas específicas, como: a) Proyecto Piloto de Caminos Rurales Altiplano de San Marcos – PPCRSM- (Cobertura en San Marcos, ADIMAM); b) Segundo Programa de Caminos Rurales y Carreteras Principales (Cobertura en San Marcos – ADIMAM- y Huehuetenango – MAMSOHUE y Huistas-); y c) Programa de Mejoramiento de Carreteras en ZONAPAZ (Cobertura Alta Verapaz e Izabal –MAMPOLIZA). (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para el diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

“-FSS- Se crea mediante el Acuerdo Gubernativo 71-2009 del 11 de marzo de 2009 con el objeto de ejecutar programas, proyectos y obras que son competencia del Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda -CIV- para coadyuvar a fortalecer el desarrollo económico y social de la población y mejorar el nivel de vida de los guatemaltecos. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para el diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

“A partir de su creación, se le transfirieron las funciones de la Secretaria de Coordinación Ejecutiva de la Presidencia, como el Programa de Convoyes, y del Fondo de Inversión Social -FIS-, por lo cual posee vinculación con trabajos de infraestructura vial, en atención a demandas y gestiones que comunidades y gobiernos municipales plantean al Gobierno, para ser atendidas a través de los diferentes programas de Gobierno. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para el diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

**“Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica: (SEGEPLAN)** La Secretaría General de Planificación (SEGEPLAN) es el órgano de planificación del Estado, establecida como una institución de apoyo a las atribuciones de la Presidencia de la República, correspondiéndole coadyuvar a la formulación de la política general de desarrollo del Gobierno y evaluar su ejecución y efectos.(Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para el diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

“Tiene dos ámbitos de planificación y programación: el global - sectorial y el de su validación en las instancias de participación ciudadana en todo el territorio nacional, por medio del Sistema de Consejos de Desarrollo. La acción institucional se enfoca en la gestión integradora de la acción sectorial en los territorios, efectuada por intermedio de los distintos Ministerios, Secretarías y Fondos, con la inversión que se genera desde los Consejos de Desarrollo el Sistema de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural y las municipalidades. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para el diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

“Es la entidad responsable de articular los Planes de Desarrollo Municipal con los Planes de Gobierno Local de cada municipio, como una estrategia para fortalecer a las municipalidades y a la vez mejorar la calidad del gasto público y la inversión al

focalizar las intervenciones. Dentro de estas acciones, se involucra en la planificación local, en donde encaja en tema de los caminos rurales. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para el diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

“Municipalidades y Mancomunidades: Los municipios son la unidad básica de la organización territorial del Estado y espacio inmediato de participación ciudadana en los asuntos públicos; y las Mancomunidades son asociaciones de municipios que tienen la función de la formulación común de políticas públicas municipales, planes, programas y proyectos, la ejecución de obras y la prestación eficiente de servicios de sus competencias.(Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

“En este sentido y al considerar que los caminos rurales conectan principalmente las comunidades rurales con sus municipios, estas son las instancias de planificación regional y local que más relación poseen con los caminos rurales. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

“La información anterior muestra que en Guatemala existen diferentes entidades gubernamentales que participan en la planificación de la infraestructura vial, aunque participan de forma limitada en la planificación de la construcción, reparación y mantenimiento de los caminos rurales. A pesar de tener la rectoría en los temas de caminos rurales, tanto el CIV como la DGC no están en el ejercicio de la coordinación interinstitucional que permita armonizar la gestión de proyectos de caminos rurales con todas las instituciones involucradas en el proceso (EIA Center, 2013) (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales, 2013)”

“De acuerdo con información recabada en la Dirección General de Caminos y en la Unidad Coordinadora de Caminos Rurales del Instituto de Fomento Municipal, en Guatemala es altamente frecuente que los diversos actores institucionales, construyan caminos rurales sin utilizar los elementos mínimos de diseño que contribuirían a garantizar la calidad de los mismos, prolongar su vida útil, minimizar sus impactos en el ambiente y costos de mantenimiento, y en general, responder a las necesidades que les dieron origen. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y, 2013)”

“Aun cuando en el medio nacional existen instrumentos normativos y directrices técnicas para el diseño y construcción de caminos rurales, los mismos no son de observancia general. Esto se debe principalmente a que las normas técnicas establecidas son de tipo general y no son de observancia obligatoria, por lo que queda a la discreción de las entidades que ejecutan proyectos de caminos rurales, establecer sus propias normas, algunas de las cuales, no cumplen con criterios técnicos mínimos. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y, 2013)”

“Lo anterior representa una significativa condición de vulnerabilidad para la infraestructura de caminos rurales del país. El solo hecho de utilizar elementos mínimos de ingeniería en el diseño de caminos rurales, lograría reducir la vulnerabilidad de estos, principalmente ante amenazas significativas como las asociadas al cambio climático. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y, 2013)”

“Esto resalta la necesidad de fortalecer la coordinación interinstitucional en este aspecto clave, que permita garantizar que las prácticas adecuadas de diseño sean aplicadas obligatoriamente en todos los proyectos que se emprendan. El fortalecimiento de esta coordinación es un reto actual que debe ser atendido desde las

políticas de Gobierno, en sus distintos niveles. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y, 2013)”

“En el país se tienen diversos esquemas de ejecución y supervisión de la obra pública, que incluye los caminos rurales. En estos participan múltiples entidades, tanto gubernamentales como no gubernamentales, quienes ejecutan y/o supervisan, diversos proyectos a nivel nacional. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y, 2013)”

“Las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras y Puentes (DGC-MICIVI, 2000), establecen que cada actor “debe asumir la responsabilidad que le corresponde: el que diseña es responsable del diseño; el que construye es responsable de que la construcción se ejecute de conformidad con el diseño aprobado por la Dirección General de Caminos; y todos los participantes deben tener como objetivo primordial encauzar sus esfuerzos y colaboración hacia la construcción de la obra en el tiempo estipulado y con la calidad con que fuera concebida y aprobada (DGC-MICIVI, 2000).” (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y, 2013)”

“En este sentido, este compendio de especificaciones intenta establecer que las fases de diseño, construcción y supervisión deberían ser encomendadas a entidades diferentes, lo que, en numerosos casos, no se cumple, y compromete la transparencia y la calidad de las obras. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y, 2013)”

“Con la finalidad de analizar el grado de involucramiento de las diversas entidades, en el Cuadro 6, se describe la participación de las mismas, en la ejecución y/o supervisión de proyectos de caminos rurales en el país. (Carranza, Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y, 2013)”

“Estudio de Impacto Ambiental: La construcción de caminos rurales afecta directamente el área de influencia del ambiente social y natural. Para mitigar tal acción se realiza un Estudio Inicial Ambiental. (CETO, 2007)”

“Todo tipo de construcciones, al igual que toda actividad realizada por el ser humano en la tierra, genera cierto impacto en los componentes ambientales, ya sea por factores físicos, biológicos, o sociales; dicho impacto puede ser de carácter positivo, negativo irreversible, negativo con posibles mitigaciones o neutro. El objetivo principal es tener en cuenta las normativas que existen en la actualidad respecto a la ley ambiental y así, lograr que cada proyecto que se ejecute cause el menor daño posible a la comunidad. (Pù, 2013)”

“De acuerdo con las normativas ambientales de la actualidad, pueden realizarse dos tipos de estudios de impacto ambiental, el primero es el impacto no significativo o evaluación rápida, y el segundo es el impacto significativo o evaluación general. (Pù, 2013)”

“Impacto ambiental no significativo: Consiste básicamente en un breve estudio realizado mediante una visita de observación al sitio del proyecto, por parte de técnicos en la materia aprobados por el Ministerio de Ambiente y por parte del interesado; el criterio se basa en proyectos de las mismas características en cuanto a tamaño, ubicación y otros indicadores que se consideren pertinentes según sea el caso. (Pù, 2013)”

“Impacto ambiental significativo

Generalmente se desarrolla en dos fases:

Fase preliminar o de factibilidad, la cual debe contar con:

- Datos de la persona interesada, individual o jurídica.
- Descripción del proyecto y escenario ambiental;  
(Natural, social y humano).
- Principales impactos y medidas de mitigación.
- Sistemas de disposición de desechos.
- Plan de contingencia.
- Plan de seguridad humana.
- Otros datos que se consideren necesarios. (Pù, 2013)”

“Fase completa: Generalmente se aplica a proyectos con grandes impactos, y debe ser un estudio lo más completo posible, que además de cumplir con lo establecido en la fase preliminar responda a las siguientes interrogantes: (Pù, 2013)”

- “¿Qué sucederá al medio ambiente como resultado de la ejecución del proyecto?
- ¿Cuál es el alcance de los cambios que sucederán?
- ¿Qué importancia tienen los cambios?
- ¿Qué puede hacerse para prevenirlos o mitigarlos?
- ¿Qué opciones o posibilidades son factibles?
- ¿Qué piensa la comunidad del proyecto? (Pù, 2013)”

“Toda autorización derivada de un estudio de evaluación de impacto ambiental significativo, deberá garantizar su cumplimiento por parte de la persona interesada, individual o jurídica, por medio de una fianza que será determinada por el Ministerio de Ambiente. (Pù, 2013)”

“Limpieza de capa vegetal: Dentro de la fase de movimiento de tierras comprende varios aspectos entre los cuales están:

Desmontes: El desmonte consiste en eliminar la vegetación existente de la zona que ocupa el camino y se realiza en una faja que abarca, hasta un metro afuera de los cortes y rellenos. (Pèrez, 1980)”

“Tala: Es el corte de árboles y arbustos.

Roza: Es la eliminación de la maleza, hierva, zacate y residuos de siembra.

Desenraice: Es la extracción de troncos. (Pèrez, 1980)”

“Limpieza: Es el retiro del producto del desmonte, se coloca en lugares de manera que no obstruyan el funcionamiento de las obras de drenaje, cuando hay quema, se extremen las precauciones para evitar que se propague el fuego. (Pèrez, 1980)”

“Eliminación de la capa vegetal: Consiste en la remoción de un determinado espesor del terreno natural que, por sus características, es inadecuado para formar parte de la cama del camino, o para emplearse en la formación de rellenos. El material se coloca de tal manera que no afecte al drenaje, o sea motivo de azolve en las obras de drenaje. (Pèrez, 1980)”

**“Base Legal:**

La Dirección General de Caminos (DGC) es la responsable de la administración de la red vial registrada del país, lo que implica la planificación, diseño, ejecución y supervisión de obras de construcción, ampliación rehabilitación y mantenimiento de las carreteras del país. (Caminos, 1920)”

“La Dirección General de Caminos es la Institución Gubernamental que planifica, diseña, ejecuta y supervisa las obras de construcción, mejoramiento, ampliación, reconstrucción y mantenimiento de las carreteras en la República de Guatemala, y contribuye al desarrollo Nacional y al bienestar económico y social de la población guatemalteca. (Caminos, 1920)”

“Para conservar y optimizar la calidad de sus servicios “CAMINOS” mantiene un mejoramiento constante, que le permite responder a las demandas de los usuarios de las carreteras y de la población en general, constituyéndose como la Institución líder en productividad, y sirve de modelo nacional e internacional. (Caminos, 1920)”

“Entre las funciones de la Dirección General de Caminos están:

- Realizar, mantener, actualizar y ejecutar planes regionales de construcción, rehabilitación, mejoramiento y mantenimiento de carreteras y obras conexas de acuerdo a los programas correspondientes y políticas establecidas por el Ministerio del Ramo. (Caminos, 1920)”
- “Mantener las carreteras en óptimas condiciones de transitabilidad en toda época del año y proporcionar el mantenimiento adecuado a los puentes de la red vial del país que estén bajo su responsabilidad. (Caminos, 1920)”
- “Por delegación del Ministerio del Ramo, suscribir contratos de supervisión, construcción, rehabilitación y mejoramiento de obras de infraestructura vial, así como servicios, y así verificar que el contenido de los mismos favorezca al Estado y que dichos instrumentos contractuales cumplan con los requerimientos que para el efecto establecen las leyes. (Caminos, 1920)”
- “Ejecutar el control de pesos y dimensiones de vehículos automotores. (Caminos, 1920)”

“Estudio de Impacto Ambiental: La construcción de caminos rurales afecta directamente el área de influencia del ambiente social y natural. Para mitigar tal acción se realiza un Estudio Inicial Ambiental. (CETO, 2007)”

“Todo tipo de construcciones, al igual que toda actividad realizada por el ser humano en la tierra, genera cierto impacto en los componentes ambientales, ya sea por factores físicos, biológicos, o sociales; dicho impacto puede ser de carácter positivo, negativo

irreversible, negativo con posibles mitigaciones o neutro. El objetivo principal es tener en cuenta las normativas que existen en la actualidad respecto a la ley ambiental y así, lograr que cada proyecto que se ejecute cause el menor daño posible a la comunidad. (Pù, 2013)”

“De acuerdo con las normativas ambientales de la actualidad, pueden realizarse dos tipos de estudios de impacto ambiental, el primero es el impacto no significativo o evaluación rápida, y el segundo es el impacto significativo o evaluación general. (Pù, 2013)”

“Impacto ambiental no significativo: Consiste básicamente en un breve estudio realizado mediante una visita de observación al sitio del proyecto, por parte de técnicos en la materia aprobados por el Ministerio de Ambiente y por parte del interesado; el criterio se basa en proyectos de las mismas características en cuanto a tamaño, ubicación y otros indicadores que se consideren pertinentes según sea el caso. (Pù, 2013)”

#### **“Impacto ambiental significativo**

Generalmente se desarrolla en dos fases:

Fase preliminar o de factibilidad, la cual debe contar con:

- Datos de la persona interesada, individual o jurídica.
- Descripción del proyecto y escenario ambiental;  
(natural, social y humano).
- Principales impactos y medidas de mitigación.
- Sistemas de disposición de desechos.
- Plan de contingencia.
- Plan de seguridad humana.

- Otros datos que se consideren necesarios. (Pù, 2013)”

“Fase completa: Generalmente se aplica a proyectos con grandes impactos, y debe ser un estudio lo más completo posible, que además de cumplir con lo establecido en la fase preliminar responda a las siguientes interrogantes: (Pù, 2013)”

- “¿Qué sucederá al medio ambiente como resultado de la ejecución del proyecto?
- ¿Cuál es el alcance de los cambios que sucederán?
- ¿Qué importancia tienen los cambios?
- ¿Qué puede hacerse para prevenirlos o mitigarlos?
- ¿Qué opciones o posibilidades son factibles?
- ¿Qué piensa la comunidad del proyecto? (Pù, 2013)”

“Toda autorización derivada de un estudio de evaluación de impacto ambiental significativo, deberá garantizar su cumplimiento por parte de la persona interesada, individual o jurídica, por medio de una fianza que será determinada por el Ministerio de Ambiente. (Pù, 2013)”

### **III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “El incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años, por inaccesibilidad vehicular, es debido a la inexistencia de proyecto para construcción de Camino Rural.”, se identificaron 2 poblaciones a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, de las cuales una población (usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa) se direccionó a obtener información sobre el efecto. Se trabajó la técnica muestral por medio de la población infinita cualitativa, con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error.

La segunda población de estudio (profesionales de la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de San Luis Jilotepeque, Jalapa) se direccionó a obtener información sobre la causa de la problemática. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Para responder efecto, se trabajó con 68 usuarios; para responder causa, se identificaron a 7 profesionales. De la gráfica uno a la cinco se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que de la gráfica seis a la diez, se comprueba la variable X o causa.

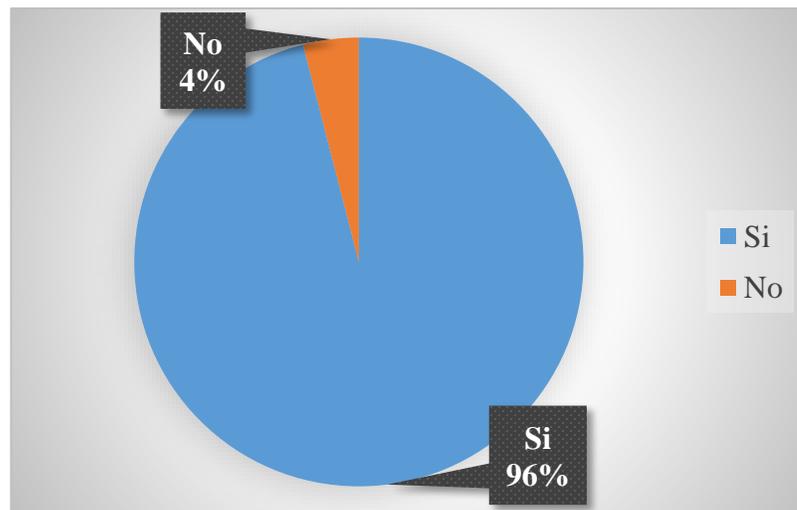
### III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto).

**Cuadro 22: Personas que indican que existe incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	65	96
No	3	4
Totales	68	100

Fuente: usuarios encuestados, noviembre 2020

**Gráfica 1: Personas que indican que existe incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque.**



Fuente: usuarios encuestados, noviembre 2020

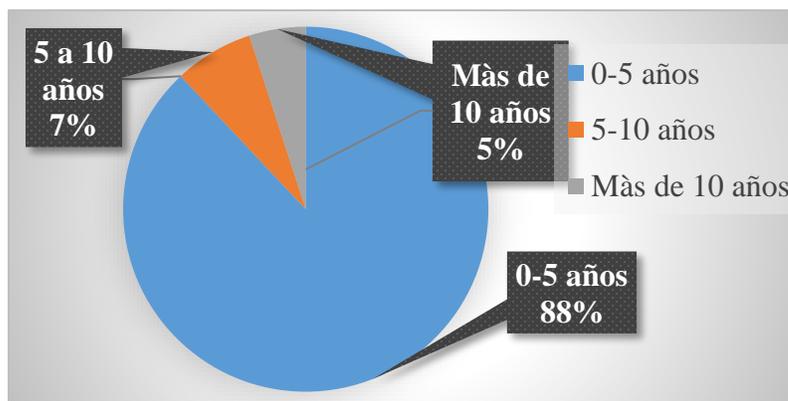
**Análisis:** El efecto se confirma mediante la opinión de la mayoría de usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, al indicar que, si existe incremento en la pérdida de mercancías transportadas por la citada vereda, mientras que la minoría de ellos, argumenta la situación contraria.

**Cuadro 23: Personas que indican el tiempo del incremento en pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0-5 años	60	88
5-10 años	5	7
Más de 10 años	3	5
Totales	68	100

Fuente: usuarios encuestados, noviembre 2020

**Gráfica 2: Personas que indican el tiempo del incremento en pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque.**



Fuente: usuarios encuestados, noviembre 2020

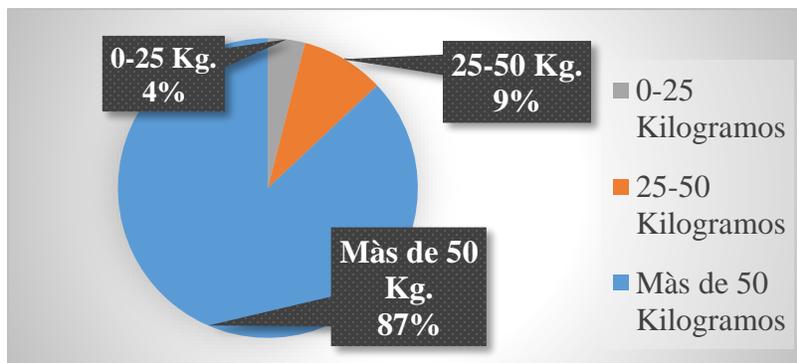
**Análisis:** El efecto se confirma mediante la opinión de los encuestados, quienes indican desde hace cuánto tiempo existe el incremento en pérdida de mercancías transportadas por los usuarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, un grupo de encuestados indica el tiempo de incremento desde hace más de 10 años, otro grupo indica el tiempo de incremento de 5 a 10 años, mientras que otro grupo de encuestados indica el tiempo del incremento de 0-5 años atrás.

**Cuadro 24: Personas que indican la cantidad de pérdidas en kilogramos de mercancías transportadas por usuarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa en el último año.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
0 a 25 Kilogramos	3	4
25 a 50 Kilogramos	6	9
Más de 50 kilogramos	59	87
Totales	68	100

Fuente: usuarios encuestados, noviembre 2020

**Gráfica 3: Personas que indican la cantidad de pérdidas en kilogramos de mercancías transportadas por usuarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa en el último año.**



Fuente: usuarios encuestados, noviembre 2020

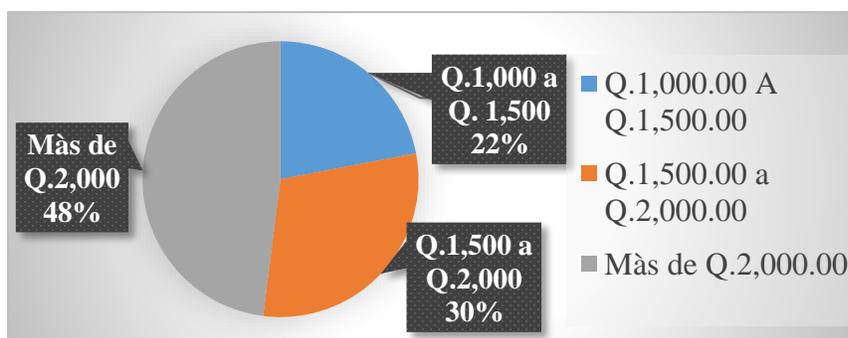
**Análisis:** El efecto se confirma mediante la opinión de personas que indican la cantidad de pérdidas en kilogramos de mercancías transportadas por usuarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa en el último año, el primer grupo de personas indica pérdida, de 0 a 25 Kg. el segundo grupo de personas indican pérdidas de 25 a 50 Kg, mientras que el tercer grupo de personas indica pérdida de más de 50 Kg, en el último año.

**Cuadro 25: Personas que indican la cantidad de pérdidas en quetzales de mercancías transportadas por usuarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa en el último año.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Q.1,000.00 a Q.1,500.00	15	22
Q. 1,500.00 a Q2,000.00	20	30
Más de Q.2,000.00	33	48
Totales	68	100

Fuente: usuarios encuestados, noviembre 2020

**Gráfica 4: Personas que indican la cantidad de pérdidas en quetzales de mercancías transportadas por usuarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa en el último año.**



Fuente: usuarios encuestados, noviembre 2020

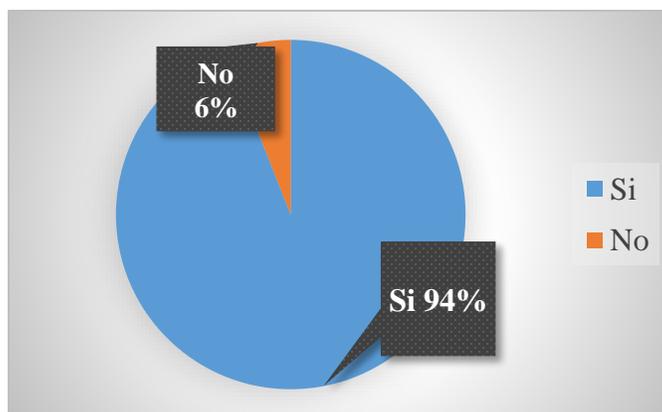
**Análisis:** El efecto se confirma mediante la opinión de personas que indican la cantidad de pérdidas en quetzales de mercancías transportadas por usuarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa en el último año, una población de usuarios afirma tener pérdidas de Q.1, 000 a Q.1,500; otra población de usuarios afirma tener pérdidas de Q.1, 500 a Q.2, 000, mientras que la mayoría de la población afirman tener pérdidas mayores a Q.2, 000 en el último año.

**Cuadro 26: Personas que indican que la ejecución de proyecto para construcción de camino rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, disminuirá la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de las comunidades en mención.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	64	94
No	4	6
Totales	68	100

Fuente: usuarios encuestados, noviembre 2019

**Gráfica 5. Personas que indican que la ejecución Proyecto para construcción de camino rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, disminuirá la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de las comunidades en mención.**



Fuente: usuarios encuestados, noviembre 2020

**Análisis:** El efecto se confirma mediante la opinión de la mayoría de encuestados al afirmar que la ejecución proyecto para construcción de camino rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, disminuirá las pérdidas de mercancías transportadas por los usuarios de las comunidades en mención, mientras una minoría afirma lo contrario.

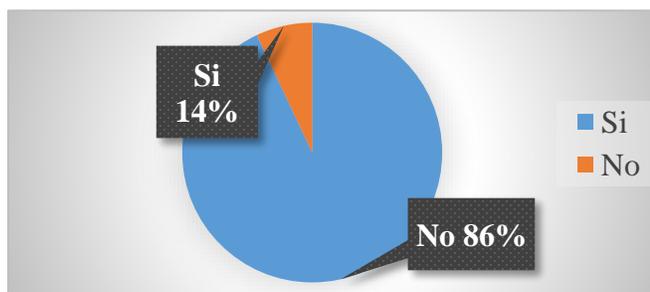
### III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente X (Causa).

**Cuadro. 27** Personas que indican tener conocimiento de la existencia de proyecto para construcción de camino rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	1	14
No	6	86
Totales	7	100

Ffuente: Profesionales de la Dirección Municipal de Planificación D.M.P, noviembre 2020

**Grafica 6.** Personas que indican tener conocimiento de la existencia de proyecto para construcción de camino rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.



Fuente: Profesionales de la Dirección Municipal de Planificación D.M.P, noviembre 2020

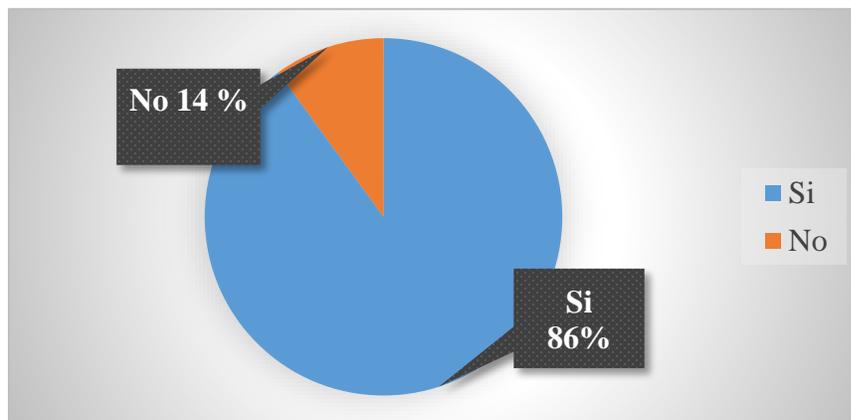
**Análisis:** La causa se confirma mediante la opinión de la mayoría de profesionales de la Dirección Municipal de planificación de la municipalidad de San Luis Jilotepeque, al indicar no tener conocimiento de la existencia de proyecto para construcción de Camino Rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa. Mientras que sólo una minoría, afirmó si tener conocimiento.

**Cuadro. 28 Personas que indican la necesidad de implementar proyecto para construcción de camino rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	6	86
No	1	14
Totales	7	100

Fuente: Profesionales de la Dirección Municipal de Planificación D.M.P, noviembre 2020

**Grafica 7. Personas que indican la necesidad de implementar proyecto para construcción de camino rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.**



Fuente: Profesionales de la Dirección Municipal de Planificación D.M.P, noviembre 2020

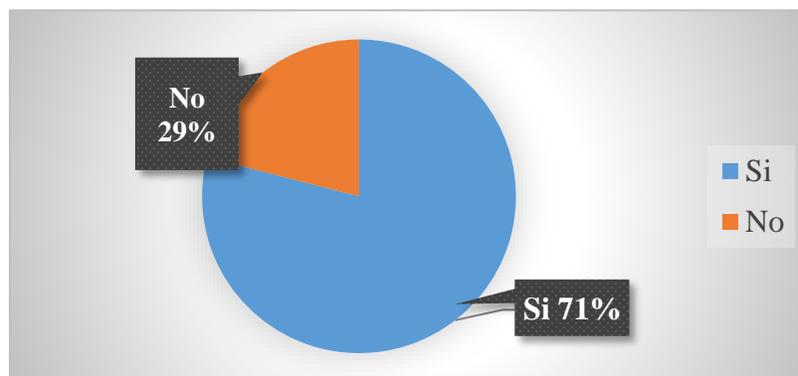
**Análisis:** La causa se confirma mediante la opinión de la mayoría de profesionales de la Dirección Municipal de planificación de la municipalidad de San Luis Jilotepeque, al indicar que es necesario implementar proyecto para construcción de Camino Rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa. Mientras que sólo una menor parte, afirmó lo contrario.

**Cuadro. 29 Personas que indican que la falta de proyecto para construcción de camino rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, afecta la calidad de vida de ambas comunidades.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	71
No	2	29
Totales	7	100

Fuente: Profesionales de la Dirección Municipal de Planificación D.M.P noviembre 2020

**Gráfica 8. Personas que indican que la falta de proyecto para construcción de camino rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, afecta la calidad de vida de ambas comunidades.**



Fuente: Profesionales de la Dirección Municipal de Planificación D.M.P. noviembre 2020

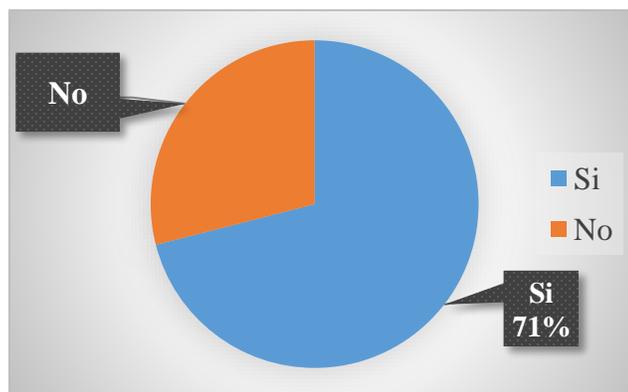
**Análisis:** La causa se confirma mediante la opinión de la mayoría de profesionales de la Dirección Municipal de planificación de la municipalidad de San Luis Jilotepeque, al indicar que la falta de proyecto para construcción de camino rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa., afecta la calidad de vida de los habitantes de ambas comunidades, mientras que sólo una menor parte, afirmó lo contrario.

**Cuadro 30. Personas que indican urgente la ejecución de proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, san Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	71
No	2	29
Totales	7	100

Fuente: Profesionales de la Dirección Municipal de Planificación D.M.P noviembre 2020

**Gráfica 9. Personas que indican urgente la ejecución de proyecto para construcción de camino rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, san Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa.**



Fuente: Profesionales de la Dirección Municipal de Planificación D.M.P. noviembre 2020

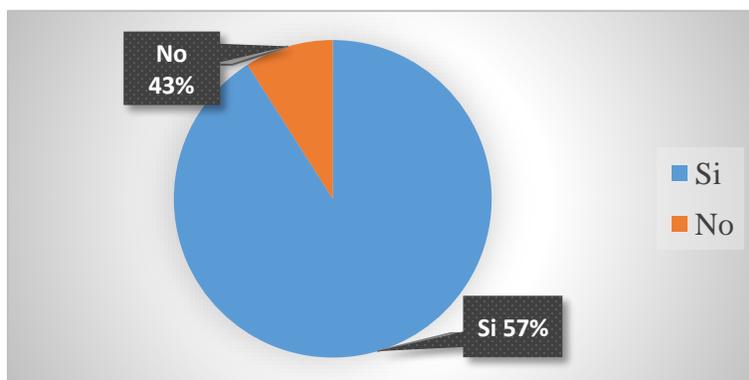
**Análisis:** La causa se confirma mediante la opinión de la mayoría de profesionales de la Dirección Municipal de planificación de la municipalidad de San Luis Jilotepeque al indicar ser de carácter urgente la ejecución de proyecto para construcción de camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa, mientras que la minoría opinó lo contrario.

**Cuadro 31. Personas que indican que la falta de proyecto para la construcción de camino rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, provoca subdesarrollo en las comunidades antes citadas.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	4	57
No	3	43
Totales	7	100

Fuente: Profesionales de la Dirección Municipal de Planificación D.M.P noviembre 2020

**Gráfica 10. Personas que indican que la falta de proyecto para la construcción de camino rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, provoca subdesarrollo en las comunidades antes citadas.**



Fuente: Profesionales de la Dirección Municipal de Planificación D.M.P. noviembre 2020

**Análisis:** La causa se confirma mediante la opinión de la mayoría de profesionales de la Dirección Municipal de planificación de la municipalidad de San Luis Jilotepeque, al indicar que la falta de proyecto para construcción de camino rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa. Es la causante del subdesarrollo de las comunidades antes citadas, mientras que la minoría expresó lo contrario.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **IV.1 Conclusiones**

Por medio de la fase de investigación realizada referente al aumento en la pérdida de mercancías transportadas por usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa., se llegó a las conclusiones y recomendaciones siguientes.

1. Se comprueba la hipótesis: El incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años, por inaccesibilidad vehicular, es debido a la inexistencia de proyecto para construcción de camino rural, con el con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error para la variable efecto; mientras que se utilizó el 100% del nivel de confianza y el 0% de error para la variable causa.
2. La pérdida de mercancías que transportan los usurarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, aumentan debido a la falta de proyecto para la construcción de Camino Rural.
3. No se ha dado la importancia necesaria para gestionar, financiar y ejecutar el proyecto de construcción de Camino Rural, por parte de la unidad ejecutora de la administración municipal actual, del municipio de san Luís Jilotepeque, Jalapa.
4. La población del caserío Pampumay, San Pedro Pinula Jalapa, es relativamente minoritaria, -contrario a la población de aldea La montaña, San Luís Jilotepeque, Jalapa- lo cual ha sido un factor desfavorable para agilizar la propuesta, financiamiento y ejecución del proyecto.

5. La continuidad de vereda entre las dos comunidades de San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, mantendrá incomunicadas a las comunidades con los servicios básicos.
6. La inexistencia de proyecto de construcción de Camino Rural, continuará con efectos negativos a los pobladores de caserío Pampumay, San Pedro Pinula, Jalapa, mayoritariamente, debido a que continuarán sin acceso vehicular hacia la cabecera municipal.
7. Si la Unidad ejecutora no declara en prioridad y de carácter urgente la propuesta de proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, san Pedro Pinula y aldea La Montaña, san Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa, el proyecto pasará años sin ejecutarse.
8. La problemática de falta de acceso vehicular, por falta de proyecto para construcción de Camino Rural, de las comunidades en estudio, ha permanecido durante varios años.

#### **IV.2 Recomendaciones**

Con respecto a las conclusiones determinadas, es de gran importancia que las autoridades municipales, tomen en cuenta lo siguiente:

1. Implementar el proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, san Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa, para disminuir la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios sobre vereda entre las poblaciones citadas.
2. Hacer las diligencias necesarias, para que se gestione, financie y ejecute el proyecto de construcción de Camino Rural en las comunidades mencionadas, por parte de la Unidad Ejecutora.

3. Concientizar a los integrantes de la Unidad Ejecutora, del carácter urgente de la ejecución del proyecto en mención.
4. Tras conocer la propuesta de proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, san Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa; es primordial hacer los trámites legales necesarios para contemplar como prioridad el presente proyecto, y planificar su ejecución a la brevedad posible.
5. Concientizar a integrantes de COCODES de las comunidades objeto de estudio, para colaborar con las diligencias legales que como autoridades locales les corresponde.
6. Priorizar el proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, san Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa, para mejorar la calidad de vida de los habitantes de las dos comunidades citadas.

## BIBLIOGRAFIA

1. AASHTO. (2011). Normas AASHTO. En AASHTO, Normas AASHTO (pág. 314).
2. Anzueto, R. (5 de Junio de 1942). EGLAMENTO SOBRE EL DERECHO DE VÍA DE LOS CAMINOS PÚBLICOS Y SU RELACIÓN CON LOS PREDIOS QUE ATRAVIESAN. Obtenido de <https://www.caminos.gob.gt/Descargas/Reglamentos/Reglamento%20de%20Derecho%20Via.pdf>.
3. Barrios, L. F. (6 de Julio de 2020). Consultores de la FAO. Obtenido de Consultores de la FAO: <http://www.fao.org/3/y5711s/y5711s05.htm>.
4. Barrios, L. F. (9 de Agosto de 2020). Consultores de la FAO. Obtenido de Consultores de la FAO: <http://www.fao.org/3/y5711s/y5711s06.htm>.
5. Carranza, C. A. (2013). Marco normativo y regulatorio nacional vigente para el diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales. En C. A. Carranza, Manual para la planificación, diseño, construcción y mantenimiento d caminos rurales con enfoque de gestion y adaptación a la variabilidad y alcambio climático (pág. 15). Ciudad de Guatemala.
6. Carranza, C. A. (2013). Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y. En C. A. Carranza, Manual para la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de caminos rruales con enfoque de gestión y adaptación a la variabilidad y al cambio climático (pág. 17). Ciudad de Guatemala.
7. Carranza, C. A. (2013). Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales. En C. A. Carranza, Manual para la planificación ,diseño, construcción y mantenimiento de caminos rurales con enfoque de gestión y adaptación a la variabilidad y al cambio climático (pág. 14). Ciudad de Guatemala.
8. Carranza, C. A. (2013). Marco normativo y regulatorio nacional vigente para la diseño, construcción y mantenimiento de los caminos rurales. En C. A. Carranza, Manual para la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de caminos rurales con enfoque de gestión y adaptación a la variabilidad al cambio climático (pág. 46). Ciudad de Guatemala.
9. Carranza, C. A. (2013). Ubicación de los bancos de materiales. En C. A.

Carranza, Manual para la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de caminos rurales con enfoque de gestión y adaptación a la variabilidad y al cambio climático (pág. 78 y 79). Ciudad de Guatemala.

10. César Augusto Castro Pú, T. (2013). Diseño de curvas verticales. En C. A. Pú, apertura de carretera de la comunidad de chacalté y diseño de puente vehicular de las comunidades de balamté y chiacach, del municipio de santa maría cahabón, departamento de alta verapaz (pág. 31 y 32). Guatemala.
11. Ceto, p. H. (2007). Fase de servicio técnico profesional. En p. H. Ceto, ampliación, mejoramiento apertura de brecha de carretera para la aldea agua tibia, e introducción de agua potable para caserío el madrón, chinique de las flores, el quiché. (pág. 10 y 11). Guatemala.
12. Coralia Larissa Vásquez Pinelo, T. (2007). Curvas Circulares. En T. Coralia Larissa Vásquez Pinelo, rehabilitación de tramo carretero que conduce del caserío el poshte a l aldea el barreal y diseño de un muro de contención para el polideportivo cdag del sector bella vista zona 5 del municipio de chiquimula. (pág. 29). Guatemala.
13. Coralia Larissa Vásquez Pinelo, T. (2007). Planimetría. En T. Coralia Larissa Vásquez Pinelo, rehabilitación de tramo carretero que conduce del caserío el poshte a l aldea el barreal y diseño de un muro de contención para el polideportivo cdag del sector bella vista zona 5 del municipio de chiquimula. (pág. 17 Y 18). Guatemala.
14. DGC, D. G. (2011). En D. G. Caminos, Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes. Ciudad de Guatemala.
15. España, H. A. (1996). Sección Transversal. En H. A. España, Manual de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (pág. 18). Ciudad de Guatemala.
16. Español, D. (20 de Agosto de 2020). Reverso Diccionario. Obtenido de Definición acceso vehicular: <https://diccionario.reverso.net/espanol-definiciones/acceso+vehicular>.
17. Española, R. A. (10 de Agosto de 2020). Diccionario de la lengua española. Obtenido de Diccionario de la lengua española: <https://dle.rae.es/vereda>.
18. Gálvez, J. (2014). Glosario. En J. Gálvez, Manual para la planificación, diseño, construcción y mantenimientos de caminos rurales, con enfoque de gestión y

adaptacion a la variabilidad y al cambio climático. (pág. 89). Ciudad de Guatemala.

19. Gardey, J. P. (2009). Definicion.DE. Obtenido de Definicion.DE: (<https://definicion.de/camino/>)
20. Gordon Keller & James Sherar. (2005). Drenaje para caminos Rurales. En Gordon Keller & James Sherar, Ingenieria de Caminos Rurales (pág. 65). Mèxico DF.
21. Irigoyen, Á. E. (2 de julio de 1997). Reglamento de Tránsito Gubernativo No. 499-97.pdf.Mingob. Obtenido de Reglamento de Tránsito Gubernativo No. 499-97.pdf.Mingob: <https://mingob.gob.gt>
22. Ivan Morales, E. T. (2011). Controles y criterios de diseño. En E. T. Ivan Morales, Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras (pág. 55). Madrid: Aecid.
23. Larousse Editorial, S. (2009). The free dictionary. Obtenido de The free dictionary: <https://es.thefreedictionary.com> > mercancía
24. Linares, M. V. (2002). Mecanismos de coordinaciòn. En M. V. Linares, Especificaciones Tècnicas para la Construcciòn de Caminos Rurales en Guatemala (pág. 79). Ciudad de Guatemala.
25. López, J. G. (2008). Curvas Verticales. En J. G. López, planificación y diseño de la apertura del camino vecinal que conduce de la aldea chixolop, hacia la aldea san gabriel, del municipio de san miguel chicaj, departamento de baja verapaz. (pág. 21). Guatemala.
26. Lòpez, J. G. (2008). Diseño de Curvas Horizontales. En J. G. Lòpez, planificación y diseño de la apertura del camino vecinal que conduce de la aldea chixolop, hacia la aldea san gabriel, del municipio de san miguel chicaj, departamento de baja verapaz (pág. 39). Ciudad de Guatemala.
27. Lòpez, J. G. (2008). Diseño Geomètrico. En J. G. Lopez, planificación y diseño de la apertura del camino vecinal que conduce de la aldea chixolop, hacia la aldea san gabriel, del municipio de san miguel chicaj, departamento de baja verapaz. (pág. 15). Ciudad de Guatemala.
28. López, J. G. (2008). Planificación y diseño de la apertura del camino vecinal

que conduce de la aldea chixolop, hacia la aldea san gabriel, del municipio de san miguel chicaj, departamento de baja verapaz. En j. G. López, planificación y diseño de la apertura del camino vecinal que conduce de la aldea chixolop, hacia la aldea san gabriel, del municipio de san miguel chicaj, departamento de baja verapaz (pág. 33 y 34). Ciudad de Guatemala.

29. Mansilla, J. A. (1984). Planimetría. En J. A. Mansilla, Topografía: Principios Básicos y Planimetría (pág. 54). Guatemala.
30. MARN. (13 de noviembre de 2020). Diagnostico Ambiental de Bajo Impacto. Obtenido de [www.marn.gob.gt](http://www.marn.gob.gt): [https://www.marn.gob.gt/paginas/Diagnostico\\_Ambiental\\_de\\_Bajo\\_Impacto](https://www.marn.gob.gt/paginas/Diagnostico_Ambiental_de_Bajo_Impacto).
31. Matteis, Á. F. (2003). Estabilidad de Taludes. En Á. F. Matteis, Geología y Geotecnia (pág. 2).
32. Méndez, A. R. (s.f.). Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras. En A. R. Méndez, Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras (pág. 53).
33. Méndez, A. R. (s.f.). Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras. En A. R. Méndez, Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras. (pág. 23). Ciudad de Guatemala.
34. Méndez., A. R. (s.f.). Metodología de Actividades para el Diseño Geométrico de Carreteras. En A. R. Méndez., Metodología de Actividades para el Diseño Geométrico de Carreteras (pág. 28). Ciudad de Guatemala.
35. Ministerio de Comunicaciones, I. Y. (Enero de 2015). Red Vial Registrada 2014. Obtenido de [www.caminos.gob.gt](http://www.caminos.gob.gt)
36. Monné, R. L. (2 de Agosto de 2006). Los Caminos, Qué es un camino? Obtenido de Los Caminos, Qué es un camino?: [caminoslibres.es](http://caminoslibres.es) > documentos > los caminos.que es un camino.pdf
37. Moquillaza, R. O. (2005). Diseño Geométrico. En R. O. Moquillaza, Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito (pág. 60). Lima.
38. Moquillaza, R. O. (2005). Diseño Geométrico. En R. O. Moquillaza, Diseño Geométrico de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito (pág. 42 y 43). Lima.
39. Moquillaza, R. O. (2005). Drenaje Superficial. En R. O. Moquillaza, Manual

para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito (pág. 76). Lima.

40. Moquillaza, R. O. (2005). Elementos de la sección transversal. En R. O. Moquillaza, Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial (pág. 139). Madrid.
41. Moquillaza, R. O. (2005). Geología , Suelos y Capas de Revestimiento Granular. En R. O. Moquillaza, Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito. (pág. 129 y 130). Lima.
42. Moquillaza, R. O. (2005). Geología, Suelos y Capas de Revestimiento Granular. En R. O. Moquillaza, Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito (pág. 115). Lima.
43. Moquillaza, R. O. (2005). Geología, Suelos y Capas de revestimiento Granular. En R. O. Moquillaza, Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito (pág. 114). Lima.
44. Moquillaza, R. O. (2005). Hidrología y Drenaje. En R. O. Moquillaza, Diseño Geométrico de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito (pág. 67). Lima.
45. Moquillaza, R. O. (2005). Hidrología y Drenaje. En R. O. Moquillaza, Manual para el diseño de caminos no pavimentados. (pág. 86). Lima.
46. Moquillaza, R. O. (2005). Hidrología y Drenaje. En R. O. Moquillaza, Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito (pág. 78). Lima.
47. Moquillaza, R. O. (2005). Hidrología y Drenaje. En R. O. Moquillaza, Diseño Geométrico de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito (pág. 66). Lima.
48. Moquillaza, R. O. (2005). Hidrología y Drenaje. En R. O. Moquillaza, Diseño Geométrico de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito (pág. 90). Lima.
49. Moquillaza, R. O. (2005). Parámetros y Elementos Básicos del Diseño. En R. O. Moquillaza, Manual Para el Diseño de Caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito (pág. 31). Lima.

50. Moquillaza, R. O. (2005). Sección Transversal. En R. O. Moquillaza, Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito (pág. 58). Lima.
51. Moquillaza, R. O. (2005). Sección Transversal. En R. O. Moquillaza, Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito. (pág. 59). Lima.
52. Morales, B. R. (s.f.). Guía de Calculo para carreteras. En B. R. Morales, Guía de Calculo para carreteras (pág. 23). Ciudad de Guatemala.
53. Morales, I. (2001). Terminología usada en Diseño Geométrico. En I. Morales, Manual Centro Americano para el Diseño Geométrico de Carreteras (pág. 381). España.
54. Morales, I. (2011). Controles y Criterios de Diseño. En I. Morales, Manual Centroamericano para el diseño geométrico de carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial. (pág. 49). Madrid.
55. Morales, I. (2011). Definiciones. En I. Morales, Manual Centroamericano para el Diseño Geométrico de Carreteras (pág. 381). España.
56. Morales, I. (2011). Elementos de la sección transversal. En I. Morales, Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras con enfoque de Gestión de Riesgo y Seguridad Vial. (pág. 145). Madrid.
57. Morales, I. (2011). Elementos de la sección transversal. En I. Morales, Manual Centroamericano para el diseño Geométrico de Carreteras (pág. 137). España.
58. Morales, I. (2011). Elementos de la Sección Transversal. En I. Morales, Manual Centroamericano de Normas Diseño Geométrico de Carreteras (pág. 141). España.
59. Morales, I. (2011). Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras. En I. Morales, Elementos de la Sección Transversal (pág. 139). España.
60. Morales, M. V. (2002). Diseño Geométrico. En M. V. Morales, Especificaciones Técnicas para la Construcción de Caminos Rurales (pág. 9). Ciudad de Guatemala.
61. Neira, D. R. (Abril de 2002). La situación del transporte en el Pacto Andino.

Obtenido de Transporte de productos alimenticios en el àrea de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perù y Venezuela: <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/008/y5711s/y5711s03.pdf>.

62. Officials, A. A. (2001). Section Cross. En A. A. Officials, A Policy on Geometric Design of Highways and Streets (pág. 314). USA.
63. Online, G. (17 de Mayo de 2020). Geotecnia Online. Obtenido de Diccionario de Geotecnia: [www.diccionario.geotecnia.online](http://www.diccionario.geotecnia.online)
64. Orellana, T. J. (2014). Seguridad vial por medio del mantenimiento de caminos rurales. En T. J. Orellana, seguridad vial en caminos rurales, y realizar mantenimiento preventivo y correctivo en la república de guatemala (pág. 3 Y 4). Ciudad de Guatemala.
65. Orellana, T. J. (2014). Seguridad vial por medio del mantenimiento de caminos rurales. En T. J. Orellana, Seguridad vial en caminos rurales, y realizar mantenimiento preventivo y correctivo en la República de Guatemala (pág. 8 y 9). Ciudad de Guatemala.
66. Paredes, J. A. (2001). Sección Transversal. En J. A. Paredes, Manual de diseño Geométrico de Carreteras (pág. 71). Lima.
67. Paredes, J. A. (2001). Sección Transversal. En J. A. Paredes, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (pág. 72). Lima.
68. Paredes, J. A. (2001). Sección Transversal. Lima.
69. Paredes, J. A. (2001). Sección Transversal. En J. A. Paredes, Manual de diseño Geométrico de Carreteras (págs. 85-87). Lima.
70. Pèrez, P. E. (1980). Consultorias. En P. E. Pèrez, Construcción de Caminos Rurales en la República de Guatemala (pág. 12). Ciudad de Guatemala.
71. Pinelo, C. L. (2007). Movimiento de tierras. En C. L. Pinelo,
72. Rehabilitación de tramo carretero que conduce del caserío el poshte a la aldea el barreal y diseño de un muro de contención para el polideportivo cdag del municipio de chiquimula. (pág. 46 y 47). Ciudad de Guatemala.
73. Pú, C. A. (2013). Diseño de Curvas Horizontales. En C. A. Pú, Apertura de carretera de la comunidad de chacalté y diseño de puente vehicular de las comunidades de balamté y chiacach, del municipio de santa maría cahabón,

departamento de alta verapaz (pág. 22). Guatemala.

74. Pù, C. A. (2013). Evaluaciòn de Impacto ambiental. En C. A. Pù, apertura de carretera de la comunidad de chacalté y diseño de puente vehicular de las comunidades de balamté y chiacach, del municipio de santa maría cahabón, departamento de alta verapaz (pág. 138 y 139). Ciudad de Guatemala.
75. Pù, C. A. (2013). Movimiento de tierras. En C. A. Pù, apertura de carretera de la comunidad de chacalté y diseño de puente vehicular de las comunidades de balamté y chiacach, del municipio de santa maría cahabón, departamento de alta verapaz (pág. 41). Guatemala.
76. Pù, C. A. (2013). Secciones Transversales. En C. A. Pù, Apertura de carretera de la comunidad de chacalté y diseño de puente vehicular de las comunidades de balamté y chiacach, del municipio de santa maría cahabón, departamento de alta verapaz (pág. 44). Ciudad de Guatemala.
77. Pù, C. A. (2013). Secciones Transversales. En C. A. Pù, apertura de carretera de la comunidad de chacalté y diseño de puente vehicular de las comunidades de balamté y chiacach, del municipio de santa maría cahabón, departamento de alta verapaz (pág. 45). Ciudad de Guatemala.
78. Pù, C. A. (2013). Secciones Transversales. En C. A. Pù, apertura de carretera de la comunidad de chacalté y diseño de puente vehicular de las comunidades de balamté y chiacach, del municipio de santa maría cahabón, departamento de alta verapaz (pág. 46). Ciudad de Guatemala.
79. Pù, C. A. (2013). Secciones Transversales. En C. A. Pù, apertura de carretera de la comunidad de chacalté y diseño de puente vehicular de las comunidades de balamté y chiacach, del municipio de santa maría cahabón, departamento de alta verapaz (pág. 42). Ciudad de Guatemala.
80. Pù, C. A. (2013). Secciones Transversales. En C. A. Pù, apertura de carretera de la comunidad de chacalté y diseño de puente vehicular de las comunidades de balamté y chiacach, del municipio de santa maría cahabón, departamento de alta verapaz (pág. 43). Ciudad de Guatemala.
81. Qsignifica. (8 de Agosto de 2020). Qsignifica.com. Obtenido de qsignifica.com: <https://www.qsignifica.com/vereda>.
82. S.A, I. C. (2001). Capa de Balasto. En I. C. S.A, Especificaciones Generales para Construcciòn de Carreteras y Puentes. (pág. 152). Ciudad de Guatemala.

83. S.A, I. C. (2001). Capa de Balasto. En I. C. S.A, Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes (pág. 153). Ciudad de Guatemala.
84. S.A, I. C. (2011). Reacondicionamiento de la Sub-Rasante Existente. En I. C. S.A, Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes (pág. 209). Ciudad de Guatemala.
85. Secretaria de Comunicaciones y Transporte, M. 1. (1991). Grado Máximo de Curvatura. En M. 1. Secretaria de Comunicaciones y Transporte, Manual de Proyecto Geométrico de Carretera. Ciudad de México.
86. Sherar, G. K. (2005). En H. P. Drenaje, Gordo Keller & James Sherar (pág. 42). México DF.
87. Sherar, G. K. (2005). Componentes del camino. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. Xiii). México DF.
88. Sherar, G. K. (2005). Drenaje para caminos Rurales. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 61). México DF.
89. Sherar, G. K. (2005). Drenaje para Caminos Rurales. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 55). México DF.
90. Sherar, G. K. (2005). Drenaje para Caminos Rurales. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 56). México DF.
91. Sherar, G. K. (2005). Drenaje para Caminos Rurales. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 57). México DF.
92. Sherar, G. K. (2005). Drenaje para Caminos Rurales. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 59). México DF.
93. Sherar, G. K. (2005). Drenaje para Caminos Rurales. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 62). México DF.
94. Sherar, G. K. (2005). Drenaje para Caminos Rurales. En G. K. Sherar, Diseño de Caminos Rurales (pág. 63). México DF.
95. Sherar, G. K. (2005). Drenaje para Caminos Rurales. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 67). México DF.
96. Sherar, G. K. (2005). Drenaje para Caminos Rurales. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 61). México DF.

97. Sherar, G. K. (2005). Drenaje para Caminos Rurales. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 67). México DF.
98. Sherar, G. K. (2005). Estabilización de taludes y estabilización de cortes y rellenos. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 108). México: IMT.
99. Sherar, G. K. (2005). Estabilización de taludes y estabilización de cortes y rellenos. En G. K. Sherar, Estabilización de taludes y estabilización de cortes y rellenos (pág. 109). México: IMT.
100. Sherar, G. K. (2005). Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 39). Mexico DF.
101. Sherar, G. K. (2005). Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 40). México DF.
102. Sherar, G. K. (2005). Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 41). México DF.
103. Sherar, G. K. (2005). Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 43). México DF.
104. Sherar, G. K. (2005). Materiales para Caminos y Bancos de Materiales. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 118). México DF.
105. Sherar, G. K. (2005). Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 83). México DF.
106. Sherar, G. K. (2005). Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 83). México DF.
107. Sherar, G. K. (2005). Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 78). México DF.
108. Sherar, G. K. (2005). Uso, Instalación y Dimensionamiento de Alcantarillas. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 79). México DF.
109. Sherar, G. K. (2005). Uso, Instalación y Dimensionamiento de

Alcantarillas. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 77). México DF.

110. Sherar, G. K. (2005). Uso, Instalacion y Dimensionamiento de alcantarillas. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 82). México DF.
111. Sherar, G. K. (2005). Vados o cruces de Estiaje. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 95). Ciudad de Mexico DF.
112. Sherar, G. K. (2005). Vados o Cruces en Estiaje. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 93). México DF.
113. Sherar, G. K. (2006). Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 46). México DF.
114. Sherar, G. K. (2006). Hidrología para el Diseño de Cruces de Drenaje. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 45 y 46). México DF.
115. Sherar, G. K. (2008). Drenaje para caminos Rurales. En G. K. Sherar, Ingeniería de Caminos Rurales (pág. 64). México DF.
116. Taller de coordinación e información sobre la construcción de caminos rurales. (1999). Guatemala.
117. Transega. (17 de julio de 2018). Transega. Obtenido de transega: <https://www.transgesa.com/blog/tipos-de-transporte/>.
118. Westreicher, G. (9 de Agosto de 2020). Economipedia. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/mercancia.html>.

## ANEXOS

### Anexo 1: Dominó Aprobado

F-30-07-2019-01

**Modelo de investigación: Dominó**  
(Derechos reservados por Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala)

Elaborado por: José Obispo Pérez Agustín

Para: Programa de Graduación Universidad Rural de Guatemala Fecha:

22/10/2019

Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años.	4) Objetivo general Disminuir pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al primer año de ejecutada la propuesta, se disminuye la cantidad de mercancías perdidas por los usuarios y se evidencia el 70% de la solución a la problemática.
2) Problema central Inaccesibilidad vehicular sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.	5) Objetivo específico Establecer acceso vehicular sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.	Verificadores: Reportes de la Dirección Municipal de Planificación de ambas municipales del área de estudio. Encuestas a usuarios.  Supuestos: Las municipalidades del área de estudio, enlazan esfuerzos para garantizar la libre locomoción y el fortalecimiento de la economía de los habitantes.

<p>3) Causa principal o variable independiente Inexistencia de proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.</p>	<p>6) Nombre Proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.</p>	<p>16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico  Indicadores: Al primer año de ejecutada la propuesta, se cuenta con acceso vehicular disponible para el uso de los habitantes, con lo que se reduce en 80% de la solución a la problemática.</p>
<p>7) Hipótesis El incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años, por inaccesibilidad vehicular, es debido a la inexistencia de proyecto para construcción de Camino Rural.</p>	<p>12) Resultados o productos *Se cuenta con la Municipalidad de San Luis Jilotepeque como Unidad Ejecutora. * Se elabora anteproyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.</p>	<p>Verificadores: Reportes de la Dirección Municipal de Planificación de ambas municipales del área de estudio. Encuestas a usuarios. Fotografías.  Supuestos: Las municipalidades del área de estudio, enlazan esfuerzos para garantizar el mantenimiento y posterior mejoramiento del camino en cuestión.</p>
<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto  a) ¿Considera usted que existe incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, ¿San Luis Jilotepeque? Sí _____ No _____  b) ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, ¿San Luis Jilotepeque? 0-5 años ___ 5-10 años ___ Más de 10 años ___</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo  <b>N/A</b></p>	

<p>c) ¿En cuántos kilogramos considera que se ha incrementado la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, ¿San Luis Jilotepeque? 0-25__ 25-50__ Más de 50__</p> <p>Dirigidas a usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.</p> <p>Boletas 68, población infinita cualitativa, con el 90% de nivel de confianza y 10% de error.</p>	
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a) ¿Conoce si existe proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, ¿San Luis Jilotepeque? Sí__ No__</p> <p>b) ¿Considera usted que es necesario implementar el proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, ¿San Luis Jilotepeque? Sí__ No__</p> <p>c) ¿Cree usted que la falta de proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ¿afecta la calidad de vida de los habitantes de ambas comunidades? Sí__</p>	

<p>No__</p> <p>Dirigidas a Profesionales de la Dirección Municipal de Planificación (DMP). Boletas 5, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.</p>	
<p>10)Temas del Marco Teórico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Mercancías.</li> <li>b) Transporte de mercancías.</li> <li>c) Transporte de mercancías en el área rural.</li> <li>d) Productos perecederos.</li> <li>e) Indicadores del incremento en la pérdida de mercancías durante el transporte rural.</li> <li>f) Vehículos de 4 ruedas.</li> <li>g) Inaccesibilidad vehicular.</li> <li>h) Indicadores de la inaccesibilidad vehicular.</li> <li>i) Vereda.</li> <li>j) Caminos.</li> <li>k) Tipos de Caminos.</li> <li>l) Camino rural.</li> <li>m) Diseño para caminos rurales.</li> <li>n) Características de los caminos rurales.</li> <li>o) Requerimientos para habilitar caminos rurales.</li> <li>p) Base legal.</li> </ul>	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados:</p> <p>El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1: Se cuenta con la Municipalidad de San Luis Jilotepeque como Unidad Ejecutora.</p> <p>A1 An</p> <p>R2: Se elabora anteproyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.</p> <p>A1 An</p> <p style="text-align: center;"><b>Nombre: José Obispo Pérez Agustín</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Carné: 11-093-0003</b></p> <p>Sede: <b>041 Jutiapa</b> Carrera: <b>Ingeniería Civil</b> <b>con énfasis en Construcciones Rurales.</b></p> <p>Grupo: 02-806-041-20</p>
<p>11) Justificación</p> <p>El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p>	

## Anexo 2: Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

**Tópico:** Inaccessibilidad Vehicular.

Efecto o consecuencia general  
→

(Variable dependiente)

Incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años.

Problema central o clave  
→

(Causa intermedia)

Inaccessibilidad vehicular sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.

Causa principal  
→

(Variable independiente)

Inexistencia de proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.

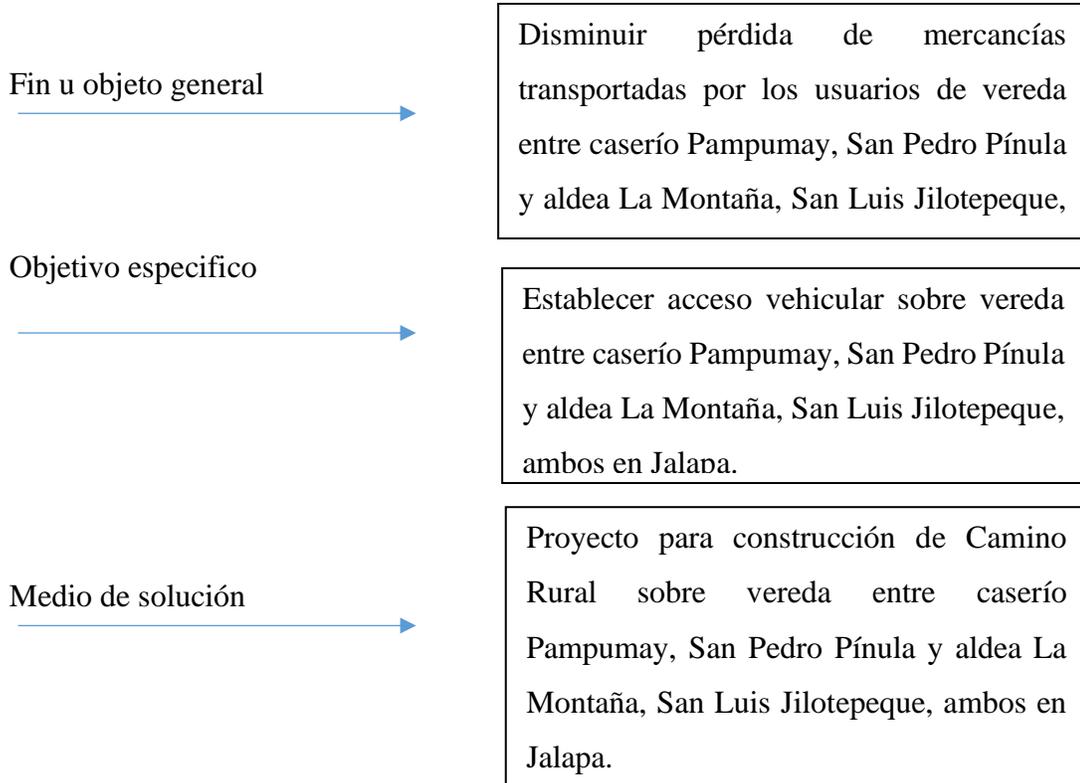
### **Hipótesis causal:**

“El incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años, por inaccesibilidad vehicular, es debido a la inexistencia de proyecto para construcción de Camino Rural.”

### **Hipótesis interrogativa:**

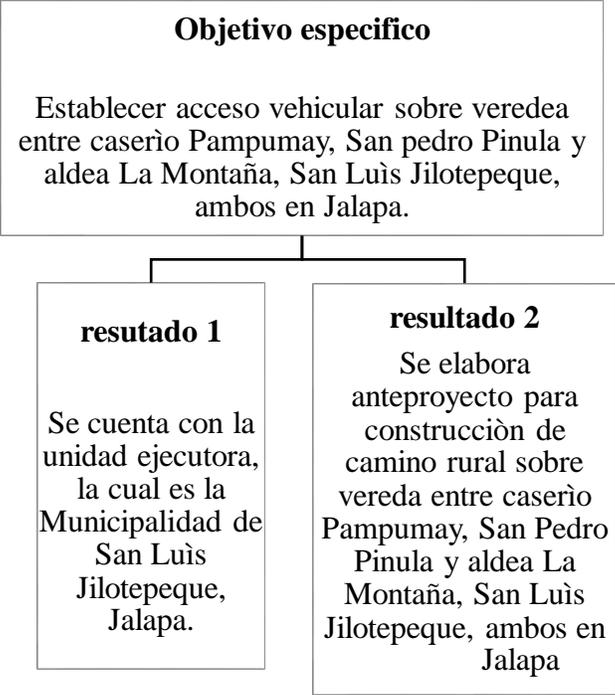
¿Será la falta de construcción de Camino Rural, para el tránsito vehicular, de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro, Pínula, y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, ¿la causante de las pérdidas de mercancías transportadas por los usuarios durante los últimos cinco años?

## Árbol de objetivos



**Título de tesis:** Proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.

**Anexo 3: Diagrama del medio de solución de la problemática**



#### **Anexo 4: Boleta de investigación para la comprobación del efecto general.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Dependiente

**Objetivo:** Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: **“Incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años.”**

Esta boleta está dirigida a usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa”; de acuerdo al tamaño de la muestra que se calculó con el 90% del nivel de confianza y 10 % de error de muestreo, por el sistema de población finita cualitativa.

**Instrucciones:** A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Considera usted que existe incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ¿Jalapa?

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

2. ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ¿Jalapa?

- 0-5 años\_\_\_\_
- 0-6 5-10 años\_\_\_\_
- 0-7 Más de 10 años\_\_\_\_

3. ¿En cuántos kilogramos considera que se ha incrementado la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ¿Jalapa?

- 0-25 Kg.\_\_\_\_\_
- 25 a 50 Kg.\_\_\_\_\_
- Más de 50 kg. \_\_\_\_\_

4. ¿De qué cantidad son las pérdidas en quetzales por habitante de mercancías transportadas por usuarios sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ¿ambos en Jalapa en el último año?

- Q.1, 000.00 a Q.1, 5000\_\_\_\_
- Q.1, 500.00 a Q.2, 000.00\_\_\_\_
- Más de Q.2, 000.00\_\_\_\_

5. ¿Cree Ud. que la ejecución proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, ¿disminuirá las pérdidas de mercancías transportadas por los usuarios de las comunidades en mención?

- Sí\_\_\_\_\_
- No\_\_\_\_\_

Observaciones

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

## **Anexo 5: Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de Investigación

Variable Independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: **“Inexistencia de proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.”**.

Esta boleta censal está dirigida a Profesionales de la Dirección Municipal de Planificación (DMP), con el 100% de nivel de confianza y el 0% de error por el sistema de población finita cualitativa.

**Instrucciones:** A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder al marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Conoce si existe proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, ¿San Luis Jilotepeque?  
Sí\_\_\_  
No\_\_\_
2. ¿Considera usted que es necesario implementar el proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, ¿San Luis Jilotepeque?

Sí\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

3. ¿Cree usted que la falta de proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ¿afecta la calidad de vida de los habitantes de ambas comunidades?

Sí\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

4. ¿Considera Ud. urgente la ejecución de proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, san Luís Jilotepeque, ¿ambos en Jalapa?

Sí\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

5. ¿Cree usted factible la ejecución de proyecto para la construcción de Camino Rural, sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ¿ambos en Jalapa?

Si\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

Observaciones:

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

**Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del tamaño de la muestra.**

Para la población efecto se trabajó la técnica del muestreo de usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, por medio de la población infinita cualitativa, con el 90% del nivel de confianza y el 10% de error y se obtuvo 68 personas para la muestra a encuestar.

Para corroborar lo anterior se presenta a continuación el cálculo estadístico numérico, mediante la fórmula Taro Yamane.

		$Z^2 p(1-p)$	
	$n =$	$\frac{\quad}{\quad}$	
		$e^2$	
Z =	1.645	Valor de Z en la tabla	
Z <sup>2</sup> =	2.706025		
p =	0.5	% de éxito	
1-p	0.5		
e =	0.1		
e <sup>2</sup> =	0.01		
Z <sup>2</sup> p (1-p) =	0.6765063		
<b>n =</b>	<b>67.650625</b>	<b>Muestra</b>	

Para la población causa, se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que es población finita cualitativa menor a 35 personas; de 7 profesionales para la población causa.

**Anexo 7: Comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.**

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2016 a 2020); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a “Incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años.”

**Requisito: +->0.80 y +-<1**

Año	X (años)	Y (Kg de mercancías perdidas)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2016	1	3640	3640.00	1	13249600.00
2017	2	4560	9120.00	4	20793600.00
2018	3	5472	16416.00	9	29942784.00
2019	4	6480	25920.00	16	41990400.00
2020	5	8208	41040.00	25	67371264.00
Totales	15	28360	96136.00	55	173347648.00

n= 5  
 $\sum X = 15$   
 $\sum XY = 96136$   
 $\sum X^2 = 55$   
 $\sum Y^2 = 173347648.00$   
 $\sum Y = 28360$   
 $n\sum XY = 480680$

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2 * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

$\sum X * \sum Y =$	425400
Numerador =	55280
$n \sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n \sum Y^2 =$	866738240.00
$(\sum Y)^2 =$	804289600.00
$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
$n \sum Y^2 - (\sum Y)^2 =$	62448640
$(n \sum X^2 - (\sum X)^2) * (n \sum Y^2 - (\sum Y)^2) =$	3122432000.00
Denominador:	55878.72583
$r =$	<b>0.989285263</b>

**Análisis:** Debido a que el coeficiente de correlación  $r = 0.98$  se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

**Anexo 8: Comentario sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.**

$$y = a + bx$$

Año	X (años)	Y (Kg de mercancías perdidas)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2016	1	3640	3640	1	13249600.00
2017	2	4560	9120	4	20793600.00
2018	3	5472	16416	9	29942784.00
2019	4	6480	25920	16	41990400.00
2020	5	8208	41040	25	67371264.00
Totales	15	28360	96136	55	173347648.00

$$\begin{aligned} n &= 5 \\ \sum X &= 15 \\ \sum XY &= 96136 \end{aligned}$$

Fórmulas:

$$\begin{aligned} \sum X^2 &= 55 \\ \sum Y^2 &= 173347648.00 \\ \sum Y &= 28360 \\ n \sum XY &= 480680 \\ \sum X * \sum Y &= 425400 \\ \text{Numerador de b:} &= 55280 \end{aligned}$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$\begin{aligned} \text{Denominador de b:} \\ n \sum X^2 &= 275 \\ (\sum X)^2 &= 225 \\ n \sum X^2 - (\sum X)^2 &= 50 \\ b &= 1105.6 \end{aligned}$$

Fórmulas:

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

Numerador de a:

$$\sum Y = 28360$$

$$b * \sum X = 16584$$

Numerador

$$\text{de a: } 11776$$

$$a = 2355.2$$

<b>Ecuación de la línea recta <math>Y = a + (b * x)</math></b>			
Y(2021)=	A	+	(b * X)
Y(2021)=	2,355.2	+	1,105.6 X
Y(2021)=	2,355.2	+	1,105.6 6
Y(2021)=	8,988.8		
Y(2021)=	8,988.8 Kg. de mercancías perdidas		

<b>Ecuación de la línea recta <math>Y = a + (b * x)</math></b>			
Y(2022)=	a	+	(b * X)
Y(2022)=	2,355.2	+	1,105.6 X
Y(2022)=	2,355.2	+	1,105.6 7
Y(2022)=	10,094.4		
Y(2022)=	10,094.4 Kg. de mercancías perdidas		

<b>Ecuación de la línea recta <math>Y = a + (b * x)</math></b>			
Y(2023)=	a	+	(b * X)
Y(2023)=	2,355.2	+	1,105.6 X
Y(2023)=	2,355.2	+	1,105.6 8
Y(2023)=	11,200		
Y(2023)=	11,200 Kg. de mercancías perdidas		

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2024)=	a	+	(b	* X)
Y(2024)=	2,355.2	+	1,105.6	X
Y(2024)=	2,355.2	+	1,105.6	9
Y(2024)=	12,305.6			
Y(2024)=	12,305.6 Kg. de mercancías perdidas			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * X)$				
Y(2025)=	a	+	(b	* X)
Y(2025)=	2,355.2	+	1,105.6	X
Y(2025)=	2,355.2	+	1,105.6	10
Y(2025)=	13,411.2			
Y(2025)=	13,411.2 Kg. de mercancías perdidas			

### Proyección con proyecto

Año a proyectar	=	Año anterior	más o - dep la solución propuesta	Porcentaje propuesto/5	
Y (2021)	=	Y(2020)	-	11%	=
Y (2021)	=	8,208	-	902.88	7,305.12
Y (2021)	=	7,305.12	Kg. de mercancías perdidas.		

Y (2022)	=	Y(2021)	-	14%	=
Y (2022)	=	7,305.12	-	1,022.72	6,282.40
Y (2022)	=	6,282.40	Kg. De mercancías perdidas		

Y (2023)	=	Y(2022)	-	17%	=
Y (2023)	=	6,282.40	-	1,068.00	5,214.39
Y (2023)	=	5,214.39	Kg. De mercancías perdidas		

Y (2023)	=	Y(2022)	-	17%	=
Y (2023)	=	6,282.40	-	1,068.00	5,214.39
Y (2023)	=	5,214.39	Kg. De mercancías perdidas		

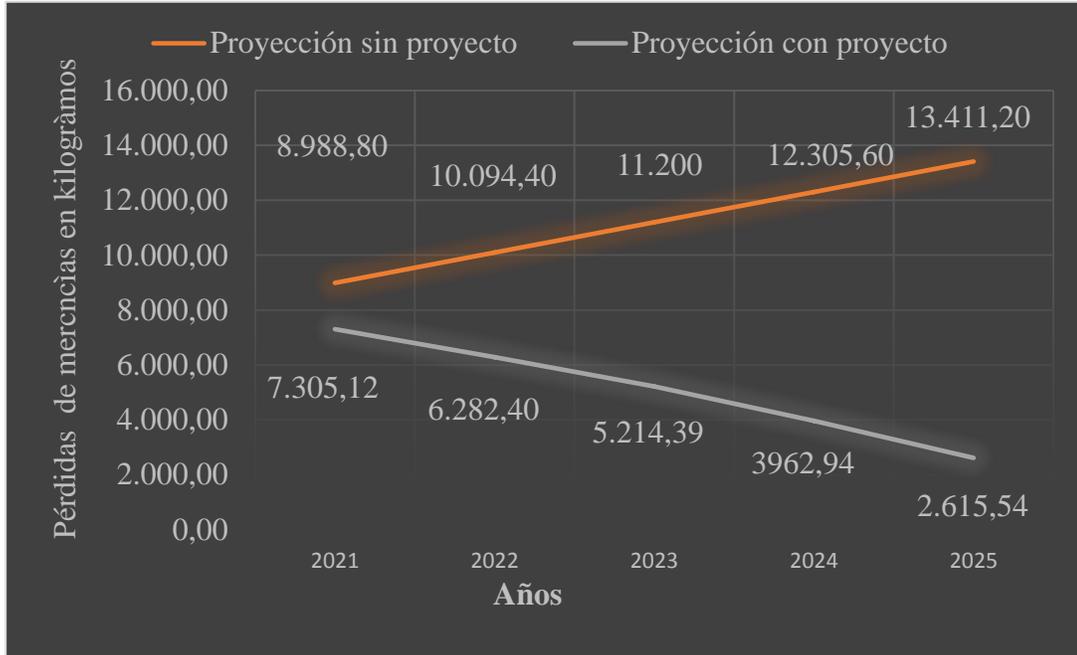
Y (2024)	=	Y(2023)	-	24%	=
Y (2024)	=	5,214.39	-	1,251.45	3,962.94
Y (2024)	=	3,962.94	Kg. De mercancías perdidas		

Y (2025)	=	Y(2024)	-	34%	=
Y (2025)	=	3,962.94	-	1,347.40	2,615.54
Y (2025)	=	2,615.54	Kg. De mercancías perdidas		

Cuadro comparativo sin y con proyecto

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2021	8,988.8	7,305.12
2022	10,094.4	6,282.40
2023	11,200	5,214.39
2024	12,305.60	3962.94
2025	13,411.2	2,615.54

Gráfica 11: Del comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



**Análisis:** Como se puede notar en la información anterior, la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación del plan de Proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

José Obispo Pérez Agustín

TOMO II

PROYECTO PARA CONSTRUCCIÓN DE CAMINO RURAL SOBRE VEREDA  
ENTRE CASERÍO PAMPUMAY, SAN PEDRO PÍNULA Y ALDEA LA  
MONTAÑA, SAN LUIS JILOTEPEQUE, AMBOS EN JALAPA.



Asesor General metodológico:

Ing. Agrónomo Carlos Alberto Pérez Estrada

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, septiembre de 2021

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciado, en Ingeniería Civil con énfasis en Construcciones Rurales.

## **Prólogo**

La presente obra tomó como base la observación, investigación, desarrollo y, finalmente la documentación expuesta por el estudiante de la facultad de Ingeniería de la Universidad Rural de Guatemala. Previo a obtener el título de Ingeniero civil, con énfasis en construcciones rurales.

El presente estudio responde a la demanda de la red vial que existe a escala nacional en la República de Guatemala, como consecuencia de inadecuadas conexiones en las comunidades rurales, con sus municipios.

Por lo cual el presente fue desarrollado para aportar conocimientos técnicos en la búsqueda de una solución factible, a la problemática encontrada en las comunidades caserío Pampumay San Pedro Pinula, y aldea La montaña, San Luis Jilotepeque, Jalapa; con respecto a la inaccesibilidad vehicular entre las dos comunidades, debido a la falta de proyecto para construcción de camino rural, en vereda que comunica las dos comunidades.

Para lo cual se formularon diferentes lógicas como: efecto, problema central, causa principal, hipótesis, objetivo general, objetivo específico, medio, y resultados. Las cuales en conjunto fueron indispensables para concretar el presente estudio, y encontrar la solución viable para las comunidades en mención.

## **Presentación**

El presente estudio fue desarrollado para aportar conocimientos científicos y técnicos propios de la ingeniería civil para la búsqueda de una solución factible, a la problemática existente del incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años. La causa de la problemática es debido a la inaccesibilidad vehicular, consecuencia de la inexistencia de proyecto para construcción de Camino Rural.

Para lo cual se formularon diferentes lógicas como: efecto, problema central, causa principal, hipótesis, objetivo general, objetivo específico, medio, y resultados. Las cuales en conjunto fueron indispensables para concretar el presente estudio, y encontrar la solución viable para las comunidades en mención.

El presente estudio aporta conocimientos importantes a quienes deseen abordar propuestas, en relación al diseño y construcción de caminos rurales, en la República de Guatemala.

## Índice general.

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
	Prólogo	
	Presentación	
	I.RESUMEN .....	1
	II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	8
	ANEXOS	

## I. RESUMEN

Este resumen del trabajo de graduación trata sobre una alternativa que permita dar solución a la inaccesibilidad vehicular encontrada en Caserío Pampumay San Pedro Pinula, y Aldea La Montaña, San Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa.

De ésta manera el tema que se aborda la presente: “Proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.”, el cual disminuirá la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de las poblaciones anteriormente citadas.

### **I.1 Planteamiento del problema**

Al efectuar la presente investigación se ha detectado la inaccesibilidad vehicular sobre la vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pinula, y aldea La Montaña, San Luís Jilotepeque, Jalapa. Debido a la inexistencia de proyecto de construcción de camino rural; lo que ha provocado, pérdidas económicas de los habitantes de las comunidades mencionadas.

Como consecuencia del crecimiento poblacional de aldea La Montaña y caserío Pampumay, la localización de terrenos agrícolas para las actividades económicas, (ya que se dedican principalmente a la producción de café, piña y banano) los habitantes de las comunidades deben trasladar las mercancías agrícolas en bestias o al hombro, resultado de la inaccesibilidad vehicular, ya que sólo existe vereda, y las mercancías son vendidas en la cabecera municipal y, comunidades aledañas.

Por lo tanto, la investigación determina la falta de un camino rural, que disminuya la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de las comunidades objeto de estudio. Ya que las pérdidas económicas de los vecinos, es debido a la falta de proyecto para la construcción de camino rural, por lo cual se determina de carácter

prioritario, establecer el acceso vehicular de los habitantes y, plantear una propuesta de construcción de camino rural.

## **1.2 Hipótesis**

“El incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años, por inaccesibilidad vehicular, es debido a la inexistencia de proyecto para construcción de Camino Rural.”

¿Será la falta de construcción de Camino Rural, para el tránsito vehicular, de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro, Pinula, y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, ¿la causante de las pérdidas de mercancías transportadas por los usuarios durante los últimos cinco años?

## **1.3 Objetivos**

A continuación, se exponen los objetivos, generales y específicos a través los cuales se propone contribuir en la solución del problema encontrado, las pérdidas de mercancías, por lo que se formulan los siguientes objetivos:

### **1.3.1 Objetivo general**

Disminuir pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.

### **1.3.2 Objetivo específico**

Establecer acceso vehicular sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.

## **1.4 Justificación**

La inaccesibilidad vehicular, de los habitantes de aldea La Montaña, San Luís Jilotepeque y; caserío Pampumay, San Pedro Pinula; Jalapa, ha provocado pérdidas económicas debido a la forma de transportar sus mercancías, al hombro o en bestias, lo cual provoca que sus mercancías se dañen al ser transportadas de esa manera. Debido a la falta de construcción de camino rural, para el tránsito vehicular, lo cual ha provocado que los habitantes sufran directamente las consecuencias, económicas.

El cual propicia el aumento de la pobreza en las dos comunidades, lo cual lleva a condiciones de vida insatisfechas, mala comunicación terrestre y; subdesarrollo.

La infraestructura vial, se relaciona estrechamente con el desarrollo social y económico de una población. Debido a que en los caminos y carreteras se transportan mercancías, productos, insumos y materiales que son necesarios para toda población. Los caminos rurales son un elemento importante en una comunidad, debido a que contribuyen a mejorar las condiciones de vida de los habitantes.

El medio de solución a la problemática actual, es por medio de la propuesta de construcción de un camino rural, que supla la necesidad de accesibilidad de los pobladores.

## **I.5 Metodología**

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

### **I.5.1 Métodos**

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación,

diagramados en los árboles de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis. La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

### **Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la Hipótesis**

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales sobre los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa. A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

- **Observación directa.** Esta técnica se utilizó directamente en la visita realizada en la vereda, entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa a cuyo efecto, se observó la inaccesibilidad vehicular sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.

- **Investigación documental.** Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

- **Entrevista.** Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar al personal de la Dirección Municipal de Planificación (D.M.P) de la

municipalidad citada, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática detectada.

Con una visión más clara sobre la problemática del área de la municipalidad citada, con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación.

La graficación de la hipótesis de encuentra en el anexo No. 3 y No. 4. La hipótesis formulada de la forma indicada reza: “El incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años, por inaccesibilidad vehicular, es debido a la inexistencia de proyecto para construcción de Camino Rural.”

El método del marco lógico, nos permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como nos facilitó establecer la denominación del trabajo en cuestión.

• **Determinación de la población a investigar.** En atención a este tema, el grupo de investigación decidió no efectuar un muestreo estadístico que representara a la población a estudiar, pues la misma estaba constituida por 7 personas que laboraban en el área de la Dirección Municipalidad de Planificación, de la municipalidad citada; por lo que, para obtener una información más confiable, se censó o investigó a la totalidad de la población; con lo que se supone que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada. Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

### **I.5.2 Técnicas**

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así: Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática. Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

#### **La síntesis de resultados es como sigue:**

Resultado 1: Se cuenta con la Municipalidad de San Luis Jilotepeque como Unidad Ejecutora.

Resultado 2: Se elabora anteproyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda

entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.

La principal conclusión es que no existe proyecto para la construcción de camino sobre vereda entre caserío, Pampumay San Pedro Pinula, y aldea La Montaña, San Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa; mientras que la principal recomendación es, la implantación de dicho proyecto.

Para finalizar se presenta como un anexo la propuesta de solución a la problemática investigada la cual es esquematizada así mismo incluye la Matriz de Estructura Lógica la cual tiene como función evaluar el trabajo uno vez implementada la propuesta.

## **II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Se comprueba la hipótesis “El incremento en la pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa, en los últimos 5 años, por inaccesibilidad vehicular, es debido a la inexistencia de proyecto para construcción de Camino Rural.” con el 90% de nivel de confianza y 10% de error para la variable Y (efecto); y con el 100% de nivel de confianza y 0% de error, para la variable X (causa).

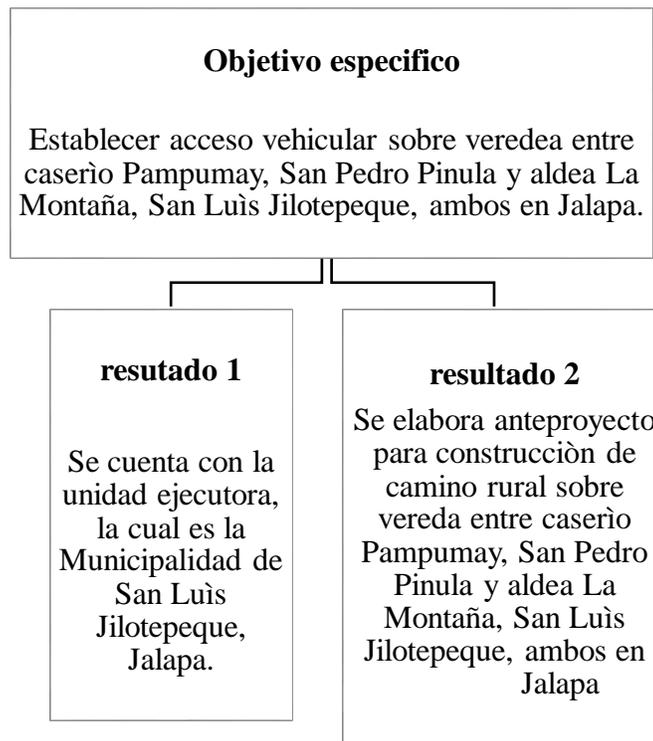
Por lo anterior se recomienda operativizar la solución de la problemática mediante la implementación del plan de “Proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.”.

## ANEXOS

### Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática

La Municipalidad de San Luís Jilotepeque, subsidiada por el Estado de Guatemala, es la encargada de la implementación del plan “Proyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.”, con el objetivo de disminuir la pérdida de mercancías transportadas por usuarios de las comunidades citadas.

A continuación, se presenta el diagrama de medios de solución a la problemática.



**Resultado 1:** Se cuenta con la Municipalidad de San Luis Jilotepeque como Unidad Ejecutora. **Actividad 1: Espacio Físico:** Es necesario contar con una oficina de 16.00 metros cuadrados, la cual deberá estar ubicada dentro de la Municipalidad, para poder instalar ampliamente al personal asignado.

**Actividad 2: Mobiliario y equipo:** Un escritorio tradicional para oficina color negro de 1.20 metros. Una Silla para oficina con ruedas, color negro. Un Archivero con 3 gavetas de 60 x 50 cm de color negro. Una computadora de escritorio HP Core i5, memoria RAM de 8 GB, disco duro de 1 TB, Windows 10 y office 10.

**Actividad 3: Personal técnico, se solicitará el siguiente personal:** Un gerente operativo con el perfil siguiente: Ingeniero Civil. Un asistente de ingeniería con el perfil siguiente: Técnico Universitario en Ingeniería Civil.

**Actividad 4: Recursos financieros:** La municipalidad de San Luís Jilotepeque como Unidad Ejecutora, subsidiada por el Estado de Guatemala, es la responsable del financiamiento del proyecto.

**Resultado 2:** Se elabora anteproyecto para construcción de camino rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa. **Actividad 1. Gestión de permisos:** Acción 1: Estudio de Impacto Ambiental (EIA). La Municipalidad de San Luís Jilotepeque, contratará los servicios de un gestor ambiental para solicitar licencia de construcción del camino rural, al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), donde le asignarán la categoría a la que pertenece dicha obra. Después de presentar el estudio, y recibir la licencia otorgada, la presentará a la Municipalidad de San Luís Jilotepeque.

Acción 2: Permisos para tala de árboles: La municipalidad de San Luís Jilotepeque solicitará por escrito licencia de cambio de uso de suelo al Instituto Nacional del Bosque (INAB), para el desmonte de árboles, en la construcción del camino, sobre vereda existente, entre caserío Pampumay San Pedro Pinula y aldea La Montaña, San Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa. Acción 3: Licencia municipal: Se solicitará en ventanilla de la Oficina de Ambiente y Recursos Naturales, (O.A.R.N) de la municipalidad de San Luís Jilotepeque, licencia de obra de movimientos de tierra y excavación, y de esta manera se contará con la autorización municipal, para la

ejecución del proyecto de construcción de camino. Acción 4: Aval de COCODES. Se convocará a reunión a los Comités Comunitarios de Desarrollo (COCODE), del caserío Pampumay San Pedro Pinula, y aldea La Montaña, San Luís Jilotepeque, ambos en Jalapa, para solicitar aval correspondiente, y proceder a la construcción del camino, este aval quedará registrado en ambos libros de actas de los dos COCODES, de las comunidades anteriormente citadas.

**Actividad 2. Estudios:** Acción 1: Estudio hidrológico: Éste procedimiento se hace para dejar registros con respecto a: crecidas, derrumbes, vados, corrientes de aguas, entre otros. Y Así definir como se proyectarán dichos elementos transversales, en el camino. Ríos: En cuanto a los ríos que crucen el área de influencia del camino, se hará el estudio necesario, se estudiará el nivel máximo de crecidas, los periodos de retorno, estudio de las cuencas tributarias del área, entre otros.

Vados: Los vados que se encuentren en el lugar, se hará el estudio pertinente para construir los badenes que sean necesarios, con la finalidad de proteger al camino contra la socavación, la inundación y la erosión. Se utilizará recurso del lugar, como piedras, selecto, y balasto y así minimizar los costos de construcción.

Acción 2: Estudio topográfico. (Ver plano 1 y 2, anexo 4) El estudio topográfico es uno de los primeros en realizarse en todo proyecto de obra civil. Por lo cual se procederá a localizar la línea preliminar, la cual consiste en realizar una poligonal abierta y se dejarán coordenadas X, Y, y Z en todo el eje de la vereda existente del camino. La poligonal abierta iniciará desde aldea La Montaña, y concluirá en el caserío Pampumay. Para el presente estudio, no es necesario efectuar una selección de ruta, debido a la existencia de vereda. Lo cual ayudará a reducir tiempo y recursos para la construcción del camino.

Trazado en planta del camino: Se colocará un banco de marca (BM) con la estación total a utilizar. Esto consiste en dejar una marca ya sea con un trompo de madera, o colocar un clavo de lámina en la cabeza del trompo y pintándolo con pintura en aerosol, o pintándolo con pinceles, o hacer monumentos o mojones fundidos de concreto. A éstas marcas se les pondrá una numeración dentro del equipo y en libreta de campo. Por ejemplo, la estación “E-0”. Ésta fase es de suma importancia debido a que es donde se indican estructuras como son: casas, postes eléctricos, vados, ríos entre otros. Los datos se presentan gráficamente a través de un plano horizontal, la información es en dos dimensiones, que son las coordenadas X, Y.

Trazado en perfil del camino: Se procederá a tomar puntos en toda la línea preliminar del camino. Esto se hará al tomar coordenadas X Y y Z en toda la longitud del camino. Se creará un trabajo en la estación, se debe ingresar coordenadas arbitrarias en X: 1000 en Y: 2000 y en Z: 100. Este paso es de mucha importancia al igual que la planimetría, ya que es el que definirá la rasante final, bajo la cual estará la sub rasante, y la superficie de rodadura. La coordenada que más interesa en éste estudio es la coordenada Z, ya que es la que nos indica la diferencia de cotas del terreno objeto de estudio. (Ver plano 2, anexo 4).

Se procederá a visar las secciones transversales de la carretera, las cuales serán a cada 20 metros a partir de la línea central de la vereda, en ambos lados, sobre la línea preliminar del camino. Esto es necesario para tener una visión transversal del camino. Para luego mover la línea hacia donde haya menos cortes o rellenos transversales, y así evitar el aumento del costo en la construcción del camino.

Acción 3: Estudio de suelos: Éste estudio se hará en dos fases: Fase 1 campo: se inspeccionará todos los tramos del futuro camino, luego se tomará muestras, después se procederá calicatas a cielo abierto, que son agujeros de 1.00 x 1.00 x 1.00 m. a cada 500 mts. Se harán dos calicatas, para definir los estratos y la sub-rasante, y así evaluar

y establecer las características físico-mecánicas de la sub rasante (terreno natural) sobre la cual se apoyará la rasante (superficie de rodadura).

Se hará muestreo de los suelos de cada estrato encontrado (Superficie de rodadura y sub rasante.), densidades de campo a la capa de sub rasante y toma de muestras de suelos para el CBR a cada 600 m., identificación de la Napa Freática. Las muestras tomadas de suelos, se identificarán con el kilometraje respectivo y se protegerán con recipientes plásticos, y se trasladarán al laboratorio pertinente, se analizarán y ensayarán con las normas ASTM vigentes.

Fase 2 gabinete: las muestras extraídas en la investigación de campo, serán procesadas en el laboratorio y se emplearán las normas ASTM. El estudio comprenderá lo siguiente: Determinación del contenido de humedad, Análisis Granulométrico por tamizado, Determinación del límite Líquido, Determinación del límite Plástico, Determinación Humedad-Densidad (Pròctor Modificado), (CBR) Método del Cuerpo de Ingenieros, Clasificación de SUCS, y Clasificación AASHTO.

La exploración de suelos y los ensayos destructivos: se harán para determinar las características de las sub rasante, que tipos de suelos que presenta, así mismo para identificar posible napa freática; se analizará la Capacidad Soporte de los suelos de la sub rasante mediante el Californian Bearing Ratios (CBRs).

**Actividad 3: Características fisiográficas del proyecto.** Acción 1: Dimensión del camino: El proyecto consiste en la construcción de un Camino Rural; tipo “F”, según sus características geométricas y según el Tráfico Promedio Diario Anual (T.P.D.A.). El camino constituye un sólo carril. Será un camino de tercer orden, conducirá de aldea La Montaña, San Luís Jilotepeque; hacia caserío Pampumay, San Pedro Pinula, ambos municipios de Jalapa. El camino tendrá una longitud lineal de k 1+ 366.862 m, un ancho de plataforma 6.00 m. incluidas las cunetas de 0.50 m. y un carril o calzada

de 4.50 m. de ancho, con una capa de balasto de 0.20 m. como superficie de rodadura, debidamente compactada. El camino tendrá el derecho de vía de 3.00 m. hacia la izquierda y 3.00 m. hacia la derecha, paralelos al eje central del camino. Así mismo el espacio en ambos sentidos paralelos a la línea central será de 0.25 m., entre límites de obra y derecho de vía; para sumar 6.00 metros totales, de acuerdo al tipo de camino.

Acción 2: Ruta del camino: Al tener los cálculos correctamente, se decide la ruta del camino. Esto se hace a través de un replanteo, a través de todo el perfil longitudinal y sección transversal del camino. Consiste en dejar trompos en la línea o eje central del camino, así mismo en colocar banderines y estacas, para indicar donde habrá cortes o rellenos, donde se determinarán curvas horizontales, curvas verticales; y lo más importante, en esta actividad son los niveles de la sub rasante y la superficie de rodadura.

Acción 3: Reconocer el derecho de vía: Se realizará al tener como base la dirección de una vereda existente. De la cual las autoridades municipales deben solicitar, a los pobladores de las dos comunidades, el derecho de vía correspondiente para un Camino Rural. Y así mismo les indicarán qué terrenos saldrán afectados. El derecho de vía será de 3.00 m. a partir de la línea central, en ambos lados, taludes de corte o relleno; en relación a la topografía del terreno, el cual tendrá una longitud total de  $k + 366.862$  m.

**Actividad 4. Impresión de planos preliminares:** Se imprimirán planos preliminares en formato A1 de planta longitudinal y perfil longitudinal, para estudiar cuidadosamente los parámetros de la construcción del camino. Y hacer modificaciones si fuera necesario.

**Actividad 5: Preparación del terreno.** Acción 1: Limpieza: Se removerá toda clase de vegetación y desechos que estén dentro del derecho de vía. Se limpiará el ancho mínimo absoluto del camino 3.00 metros de ancho a partir de la línea central, en ambos lados, para sumar 6.00 m. en total. Y así tener espacio necesario para realizar

el movimiento de tierras. Acción 2: Desmante. La vegetación se votará hacia dentro del derecho de vía, para evitar daños adyacentes a la vereda. También se desmontarán con maquinaria, y manualmente todos los árboles que estén dentro de los 6.00 metros de ancho que tendrá el camino. Acción 3: Tala: Se cortarán todos los árboles que estén dentro del derecho de vía del camino a construir, en un ancho total de 6.00 m.

**Actividad 6: Cálculo de gabinete preliminar.** Se ingresarán los datos de las libretas topográficas en el programa AutoCAD Civil, las cuales son: las coordenadas topográficas, X Y y Z. El programa cuenta con un software para hacer un alineamiento horizontal y secciones transversales. Luego se procede a generar una tabla de datos, de la cual se extraen los cortes y rellenos de la sección transversal. Seguidamente se hacen los cálculos de corte y rellenos y se mueve la línea hacia donde presente menor costo de construcción. Ésta fase consiste en hacer cálculos concernientes al diseño y construcción del camino a ejecutar. Auxiliándose del programa AutoCAD Civil 3d. Se procede a proyectar el eje o línea central, con las coordenadas obtenidas en campo, se ingresan al programa en mención.

Así mismo se ingresan las coordenadas del seccionamiento, se ingresan los ejes X, Y y Z, una vez ingresados los puntos se genera un corredor o alineamiento horizontal y sección transversal. En esta fase podemos ver los vértices que presenta la planta del camino, luego se definirán el diseño de las curvas horizontales, continuaremos con la sección transversal, para determinar las curvas verticales. Una vez tenidos estos datos, se procede a generar la planta y perfil longitudinal del camino.

**Actividad 7: Nivelación.** Acción 1: La nivelación preliminar: es el levantamiento de curvas de nivel el cual consiste en tomar puntos en toda la sección transversal del camino, también se tomarán puntos a cada veinte metros a partir del eje central del camino hacia los costados derecho e izquierdo. Este procedimiento es indispensable

para determinar el nivel final de la rasante del camino, a partir del nivel de la rasante en orden ascendente, se colocan las capas que integran el camino rural, las cuales son: sub rasante y la superficie de rodadura (balasto).

Esta acción es muy importante para determinar cortes y rellenos que se encontrarán en toda la longitud del camino. Sirve para conocer el volumen actual del terreno del camino, y saber cuántos metros cúbicos de material se deben cortar y rellenar, se debe tener en cuenta los taludes de corte y relleno. Acción 2: Nivelación final. Se hará en dos fases, la primera se hace cuando se define la altura y cuando se compacta la sub rasante, y la otra para el tendido, escarificación, y compactación de la capa de balasto.

**Actividad 8. Diseño de la sub-rasante.** Se construirá al tener en cuenta la existencia de vereda, sobre la cual se proyectará finalmente el camino. En ésta fase se dejarán trompos llamados RETOP, los cuales indicarán el nivel final de la sub rasante. Ésta fase se hará cuando ya se haya realizado el movimiento de tierras, es decir los cortes y rellenos.

**Actividad 9. Diseño geométrico del camino.** Acción 1: Curvas Horizontales: Se trazarán en campo las curvas horizontales, que anteriormente se calcularon en gabinete. Éstas se harán al contemplar todas las características geométricas que definen las curvas del camino y se tomarán en cuenta los grados mínimos de curvatura para un camino clasificación “F”. Acción 2. Curvas Verticales: Se harán de acuerdo los trazos calculados en gabinete. En ésta fase se debe auxiliar de las coordenadas tomadas en el seccionamiento, las cuales definirán las características de la curva. Ya sean curvas convexas o cóncavas.

Acción 3. Porcentaje de bombeo: Debido a que el camino está ubicado en una zona

de alta pluviosidad, ya que es un área montañosa, se dará el porcentaje de bombeo del 3% en la calzada del camino, el bombeo se tomará a partir de la línea central del camino, 2.25 m. hacia el costado derecho y 2.25 m. hacia el costado izquierdo.

Acción 4. Construcción de cuneta: Se construirá la cuneta natural tipo triangular, sin ningún revestimiento, ya que el camino tendrá mantenimiento periódico, y esto permitirá reacondicionar la cuneta nuevamente, cuando se dé el mantenimiento respectivo. Acción 5. Contra peralte: Se definirá el peralte o sobreelevación en la curva horizontal trazada, para evitar que los vehículos salgan de la curva, debido a la fuerza centrípeta. Por lo cual se diseñará la construcción de un contra peralte del 3%, el cual estará en contra de la curva horizontal, es decir hacia adentro del camino.

Acción 6: Velocidad de diseño: Se trabajará una velocidad de diseño de 30 km por hora, debido a que la construcción del camino se encuentra en un área ondulada-montañosa. Y por pertenecer a camino clasificación "F".

**Actividad 10: Construcción del camino.** Acción 1 Movimiento de tierras: Se movilizará a todo el personal y equipo que estarán involucrados en el proyecto. Y con base a los planos finales se comenzará con el movimiento de tierra en toda la línea central y la sección transversal del camino. En ésta fase se comienza en sí la construcción del camino rural. Para la fase de movimiento de tierras se requerirá maquinaria y equipo de construcción como: Excavadora, camión de volteo, camión cisterna, estación total, motoniveladora, vibro compactadora, trípode, prismas, bastones, plomadas topográficas, Geo Posicionamiento Satelital (GPS), pintura en aerosol (spray), y brújula.

Así mismo será necesario el recurso humano personal técnico como: Ingeniero civil, topógrafo, cadenero, operador de excavadora, ayudante de operador, operador de motoniveladora, operador de vibro compactadora, chofer de camión cisterna, chofer

de camión de volteo. Acción 2. Compactación de la sub-rasante. (Ver plano 2, anexo 4) Se hará al tener los niveles correspondientes, para lo cual se humedecerá a su nivel óptimo el material, al regar agua con el camión cisterna; luego se procederá a la compactación, con la motoniveladora, hasta llegar al nivel previamente diseñado e indicado en trompos; el equipo de topografía dejará indicada en trompos la nivelación correspondiente de la sub rasante.

Acción 3. Tendido y compactación de la capa de balasto, como superficie de rodadura. Esta actividad consiste en el acarreo del balasto del banco de material o del proveedor. Se hará de acuerdo los niveles colocados por el equipo de topografía. Se tenderá una capa granular de balasto previamente ensayada en un tramo del camino, se hará el regado, homogenizado, conformado y compactado con la humedad requerida.

Luego se procederá a acomodar sobre la sub-rasante de todo el camino, se hará el regado, homogenizado, conformado y compactado, que tenderá una capa de 0.25 m. la que al ser compactada con la humedad requerida llegue al nivel diseñado de 0.20 m. El material debe estar en condiciones óptimas y así cumplir con las normas correspondientes para éste tipo de agregados.

**Actividad 11. Obras complementarias.** Acción 1: Construcción de vados, Acción 2: Construcción de alcantarillas transversales, Acción 3: Construcción de badenes, Acción 4: construcción de taludes, Acción 5 Construcción de cabezales.

**Actividad 12. Impresión de planos finales:** Se procederá a imprimir los planos finales en formato A1. Los cuáles serán de planta longitudinal y perfil longitudinal, sección típica del camino en tangente, sección típica del camino en curva, detalles de cunetas, detalles de badenes, detalles de taludes y más.

## Anexo 2: Matriz de la Estructura Lógica

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<b>Objetivo general:</b>	Al primer año de ejecutada la propuesta, se disminuye la cantidad de mercancías perdidas por los usuarios y se evidencia el 70% de la solución a la problemática.	Reportes de la Dirección Municipal de Planificación de ambas municipales del área de estudio.  Encuestas a usuarios.	Las municipalidades del área de estudio, enlazan esfuerzos para garantizar la libre locomoción y el fortalecimiento de la economía de los habitantes.
Disminuir pérdida de mercancías transportadas por los usuarios de vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.			
<b>Objetivo específico:</b>	Al primer año de ejecutada la propuesta, se cuenta con acceso vehicular disponible para el uso de los habitantes, con lo que se reduce en 80% de la solución a la problemática.	Reportes de la Dirección Municipal de Planificación de ambas municipales del área de estudio.  Encuestas a usuarios.  Fotografías.	Las municipalidades del área de estudio, enlazan esfuerzos para garantizar el mantenimiento y posterior mejoramiento del camino en cuestión.
Establecer acceso vehicular sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.			
<b>Resultado 1:</b>			

<p>Se cuenta con la Municipalidad de San Luis Jilotepeque como Unidad Ejecutora.</p>			
<p><b>Resultado 2:</b></p>			
<p>Se elabora anteproyecto para construcción de Camino Rural sobre vereda entre caserío Pampumay, San Pedro Pínula y aldea La Montaña, San Luis Jilotepeque, ambos en Jalapa.</p>			

### **Anexo 3: Presupuesto.**

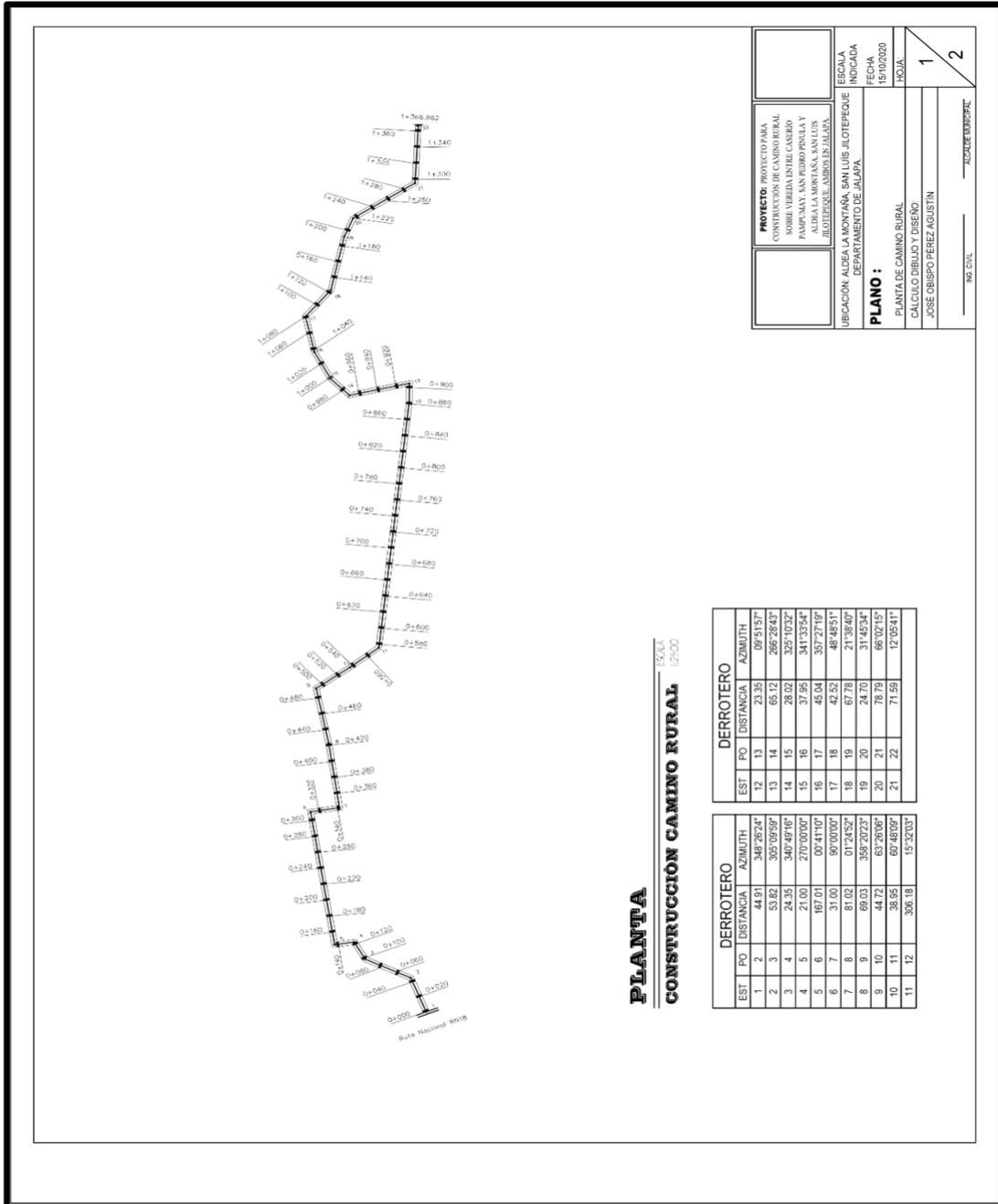
Como se puede percibir en el anexo que a continuación se presenta, se enlistan los resultados y al mismo tiempo el costo unitario por cada uno de ellos, finalmente se detalla también el costo total de la propuesta para solucionar la problemática identificada en el árbol de problemas.

Resultado	Nombre	Costo	Total
1	Unidad Ejecutora	Q. 540,000.00	
2	Desarrollo del plan	Q. 20,000.00	
Total de la propuesta			Q. 560,000

## Anexo 4. Otros anexos

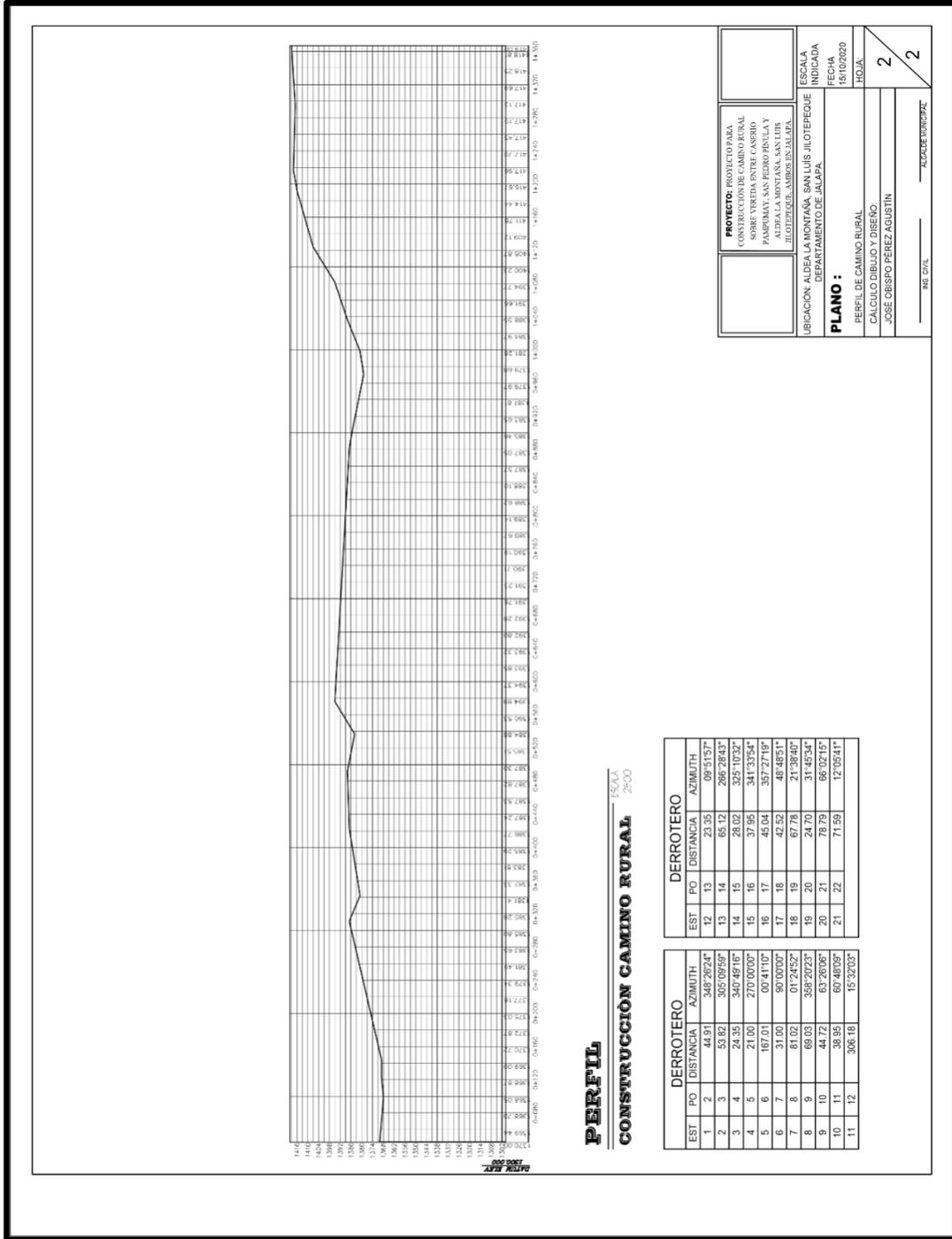
### Anexo 4.1 Planos.

Plano 1: Planta de camino rural.



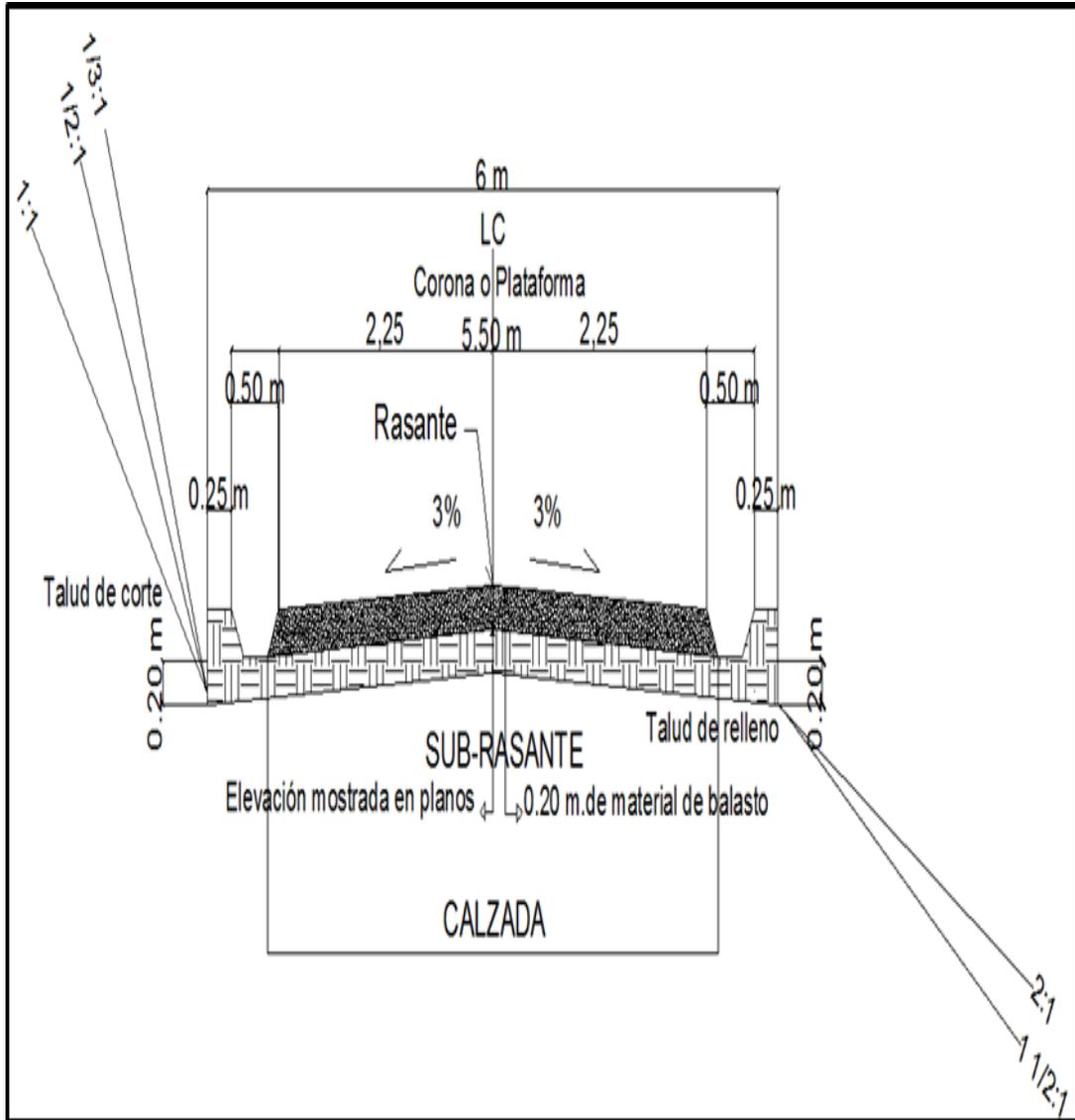
Fuente: Pérez J. marzo de 2021

Plano 2: Perfil de camino rural.



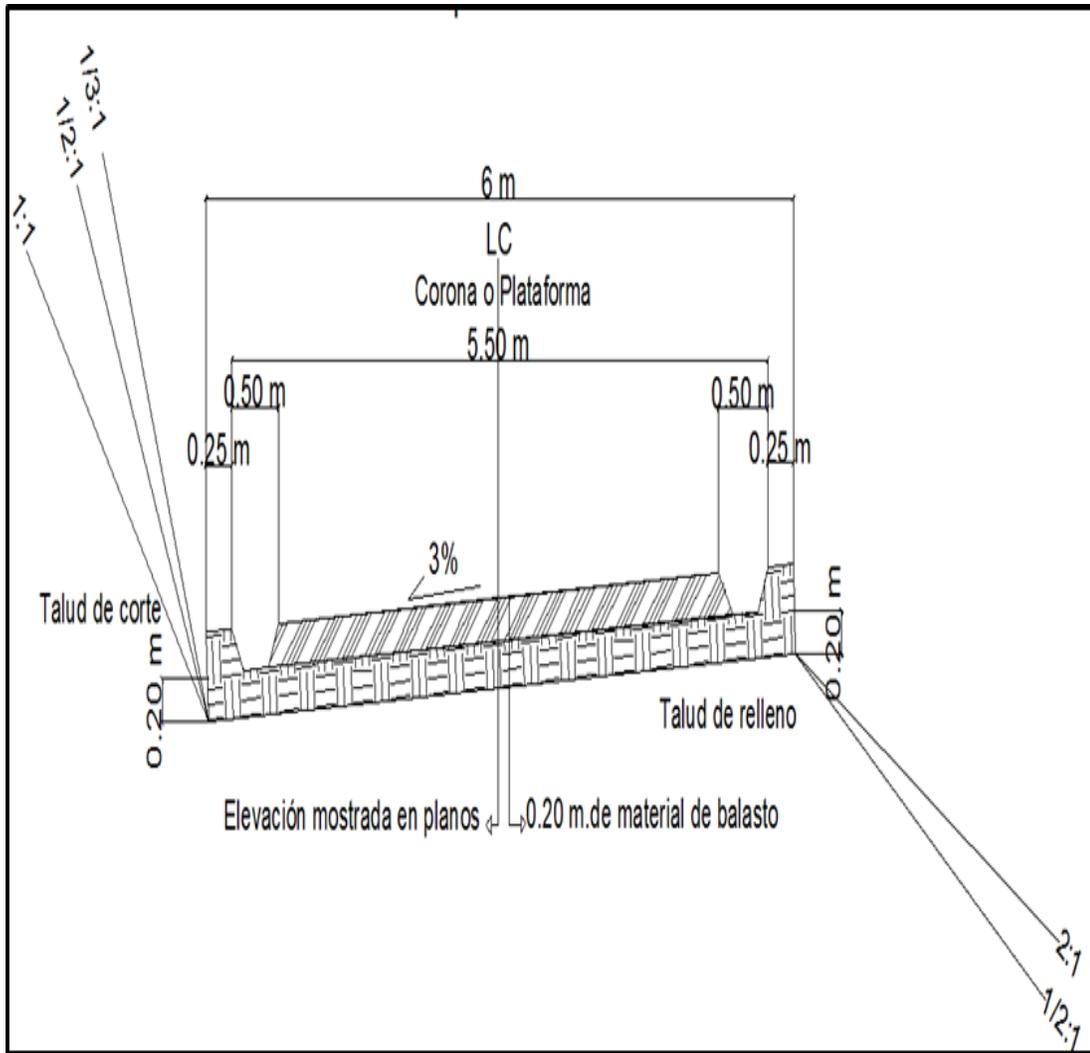
Fuente: Pérez J. abril de 2021

Plano 3. Detalle de garabito típico en tangente



Fuente: Pérez J. abril de 2021

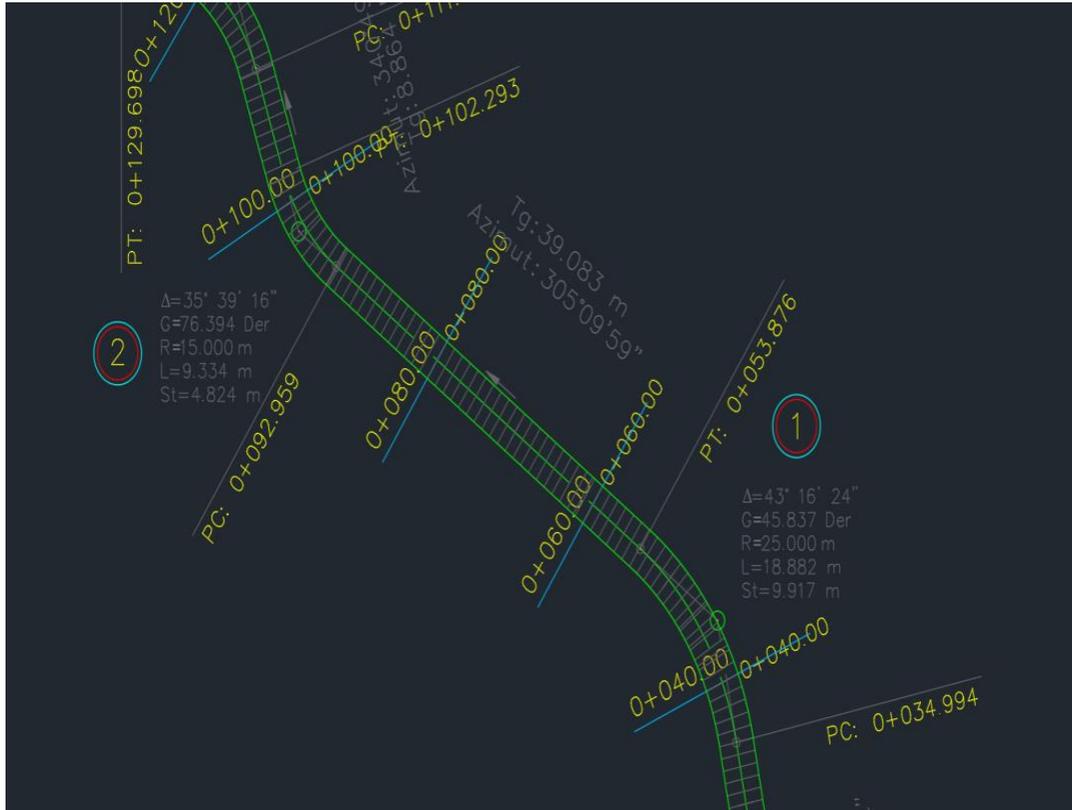
Plano 4. Detalle de garabito típico en curva horizontal



Fuente: Pérez J. abril 2021

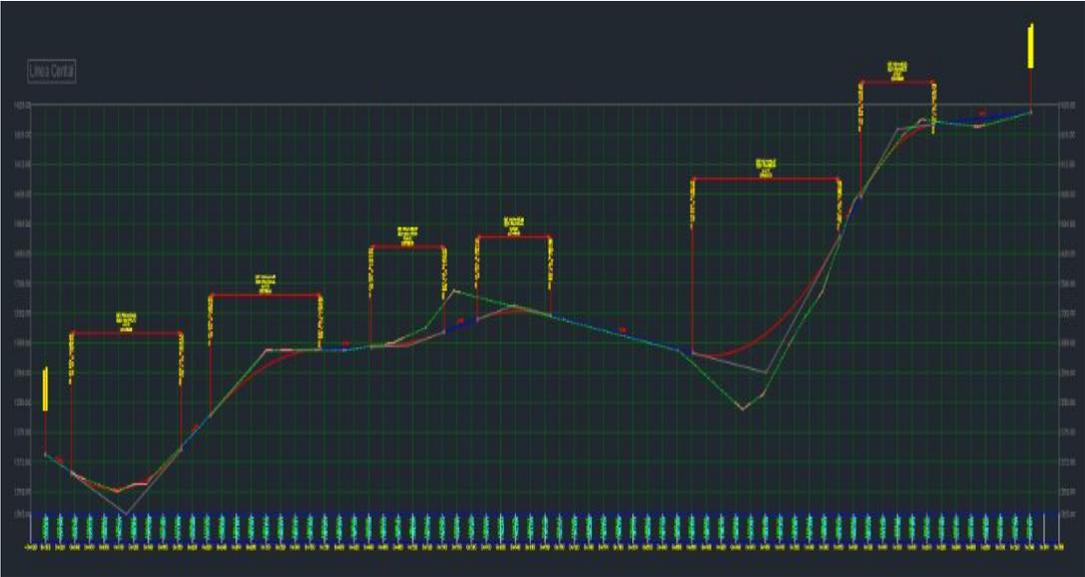
## Anexo 4.2 Graficas

Grafica 1: Gráfica de planta horizontal



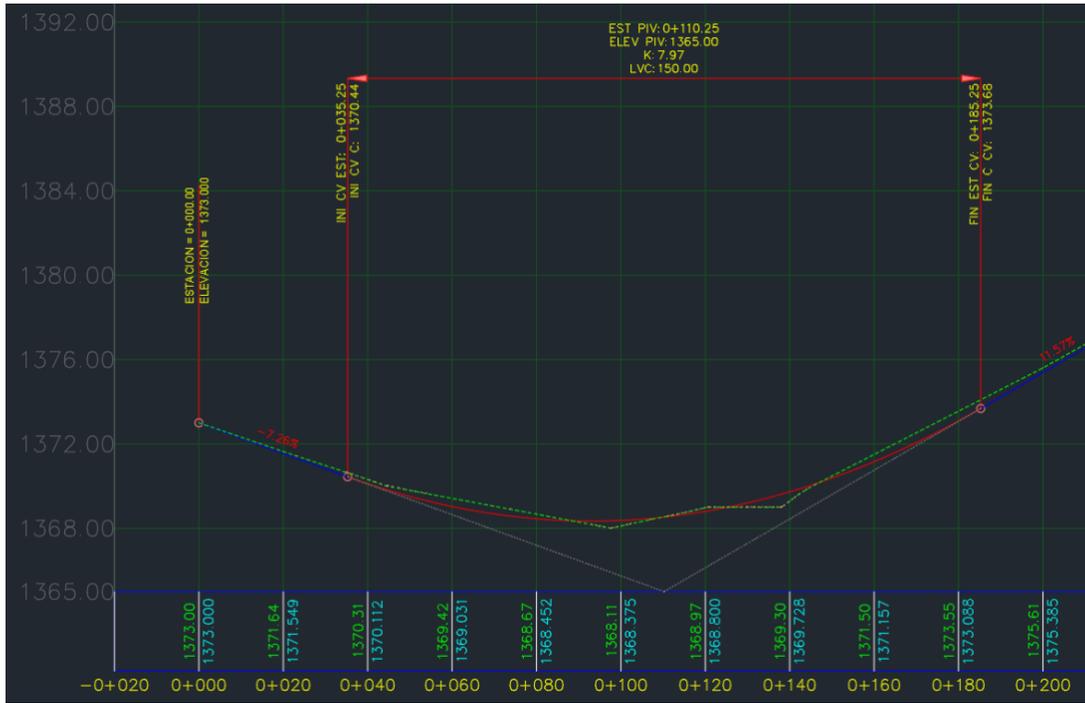
Fuente: Pérez J. abril de 2021

Grafica 2: de Planta vertical



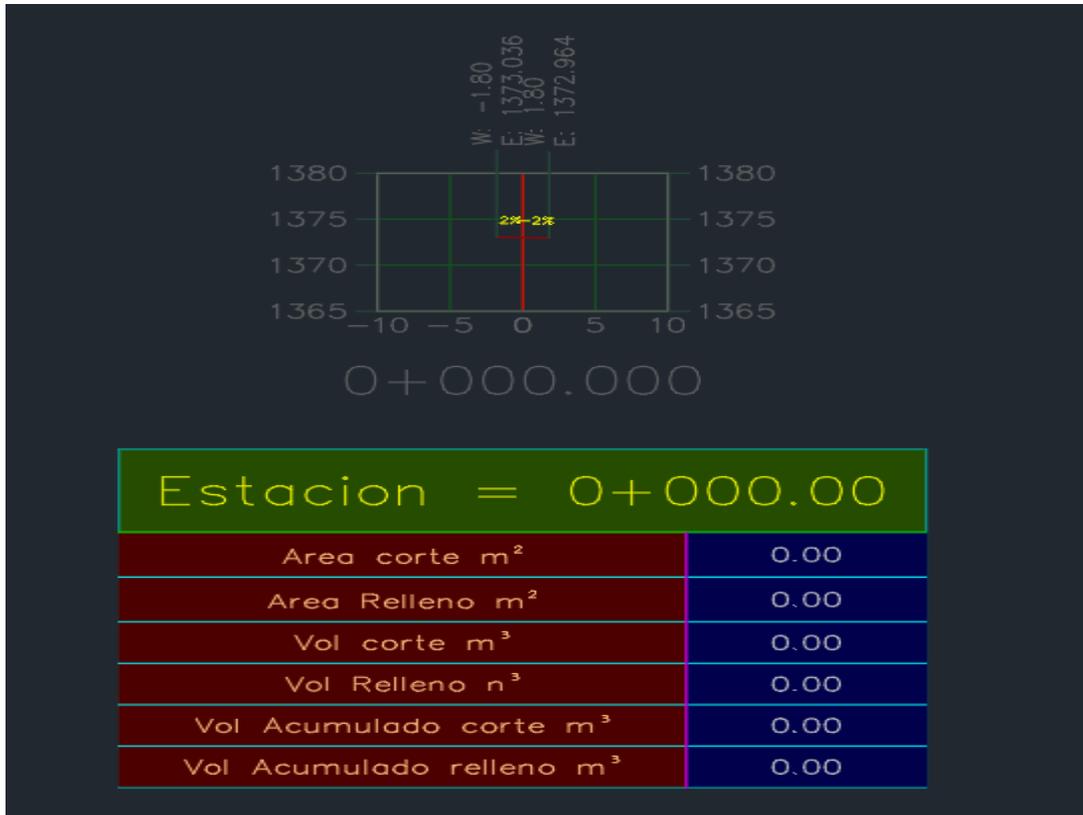
Fuente: Pérez J. abril de 2021

Grafica 3. Gráfica de curvas verticales



Fuente: Pérez J. abril de 2021

Gráfica 4. Cálculo de movimiento de tierras



Fuente: Pérez J. abril de 2021

## Anexo 4.3 Tablas

Tabla 1: Gráfica de planta horizontal

Tabla de Volumen movimiento de tierra						
Estacion	Corte Area m <sup>2</sup>	Relleno Area m <sup>2</sup>	Corte Vol. m <sup>3</sup>	Relleno Vol m <sup>3</sup>	Corte Vol Acumulado m <sup>3</sup>	Relleno Vol. Acumulado m <sup>3</sup>
0+000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020	0.33	0.00	3.34	0.00	3.34	0.00
0+040	0.73	0.00	10.70	0.01	14.04	0.01
0+060	1.42	0.00	21.53	0.01	35.57	0.02
0+080	0.79	0.00	22.07	0.00	57.64	0.02
0+100	0.00	0.98	7.90	9.85	65.54	9.87
0+120	0.62	0.00	6.25	9.84	71.79	19.71
0+140	0.00	1.41	6.22	14.11	78.01	33.82
0+160	1.26	0.00	12.75	14.13	90.76	47.95
0+180	1.79	0.00	30.55	0.00	121.32	47.95
0+200	1.15	0.00	29.38	0.00	150.70	47.95
0+220	0.61	0.00	17.61	0.00	168.30	47.95
0+240	0.59	0.01	12.02	0.08	180.32	48.03
0+260	1.69	0.00	22.80	0.08	203.13	48.12

0+280	3.96	0.00	56.51	0.00	259.64	48.12
0+300	2.17	0.00	121.12	0.00	380.76	48.12
0+320	4.18	0.00	123.51	0.00	504.26	48.12
0+340	1.41	0.00	58.06	0.00	560.31	48.12
0+360	0.00	0.19	14.10	1.89	574.41	50.01
0+380	0.00	0.74	0.00	8.26	574.41	58.27
0+400	0.00	0.99	0.00	17.32	574.41	75.60
0+420	0.00	0.50	0.00	14.94	574.41	91.53
0+440	0.33	0.00	3.28	4.88	577.67	96.53
0+460	0.91	0.00	12.40	0.00	590.07	96.53
0+480	1.90	0.00	28.12	0.00	618.18	96.53
0+500	3.86	0.00	57.62	0.00	675.81	96.53
0+520	6.14	0.00	88.82	0.00	775.73	96.53
0+540	13.93	0.00	200.69	0.00	976.42	96.53
0+560	19.48	0.00	333.36	0.00	1310.28	96.53
0+580	13.80	0.00	352.83	0.00	1642.91	96.53
0+600	2.67	0.00	224.76	0.00	1867.66	96.53
0+620	4.74	0.00	194.17	0.00	2001.84	96.53
0+640	1.98	0.00	67.02	0.00	2068.85	96.53

Tabla de Volumen movimiento de tierra						
0+600	0.18	0.00	21.51	0.00	2080.37	96.59
0+680	0.00	0.62	1.95	6.24	2092.31	102.77
0+700	0.00	0.68	0.00	13.12	2092.31	115.89
0+720	0.00	0.88	0.00	15.71	2092.31	128.80
0+740	0.00	0.68	0.00	13.62	2092.31	143.22
0+760	0.00	0.62	0.00	13.58	2092.31	156.80
0+780	0.00	0.88	0.00	13.69	2092.31	170.89
0+800	0.00	0.68	0.00	13.60	2092.31	183.99
0+820	0.00	0.62	0.00	13.61	2092.31	187.61
0+840	0.00	0.88	0.00	13.63	2092.31	211.23
0+860	0.00	0.68	0.00	13.64	2092.31	224.87
0+880	0.00	4.85	0.00	55.34	2092.31	280.21
0+900	0.00	10.81	0.00	158.88	2092.31	437.17
0+920	0.00	19.24	0.00	300.49	2092.31	737.66
0+940	0.00	30.08	0.00	493.28	2082.32	1230.82

0+980	0.00	35.07	0.00	851.30	2092.32	1882.22
0+980	0.00	32.93	0.00	680.03	2082.32	2662.25
1+000	0.00	23.00	0.00	559.95	2082.32	3121.80
1+020	0.00	16.20	0.01	392.05	2092.33	3513.65
1+040	0.00	13.35	0.01	295.50	2082.34	3808.16
1+060	0.00	12.37	0.00	257.38	2092.34	4066.53
1+080	0.00	3.35	0.00	167.18	2082.34	4223.71
1+100	4.29	0.00	42.28	39.57	2134.62	4257.27
1+120	1.07	0.00	53.05	0.00	2187.68	4257.28
1+140	0.02	0.14	10.84	1.44	2188.82	4288.71
1+160	1.20	0.00	12.17	1.44	2210.78	4280.15
1+180	2.78	0.00	39.73	0.00	2250.61	4260.15
1+200	2.81	0.00	55.57	0.00	2306.36	4260.15
1+220	0.63	0.00	34.42	0.00	2340.80	4260.15
1+240	0.00	1.20	6.27	11.88	2347.07	4272.14
1+260	0.00	3.07	0.00	42.72	2347.07	4314.85
1+280	0.00	3.57	0.00	68.30	2347.07	4361.15
1+300	0.00	2.48	0.00	80.48	2347.07	4441.62
1+320	0.00	1.31	0.00	37.84	2347.07	4478.46
1+340	0.00	0.11	0.00	14.22	2347.07	4493.88

Fuente: Pérez J. abril de 2021

### Anexo 4.3

#### Memoria de cálculo de curvas horizontales.

Se inicia con la estación: 0+000.00

<b>Alineamiento: Línea Central</b>			
<b>Descripción:</b>			
Tangente			
Longitud:	34.994	Rumbo:	N 11° 33' 36.4709" W
Curva Horizontal 1			
Delta:	43° 16' 24.3594"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	25.000		
Longitud:	18.882	Tangente:	9.917
Ordenada Med:	1.761	External:	1.895
Cuerda:	18.436	Rumbo:	N 33° 11' 48.6506" W
Tangente			
Longitud:	39.083	Rumbo:	N 54° 50' 00.8303" W
Curva Horizontal 2			
Delta:	35° 39' 16.4014"	Tipo:	DERECHA
Radio:	15.000		
Longitud:	9.334	Tangente:	4.824
Ordenada Med:	0.720	External:	0.757
Cuerda:	9.184	Rumbo:	N 37° 00' 22.6296" W

Tangente			
Longitud:	8.864	Rumbo:	N 19° 10' 44.4289" W
Curva Horizontal 3			
Delta:	70° 49' 15.5711"	Tipo:	IZQUERDA
Radio:	15.000		
Longitud:	18.541	Tangente:	10.664
Ordenada Med:	2.775	External:	3.404
Cuerda:	17.383	Rumbo:	N 54° 35' 22.2144" W
Tangente			
Longitud:	0.215	Rumbo:	N 90° 00' 00.0000" W
Circular Horizontal 4			
Delta:	90° 41' 10.1191"	Tipo	DERECHA
Radio:	10.000		
Longitud:	15.828	Tangente:	10.12
Ordenada Med:	2.971	External:	4.228
Cuerda:	14.227	Rumbo:	N 44° 39' 24.9404" W
Tangente			
Longitud:	147.011	Rumbo:	N 00° 41' 10.1191" E

Curva Horizontal 5			
Delta:	89° 18' 49.8809"	Tipo	DERECHA
Radio:	10.000		
Longitud:	15.588	Tangente:	9.881
Ordenada Med:	2.887	External:	4.058
Cuerda:	14.057	Rumbo:	N 45° 20' 35.0596" E
Tangente			
Longitud:	11.363	Course:	N 90° 00' 00.0000" E
Circular Horizontal 6			
Delta:	88° 35' 08.0764"	Tipo	IZQUIERDA
Radio:	10.000		
Longitud:	15.461	Tangente:	9.756
Ordenada Med:	2.842	External:	3.971
Cuerda:	13.967	Rumbo:	N 45° 42' 25.9618" E
Tangente			
Longitud:	69.390	Rumbo:	N 01° 24' 51.9236" E
Circular Horizontal 7			
Delta:	03° 04' 28.9401"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	70.000		
Longitud:	3.756	Tangente:	1.879
Ordenada Med:	0.025	External:	0.025
Cuerda:	3.756	Rumbo:	N 00° 07' 22.5465" W

Tangente			
Longitud:	54.386	Rumbo:	N 01° 39' 37.0165" W
Curva horizontal 7			
Radio:	65° 05' 42.8323"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	20.000		
Ordenada Med:	22.723	Tangente:	12.765
Cuerda:	3.141	External:	3.726
Radio:	21.520	Rumbo:	N 30° 53' 14.3996" E
Tangente			
Longitud:	31.957	Rumbo:	N 63° 26' 05.8158" E
Tangente			
Longitud:	30.609	Rumbo:	N 60° 48' 09.0502" E
Curva horizontal 8			
Radio:	45° 16' 06.1904"	Tipo:	IZQUIERDA
Longitud:	20.000		
Ordenada Med:	15.802	Tangente:	8.339
Cuerda:	1.540	External:	1.669
Radio:	15.394	Rumbo:	N 38° 10' 05.9551" E

Tangente			
Longitud:	297.845	Rumbo:	N 15° 32' 02.8599" E
Tangente			
Longitud:	23.345	Rumbo:	N 09° 51' 56.9050" E
Tangente			
Longitud:	53.877	Rumbo:	S 86° 28' 42.7678" W
Curva horizontal 9			
Radio:	58° 41' 49.0712"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	20.000		
Ordenada Med:	20.489	Tangente:	11.246
Cuerda:	2.567	External:	2.945
Radio:	19.605	Rumbo:	N 64° 10' 22.6966" W
Tangente			
Longitud:	13.172	Rumbo:	N 34° 49' 28.1610" W
Curva horizontal 10			
Radio:	16° 23' 22.3452"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	25.000		
Ordenada Med:	7.151	Tangente:	3.6
Cuerda:	0.255	External:	0.258
Radio:	7.127	Rumbo:	N 26° 37'

			46.9884" W
Tangente			
Longitud:	31.556	Rumbo:	N 18° 26' 05.8158" W
Curva horizontal 11			
Radio:	15° 53' 24.5200"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	20.000		
Ordenada Med:	5.547	Tangente:	2.791
Cuerda:	0.192	External:	0.194
Radio:	5.529	Rumbo:	N 10° 29' 23.5558" W
Tangente			
Longitud:	35.041	Rumbo:	N 02° 32' 41.2958" W
Curva horizontal 12			
Radio:	51° 21' 31.9652"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	15.000		
Ordenada Med:	13.446	Tangente:	7.212
Cuerda:	1.482	External:	1.644
Radio:	13.000	Rumbo:	N 23° 08' 04.6868" E
Tangente			
Longitud:	30.475	Rumbo:	N 48° 48' 50.6694" E

Curva horizontal 13			
Radio:	27° 10' 10.7029"	Tipo:	IZQUIERDA
Longitud:	20.000		
Ordenada Med:	9.484	Tangente:	4.833
Cuerda:	0.560	External:	0.576
Radio:	9.395	Rumbo:	N 35° 13' 45.3180" E
Tangente			
Longitud:	61.176	Rumbo	N 21° 38' 39.9665" E
Curva horizontal 14			
Radio:	10° 06' 54.1618"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	20.000		
Ordenada Med:	3.531	Tangente:	1.77
Cuerda:	0.078	External:	0.078
Radio:	3.526	Rumbo:	N 26° 42' 07.0474" E
Tangente			
Longitud:	18.302	Rumbo:	N 31° 45' 34.1283" E
Curva horizontal 15			
Radio:	34° 16' 40.9114"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	15.000		
Ordenada Med:	8.974	Tangente:	4.626
Cuerda:	0.666	External:	0.697

Radio:	8.841	Rumbo:	N 48° 53' 54.5840" E
Tangente			
Longitud:	66.532	Rumbo:	N 66° 02' 15.0397" E
Curva horizontal 16			
Radio:	53° 56' 33.9142"	Tipo:	IZQUIERDA
Longitud:	15.000		
Ordenada Med:	14.122	Tangente:	7.633
Cuerda:	1.632	External:	1.831
Radio:	13.606	Rumbo:	N 39° 03' 58.0826" E
Tangente			
Longitud:	63.956	Rumbo:	N 12° 05' 41.1255" E
Tangente			
Longitud:	34.994	Rumbo:	N 11° 33' 36.4709" W
Curva Horizontal 1			
Delta:	43° 16' 24.3594"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	25.000		
Longitud:	18.882	Tangente:	9.917
Ordenada Med:	1.761	External:	1.895
Cuerda:	18.436	Rumbo:	N 33° 11' 48.6506" W

Tangente			
Longitud:	39.083	Rumbo:	N 54° 50' 00.8303" W
Curva Horizontal 2			
Delta:	35° 39' 16.4014"	Tipo:	DERECHA
Radio:	15.000		
Longitud:	9.334	Tangente:	4.824
Ordenada Med:	0.720	External:	0.757
Cuerda:	9.184	Rumbo:	N 37° 00' 22.6296" W
Tangente			
Longitud:	8.864	Rumbo:	N 19° 10' 44.4289" W
Curva Horizontal 3			
Delta:	70° 49' 15.5711"	Tipo:	IZQUERDA
Radio:	15.000		
Longitud:	18.541	Tangente:	10.664
Ordenada Med:	2.775	External:	3.404
Cuerda:	17.383	Rumbo:	N 54° 35' 22.2144" W
Tangente			
Longitud:	0.215	Rumbo:	N 90° 00' 00.0000" W

Circular Horizontal 4			
Delta:	90° 41' 10.1191"	Tipo	DERECHA
Radio:	10.000		
Longitud:	15.828	Tangente:	10.12
Ordenada Med:	2.971	External:	4.228
Cuerda:	14.227	Rumbo:	N 44° 39' 24.9404" W
Tangente			
Longitud:	147.011	Rumbo:	N 00° 41' 10.1191" E
Curva Horizontal 5			
Delta:	89° 18' 49.8809"	Tipo	DERECHA
Radio:	10.000		
Longitud:	15.588	Tangente:	9.881
Ordenada Med:	2.887	External:	4.058
Cuerda:	14.057	Rumbo:	N 45° 20' 35.0596" E
Tangente			
Longitud:	11.363	Course:	N 90° 00' 00.0000" E
Circular Horizontal 6			
Delta:	88° 35' 08.0764"	Tipo	IZQUIERDA
Radio:	10.000		
Longitud:	15.461	Tangente:	9.756
Ordenada Med:	2.842	External:	3.971
Cuerda:	13.967	Rumbo:	N 45° 42' 25.9618" E

Tangente			
Longitud:	69.390	Rumbo:	N 01° 24' 51.9236" E
Circular Horizontal 7			
Delta:	03° 04' 28.9401"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	70.000		
Longitud:	3.756	Tangente:	1.879
Ordenada Med:	0.025	External:	0.025
Cuerda:	3.756	Rumbo:	N 00° 07' 22.5465" W
Tangente			
Longitud:	54.386	Rumbo:	N 01° 39' 37.0165" W
Curva horizontal 7			
Radio:	65° 05' 42.8323"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	20.000		
Ordenada Med:	22.723	Tangente:	12.765
Cuerda:	3.141	External:	3.726
Radio:	21.520	Rumbo:	N 30° 53' 14.3996" E
Tangente			
Longitud:	31.957	Rumbo:	N 63° 26' 05.8158" E

Tangente			
Longitud:	30.609	Rumbo:	N 60° 48' 09.0502" E
Curva horizontal 8			
Radio:	45° 16' 06.1904"	Tipo:	IZQUIERDA
Longitud:	20.000		
Ordenada Med:	15.802	Tangente:	8.339
Cuerda:	1.540	External:	1.669
Radio:	15.394	Rumbo:	N 38° 10' 05.9551" E
Tangente			
Longitud:	297.845	Rumbo:	N 15° 32' 02.8599" E
Tangente			
Longitud:	23.345	Rumbo:	N 09° 51' 56.9050" E
Tangente			
Longitud:	53.877	Rumbo:	S 86° 28' 42.7678" W
Curva horizontal 9			
Radio:	58° 41' 49.0712"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	20.000		
Ordenada Med:	20.489	Tangente:	11.246
Cuerda:	2.567	External:	2.945
Radio:	19.605	Rumbo:	N 64° 10'

			22.6966" W
Tangente			
Longitud:	13.172	Rumbo:	N 34° 49' 28.1610" W
Curva horizontal 10			
Radio:	16° 23' 22.3452"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	25.000		
Ordenada Med:	7.151	Tangente:	3.6
Cuerda:	0.255	External:	0.258
Radio:	7.127	Rumbo:	N 26° 37' 46.9884" W
Tangente			
Longitud:	31.556	Rumbo:	N 18° 26' 05.8158" W
Curva horizontal 11			
Radio:	15° 53' 24.5200"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	20.000		
Ordenada Med:	5.547	Tangente:	2.791
Cuerda:	0.192	External:	0.194
Radio:	5.529	Rumbo:	N 10° 29' 23.5558" W
Tangente			
Longitud:	35.041	Rumbo:	N 02° 32' 41.2958" W

Curva horizontal 12			
Radio:	51° 21' 31.9652"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	15.000		
Ordenada Med:	13.446	Tangente:	7.212
Cuerda:	1.482	External:	1.644
Radio:	13.000	Rumbo:	N 23° 08' 04.6868" E
Tangente			
Longitud:	30.475	Rumbo:	N 48° 48' 50.6694" E
Curva horizontal 13			
Radio:	27° 10' 10.7029"	Tipo:	IZQUIERDA
Longitud:	20.000		
Ordenada Med:	9.484	Tangente:	4.833
Cuerda:	0.560	External:	0.576
Radio:	9.395	Rumbo:	N 35° 13' 45.3180" E
Tangente			
Longitud:	61.176	Rumbo	N 21° 38' 39.9665" E
Curva horizontal 14			
Radio:	10° 06' 54.1618"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	20.000		
Ordenada Med:	3.531	Tangente:	1.77
Cuerda:	0.078	External:	0.078

Radio:	3.526	Rumbo:	N 26° 42' 07.0474" E
Tangente			
Longitud:	18.302	Rumbo:	N 31° 45' 34.1283" E
Curva horizontal 15			
Radio:	34° 16' 40.9114"	Tipo:	DERECHA
Longitud:	15.000		
Ordenada Med:	8.974	Tangente:	4.626
Cuerda:	0.666	External:	0.697
Radio:	8.841	Rumbo:	N 48° 53' 54.5840" E
Tangente			
Longitud:	66.532	Rumbo:	N 66° 02' 15.0397" E
Curva horizontal 16			
Radio:	53° 56' 33.9142"	Tipo:	IZQUIERDA
Longitud:	15.000		
Ordenada Med:	14.122	Tangente:	7.633
Cuerda:	1.632	External:	1.831
Radio:	13.606	Rumbo:	N 39° 03' 58.0826" E
Tangente			
Longitud:	63.956	Rumbo:	N 12° 05' 41.1255" E

**Fin de la estación horizontal: 1 +341.81**

**Fin de la cota vertical: 1 +340.00**

Fuente: Pérez J. abril de 2021

#### **Anexo 4.4**

#### **Memoria de cálculo de curvas horizontales.**

**Se inicia con la estación: 0+000.00**

#### **Descripción de curvas:**

**Se inicia con la estación: 0+000.00**

**Y la cota de elevación, 1,373.00 msnm.**

#### **Curva 1**

Inicio de la Curva Vertical Estación: 0 +035.25

Inicio de Curva Vertical: 1,370.44 msnm.

Estación Punto de Intersección Vertical: 0+110.25

Elevación Punto de Intersección Vertical: 1365.00

K: 7.97 m.

Longitud Vertical de la Curva: 150.00 m.

Fin Estación Curva Vertical: 0+185.25

Fin Curva Vertical: 1373.68 msnm.

Fuente: Pérez J. abril de 2021

#### **Curva 2**

Inicio de la Curva Vertical Estación: 0 +224.68

Inicio de Curva Vertical: 1,378.24 msnm.

Estación Punto de Intersección Vertical: 0+299.68

Elevación Punto de Intersección Vertical: 1386.92

K: 13.37 m.

Longitud vertical de la Curva: 150.00 m.

Fin Estación Curva Vertical: 0+374.68

Fin Curva Vertical: 1387.18 msnm

Fuente: Pérez J. abril de 2021

### **Curva 3**

Inicio de la Curva Vertical Estación: 0 +443.27

Inicio de Curva Vertical: 1,387.43 msnm.

Estación Punto de Intersección Vertical: 0+493.27

Elevación Punto de Intersección Vertical: 1387.60

K: 29.33 m.

Longitud vertical de la Curva: 100.00 m.

Fin Estación Curva Vertical: 0+543.27

Fin Curva Vertical: 1389.48 msnm

Fuente: Pérez J. abril de 2021

### **Curva 4**

Inicio de la Curva Vertical Estación: 0 +587.96

Inicio de Curva Vertical: 1,391.17 msnm.

Estación Punto de Intersección Vertical: 0+637.96

Elevación Punto de Intersección Vertical: 1393.05

K: 15.64 m.

Longitud vertical de la Curva: 100.00 m.

Fin Estación Curva Vertical: 0+687.96

Fin Curva Vertical: 1391.73

Fuente: Pérez J. abril de 2021

### **Curva 5**

Inicio de la Curva Vertical Estación: 0 +881.17  
Inicio de Curva Vertical: 1,386.65 msnm.  
Estación Punto de Intersección Vertical: 0+981.17  
Elevación Punto de Intersección Vertical: 1384.01

K: 9.57 m.  
Longitud vertical de la Curva: 200.00 m.  
Fin Estación Curva Vertical: 1+081.17  
Fin Curva Vertical: 1402.28  
Fuente: Pérez J. abril de 2021

## **Curva 6**

Inicio de la Curva Vertical Estación: 1+110.25  
Inicio de Curva Vertical: 1,407.60 msnm.  
Estación Punto de Intersección Vertical: 1+160.25  
Elevación Punto de Intersección Vertical: 1416.73  
K: 5.87 m.  
Longitud vertical de la Curva: 100.00 m.  
Fin Estación Curva Vertical: 1+210.25  
Fin Curva Vertical: 1,417.36  
**Fin de la estación horizontal: 1 +341.81**  
**Fin de la cota vertical: 1 +341.81**  
Fuente: Pérez J. abril de 2021