

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**



**“TECNICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE CAMINOS RURALES
SOSTENIBLES”**

PRESENTADO POR

**OSCAR ARMANDO GUERRA FLORES
ERNESTO ALONSO RIVAS AQUINO
CARLOS ERNESTO RIVERA CARTAGENA**

PARA OPTAR AL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2003

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA

:

Dra. MARIA ISABEL RODRIGUEZ

SECRETARIA GENERAL :

Licda. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

DECANO

:

Ing. ALVARO ANTONIO AGUILAR ORANTES

SECRETARIO

:

Ing. SAUL ALFONSO GRANADOS

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR

:

Ing. LUIS RODOLFO NOSIGLIA DURAN

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

Trabajo de graduación previa a la opción al grado de:

INGENIERO CIVIL

Título :

**“TECNICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE CAMINOS RURALES
SOSTENIBLES”**

Presentado por :

**OSCAR ARMANDO GUERRA FLORES
ERNESTO ALONSO RIVAS AQUINO
CARLOS ERNESTO RIVERA CARTAGENA**

Trabajo de Graduación aprobado por:

Docentes Directores :

**ING. M. Sc. ROGELIO ERNESTO GODINEZ GONZALEZ
ING. ROBERTO OTONIEL BERGANZA ESTRADA**

Docente Director Externo :

ING. HECTOR ALEJANDRO PORTILLO CORTEZ

San Salvador, Agosto de 2003

Trabajo de Graduación aprobado por:

Docentes Directores :

ING. M. Sc. ROGELIO ERNESTO GODINEZ GONZALEZ

ING. ROBERTO OTONIEL BERGANZA ESTRADA

Docente Director Externo :

ING. HECTOR ALEJANDRO PORTILLO CORTEZ

AGRADECIMIENTOS:

Al ser omnipotente que nos permite respirar y que nos brinda todo lo que tenemos, nuestras familias, amigos y compañeros.

A la Universidad de El Salvador, por brindarnos el medio para aumentar considerablemente nuestro acervo cultural y convertirnos en profesionales.

A los docentes que compartieron con nosotros sus conocimientos y nos hicieron forjar nuestras herramientas de sabiduría.

A nuestro coordinador y asesor Ing. M. Sc. Rogelio Ernesto Godínez González por su profesionalismo y ayuda incondicional.

A nuestros asesores Ing. Roberto Otoniel Berganza Estrada e Ing. Héctor Alejandro Portillo Cortez por su desinteresada y valiosa colaboración, prestada a lo largo del desarrollo de este trabajo de graduación.

Al Ing. Carlos Ernesto Ardón, Ing. Dionisio Ramírez y Ing. Hans Tobar del Ministerio de Obras Públicas por la información proporcionada, la cual fue de mucha ayuda en el desarrollo de esta tesis.

A todos nuestros amigos que de alguna forma pusieron su grano de arena en la realización de esta investigación; ya que detrás de estas hojas se encuentran muchas historias, y personas con su distinta colaboración pero de igual forma valiosa. Por eso a todos esos protagonistas anónimos que nos ayudaron incondicionalmente, gracias infinitas.

Oscar, Ernesto y Carlos.

DEDICATORIA:

A Dios por permitirme terminar una etapa más de mi vida y por guiarme en todo este tiempo.

Al Alma Mater por haberme formado académicamente y permitirme ser parte de ella.

A mis padres Víctor Manuel Guerra y María Lorenza Flores de Guerra, por darme las oportunidades que he tenido en mi vida, apoyarme en los momentos difíciles y sobre todo por creer en mi.

A mi hermana Sofía, por darme todo el apoyo moral y económico a lo largo de mi vida como estudiante, así como a mis hermanos Margarita, Alicia, Carlos, Víctor y Saúl, por su apoyo incondicional.

A mi tía Susana, por el apoyo brindado todo este tiempo.

A mis primos Noelia y Jorge por su apoyo incondicional e incentivarme a concluir mi carrera.

A mi familia en general, que de una u otra manera me apoyaron en el desarrollo de mi carrera.

Oscar.

DEDICATORIA:

A Dios, por guiarme en todo momento.

A la Universidad de El Salvador, por haberme formado académicamente y darme las herramientas necesarias para desenvolverme en el ambiente laboral.

A mi madre Angélica Margarita Aquino por apoyarme en todo lo que estuvo a su alcance en los momentos más difíciles dándome aliento y ánimos para continuar .

A mi novia Emma, por tenerme paciencia en todo este tiempo.

A mis hermanos Mireya y Quique por darme la mano en diversas actividades y para motivarlos a desarrollarse mejor en la vida.

A mi tío Kevin Salvador Rivas por apoyarme moralmente en múltiples momentos.

A mi abuela Inés Rivas

A mi familia en general, por animarme en el desarrollo de mi carrera.

Ernesto.

DEDICATORIA

Por sobre todas las cosas, Dios es el ser al que debemos dedicar y agradecer, todos los que de alguna forma nos sentimos satisfechos por lograr nuestros propósitos, o por haber puesto lo mejor de nosotros, por alcanzarlos sin dejar de perseverar, aunque la lucha se vea perdida por momentos. Ya que él hace posible que tengamos a nuestro lado personas que nos incentiven y apoyen en las distintas facetas de nuestra vida; comenzando por mi madre y padre queridos, Oty y Angel, que es lo que más amo en la vida por quien soy lo que soy, y que sé que con éstas palabras no alcanzo ni nunca alcanzaré a pagarles lo que por mi han hecho; a mi hermano Angel Alexis que ha sido motivo de esfuerzo para no defraudar, y por la fe que me otorgan día a día. En fin a toda mi familia que es tan grande pero que saben que les agradezco por el apoyo incondicional. Amistades y sentimientos que son difíciles de manifestar en un par de palabras, una persona que sin mencionarla sabe que le entregué parte de mi vida y de mi corazón, y me supo compensar con apoyo, amor, y comprensión, durante mi época de universitario; por eso estaré altamente agradecido por toda mi existencia, y eso es motivo suficiente para manifestarle que nunca la olvidaré. Y así mucha gente que me apoyo en los momentos más difíciles, a mis amigos el gordo Cesar, el Ing. Jovel, Mario A., Rosmary D., Wil, Tania, Milton C., por ser el logro de todos, GRACIAS. Que Dios los bendiga.

Carlos.

RESUMEN

La actual clasificación vial de la ley de carreteras y caminos vecinales, no considera el concepto de Camino Rural Sostenible. De acuerdo con los requisitos establecidos por el Ministerio de Obras Públicas un camino rural puede ser considerado camino rural sostenible al:

a) Mantener en lo posible la configuración geométrica del camino rural a mejorar, b) Proporcionar una superficie de rodadura de concreto asfáltico o concreto hidráulico y c) Preservar en buenas condiciones de funcionamiento los componentes del camino¹.

El trabajo de graduación “Técnicas para el mejoramiento de caminos rurales sostenibles”, tiene como propósito la realización de una propuesta de mejoramiento y mantenimiento de los caminos rurales, tomando como caso tipo el camino Quezaltepeque – San Matías, en el Departamento de la libertad. Para esto, se utilizó información del Manual centroamericano para el mantenimiento de caminos rurales de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana. Los resultados obtenidos del estudio de campo, reflejan un regular estado de funcionamiento del camino; en lo referente a la configuración geométrica no se encontró valores que estén fuera de los parámetros de las Normas de Diseño para Caminos Rurales, por lo que no es necesaria su modificación. Los drenajes laterales se encuentran en mal estado, al no

¹ Parámetros establecidos por el Ministerio de Obras Públicas.

encontrarse definidos y en muchos casos inexistentes. La superficie de rodadura posee problemas, debido a la existencia de baches, canales de erosión, cárcavas y en algunos puntos la pérdida total del material de cobertura. Los taludes se encuentran estables, por lo que no existe riesgo de derrumbes. Las obras de paso presentan buenas condiciones estructurales. La señalización vertical del camino prácticamente no existe, al encontrarse únicamente al inicio y final del camino.

Con esta información, se realizó la propuesta para el mejoramiento del camino Quezaltepeque – San Matías, que consiste en proponer el uso de las técnicas necesarias para corregir y mantener el estado de cada uno de los elementos que conforman el camino, aplicando los procedimientos de la SIECA para el mejoramiento de los drenajes y superficie de rodadura, que son los que mayor daño presentan; en el estacionamiento 0+482 con nivel freático aflorando se propone un filtro de arena y grava de $\frac{3}{4}$ " con descarga a través de un tubo de 8" de diámetro hacia la quebrada.

INDICE

CONTENIDO	Págs.
Introducción.....	i
CAPITULO I GENERALIDADES	
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes.....	2
1.3 Planteamiento del problema.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.5 Alcances y limitaciones.....	6
1.6 Delimitación del tema.....	7
1.7 Justificación.....	7
1.8 Marco Teórico.....	8
1.8.1 Componentes geométricos.....	8
1.8.1.1 Alineamiento Horizontal.....	8
1.8.1.2 Alineamiento Vertical	11
1.8.1.3 Secciones transversales.....	13
1.8.2 Componentes de soporte de tránsito.....	16
1.8.2.1 Tipos de suelo.....	16
1.8.2.2 Capacidad de soporte de los suelos.....	17

1.8.3 Componentes de Funcionamiento de los caminos.....	18
1.8.3.1 Superficie de rodadura.....	18
1.8.3.2 Obras de paso.....	18
1.8.3.3 Sistema de Drenaje.....	19
1.8.3.4 Taludes.....	30
1.8.3.5 Derecho de vía.....	33
1.8.4 Métodos para mejorar las condiciones del suelo de la subrasante.....	35
1.8.4.1 Restitución del suelo de subrasante.....	35
1.8.4.2 Estabilización de suelos.....	36
1.8.4.2.1 Estabilización con aditivos.....	36
1.8.4.2.2 Estabilización con suelo cemento.....	37
1.8.4.2.3 Estabilización con cal.....	39

CAPITULO II ESTUDIO DE CAMPO

2.1. Introducción.....	41
2.2 Estudio de campo.....	42
2.3 Condiciones actuales de los Caminos Rurales.....	45
2.3.1 Componentes Geométricos.....	48
2.3.1.1 Alineamiento horizontal.....	48
2.3.1.2 Alineamiento vertical.....	52
2.3.1.3 Sección transversal.....	52

2.3.2 Componentes de Soporte de Tránsito.....	53
2.3.2.1 Tipos de suelo.....	53
2.3.3. Componentes de Funcionamiento.....	53
2.3.3.1 Superficie de rodadura.....	54
2.3.3.2 Drenajes.....	54
2.3.3.3 Obras de paso.....	55
2.3.3.4 Taludes.....	56
2.3.3.5 Derecho de vía.....	57
2.4 Factores que afectan las condiciones Actuales.....	57
2.4.1 Agua pluvial	59
2.4.2 Pendientes.....	59
2.4.3 Tipo de tránsito.....	59
2.5 Diagnóstico de las condiciones existentes del camino Quezaltepeque – San Matías.....	60
2.5.1 Componentes Geométricos.....	66
2.5.1.1 Alineamiento vertical	66
2.5.1.2 Alineamiento horizontal.....	66
2.5.1.3 Sección transversal.....	67
2.5.2 Componentes de Soporte Técnico de Tránsito.....	74
2.5.2.1 Tipos de suelo.....	74
2.5.2.2 Capacidad de soporte.....	74
2.5.3 Componentes de Funcionamiento.....	76

2.5.3.1 Superficie de rodadura.....	76
2.5.3.2 Drenajes.....	77
2.5.3.3 Obras de paso.....	81
2.5.3.4 Taludes.....	83
2.5.3.5 Derechos de vía.....	84
2.5.3.6 Tráfico.....	85
2.6 Diagnóstico para mejoramiento del camino Quezaltepeque – San Matías.....	100
2.6.1 Alineamiento vertical.....	100
2.6.2 Alineamiento horizontal.....	101
2.6.3 Sección transversal.....	101
2.6.4 Tipos y calidad de suelo.....	101
2.6.5 Superficie de rodamiento.....	102
2.6.6 Drenajes y obras de paso.....	102
2.6.7 Taludes.....	102
2.7 Aplicación de los criterios para Caminos Rurales Sostenibles a partir del diagnóstico existente y diagnóstico para mejoramiento.....	106
2.8 Conclusiones.....	109
Cuadro anexo al capítulo II.....	111

CAPITULO III PROPUESTA DE TECNICAS PARA MEJORAMIENTO DE
CAMINOS RURALES SOSTENIBLES

3.1	Introducción.....	116
3.2	Clasificación del mantenimiento de caminos.....	117
3.3	Mantenimiento Preventivo.....	118
3.3.1	Técnicas, Métodos y Especificaciones para cada elemento del camino.....	118
3.3.1.1	Estabilización de taludes.....	119
3.3.1.2	Tratamientos de obras de paso.....	124
3.3.1.3	Sistemas de drenaje.....	
3.4	Mantenimiento Correctivo.....	149
3.4.1	Técnicas, Métodos y Especificaciones en cada elemento del camino.....	149
3.4.1.1	Alineamiento horizontal.....	150
3.4.1.2	Alineamiento vertical.....	163
3.4.1.3	Sección transversal.....	171
3.4.1.4	Mejora del suelo superficial de rodadura.....	173
3.4.1.4.1	Restitución de la superficie rasante.....	178
3.4.1.4.2	Revestimiento con suelo cemento.....	180
3.4.1.4.3	Tratamiento con cal para la subrasante.....	182
3.4.1.5	Tratamientos correctivos de la superficie de rodaje.....	184
3.4.1.5.1	Limpieza de maleza en laterales.....	184

3.4.1.5.2 Bacheo de la superficie de rodaje.....	187
3.4.1.6 Limpieza en obras de drenaje.....	190
3.4.1.6.1 Destape de cunetas.....	192
3.4.1.6.2 Limpieza de alcantarillas.....	193
3.4.1.7 Tratamiento de taludes.....	194
3.3.1.7.1 Conformación y reconformación de taludes.....	195
3.4.1.8 Señalización de tránsito.....	200
3.5 Propuesta de técnicas para el camino Quezaltepeque – San Matías.....	210
3.6 Conclusiones.....	224
Formatos anexos al capítulo III.....	226

CAPITULO IV RESULTADOS E INTERPRETACIONES

4.1 Introducción.....	266
4.2 Características de los Caminos Rurales Sostenibles.....	271
4.3 Criterios y Parámetros de Aplicación.....	273
4.3.1 Criterios aplicables al tipo de suelo del camino Quezaltepeque – San Matías.....	274
4.3.2 Estabilidad de los taludes de la sección transversal del camino Quezaltepeque-Sn. Matías.....	274
4.3.3 Mejoramiento de pendientes del camino Quezaltepeque – San Matías.....	274

4.4 Propuesta de acciones técnicas para corregir el mal o regular estado de los caminos.....	275
4.5 Plan de mejoramiento y mantenimiento de los caminos después de realizados.....	275
4.6 Criterios para el camino Quezaltepeque – San Matías.....	278

CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Introducción.....	286
5.1 Consideraciones.....	287
5.2 Conclusiones.....	290
5.3 Recomendaciones.....	293

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

APENDICES

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.

Cuadro No.1 Promedio de vehículos que circulan por el camino Quezaltepeque-Sn. Matías.....	44
Cuadro No. 2 Longitud de la red vial de El Salvador según clasificación Técnica	50

Cuadro No. 3 Estado de los caminos rurales en el país.....	51
Cuadro No. 4 Normas de diseño para caminos rurales.....	58
Cuadro No. 5 Resumen de las causas y consecuencias de los distintos Afectan las condiciones de los caminos rurales.....	61
Cuadro No. 6 Comportamiento de los parámetros principales del alineamiento Vertical del camino Quezaltepeque-Sn. Matías	68
Cuadro No. 7 Elementos del alineamiento horizontal del camino Qz.-SM.....	70
Cuadro No. 8 Resumen de datos de campo para diagnóstico de las Diagnóstico de las condiciones actuales de la sección Transversal.....	72
Cuadro No. 9 Resumen de datos de campo para diagnóstico de las Condiciones actuales de la estructura de rodaje.....	75
Cuadro No.10 Resumen de datos de campo para diagnóstico de las Condiciones actuales del drenaje.....	80
Cuadro No.11 Resumen de datos de campo para diagnóstico de las Condiciones actuales de las obras de paso.....	82
Cuadro No. 12 Principales intersecciones con el camino Qz.-SM.....	88
Cuadro No. 13 Cualificación de los elementos de los elementos del camino Quezaltepeque-Sn. Matías (Qz.-SM).....	90
Cuadro No. 14 Cuadro resumen de priorización del mantenimiento por cada Elemento del camino Qz.-SM.....	103
Cuadro No. 15 Comparación entre diagnóstico de funcionamiento y	

Diagnóstico para mejoramiento.....	104
Cuadro No. 16 Indicadores para el mejoramiento de los caminos rurales.....	112
Cuadro No. 17 Resumen de resultados obtenidos del camino Qz.-SM.....	267
Cuadro No. 18 Resumen de técnicas para mejoramiento de Caminos rurales.....	268

INDICE DE FIGURAS

Figura No. 1 Elementos de la curva circular horizontal.....	10
Figura No. 2 Elementos de las curvas verticales.....	12
Figura No. 3 Sección transversal típica.....	14
Figura No. 4 Sección de cuneta.....	22
Figura No. 5 Disipadores.....	24
Figura No. 6 Cabezal Tipo A.....	26
Figura No. 7 Cabezal Tipo C.....	27
Figura No. 8 Cabezal Tipo B.....	29
Figura No. 9 Red vial prioritaria.....	49
Figura No. 10 Ubicación del camino Qz.-SM. En el Depto. De la Libertad.....	64
Figura No. 11 Mapa de ubicación del camino Qz.-SM.....	65
Figura No. 12 Parámetros a considerar de la sección.....	73
Figura No. 13 Talud en relleno.....	120

Figura No. 14 Colocación de bloques de grama.....	121
Figura No. 15 Talud en corte.....	123
Figura No. 16 Fisuras en elementos del puente.....	123
Figura No. 17 Puente metálico.....	132
Figura No. 18 Elementos de un sistema de drenaje.....	137
Figura No. 19 Conformación de cunetas.....	138
Figura No. 20 Bombeo.....	140
Figura No. 21 Drenaje de vertido.....	142
Figura No. 22 Disipadores.....	144
Figura No. 23 Drenajes de protección.....	145
Figura No. 24 Drenaje subterráneo.....	147
Figura No. 25 Alcantarilla.....	149
Figura No. 26 Trazo de la línea central.....	153
Figura No. 27 Método de la cuerda.....	155
Figura No. 28 Método de la cuerda.....	157
Figura No. 29 Método del cuarto.....	159
Figura No. 30 Método de la tangente.....	160
Figura No. 31 Método del saliente.....	163
Figura No. 32 Estaca para definición de alineamiento vertical.....	165
Figura No. 33 Método de los visores en alineamiento vertical.....	167
Figura No. 34 Método de los visores aplicado curvas verticales.....	170
Figura No. 35 Escarificación de calzada existente.....	174

Figura No. 36 Nivelación de la sección transversal.....	176
Figura No. 37 Reconformación de cunetas.....	177
Figura No. 38 Esquema de un posible derrumbe de talud.....	197
Figura No. 39 Señales preventivas.....	202
Figura No. 40 Señales restrictivas.....	205
Figura No. 41 Señales informativas.....	207
Figura No. 42 Sección de cuneta propuesta.....	214
Figura No. 43 Perfil de drenaje subterráneo.....	218
Figura No. 44 Sección de drenaje subterráneo.....	219
Figura No. 45 Detalle de cabezal.....	220
Figura No. 46 Detalle de drenaje.....	221
Figura No. 47 Desagüe de canaleta colineal.....	222

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía No. 1 Estrato rocoso Est. 3+223.....	76
Fotografía No. 2 Tramo dañado por agua pluvial.....	78
Fotografía No. 3 Canales de erosión.....	78
Fotografía No. 4 Afloramiento de agua freática.....	79
Fotografía No. 5 Vista lateral puente sobre quebrada las Tinajas.....	81
Fotografía No. 6 Puente sobre quebrada las Tinajas.....	81
Fotografía No. 7 Conformación de taludes en el camino.....	83
Fotografía No. 8 talud en balcón, Est. 5+796.....	84

INDICE DE FORMATOS

Formato EST-01.....	93
Formato EST-02.....	94
Formato EST-03.....	95
Formato EST-04.....	96
Formato EST-05.....	97
Formato EST-06.....	98
Formato EST-07.....	99
Formato RUT - 5.....	227
Formato RUT - 6.....	228
Formato RUT - 7.....	229
Formato RUT - 8.....	230
Formato RUT - 9.....	231
Formato RUT - 10.....	232
Formato RUT - 11.....	233
Formato RUT- 12.....	234
Formato RUT – 13.....	235
Formato RUT – 14.....	236
Formato RUT – 15.....	237
Formato RUT – 16.....	238

Formato RUT – 18.....	239
Formato RUT – 19.....	240
Formato RUT – 20.....	241
Formato RUT – 21.....	242
Formato RUT – 23.....	243
Formato RUT – 25.....	244
Formato RUT – 26.....	245
Formato RUT – 27.....	246
Formato PER – 4.....	247
Formato PER – 6.....	248
Formato PER – 7.....	249
Formato PER – 8.....	250
Formato PER – 13.....	251
Formato PER – 14.....	252
Formato PER – 16.....	253
Formato PER – 19.....	254
Formato PER – 20.....	255
Formato PER – 21.....	256
Formato PER – 24.....	257
Formato REM – 10.....	258
Formato REM – 12.....	259
Formato REM – 13.....	260

Formato REM – 14.....	261
Formato REM – 39.....	262
Formato REM – 44.....	263
Formato REM – 45.....	264

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Porcentaje para determinar el estado del camino Qz.-SM.....	100
Tabla No. 2 Separación de los disipadores de energía según pendientes Del camino.....	144
Tabla No. 3 Profundidad y anchos de zanjas para alcantarilla.....	148
Tabla No. 4 Métodos para trazado de curvas horizontales.....	154
Tabla No. 5 Radios y distancias típicas del trazado.....	162
Tabla No. 6 Taludes, altura e inclinación según el suelo del que están Compuestos.....	196

SIGLAS UTILIZADAS

MOP: Ministerio de Obras Públicas.

DGC: Dirección General de Caminos.

ASTM: American Standart Testing Materials

TPDA: Tránsito Promedio Diario Anual.

INTRODUCCION

Las malas condiciones que presentan los caminos rurales del país en la actualidad, exigen una mayor atención en cuanto a la gestión de proyectos para el mejoramiento de condiciones, ya que en el país las actividades industriales dependen directamente del sistema de transporte rural que exista, y también es de vital importancia para realizar todas las actividades de la población que repercutan estrechamente con el desarrollo de la sociedad. En esta investigación se analiza un caso típico de las características de los caminos rurales, además de realizar el estudio de los elementos y cualidades que todo camino rural debe poseer para satisfacer los requisitos mínimos de funcionamiento; y propone técnicas y procedimientos de acuerdo a los recursos con que disponen las municipalidades, y entidades como el Ministerio de Obras Públicas. La aplicación de estas técnicas y el cumplimiento de las Normas de Diseño para Caminos Rurales, se traduce en la transformación de un camino rural a un camino rural sostenible; lo cual es lo perseguido en este trabajo de graduación, para colaborar sustancialmente en la formulación de proyectos de mejoramiento de caminos rurales sostenibles.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN.

Los caminos rurales como todas las vías de comunicación terrestre poseen elementos que componen su estructura y que son parte importante para su buen funcionamiento; los cuales es necesario cuantificar y cualificar para establecer parámetros que nos indiquen el estado de sus características de durabilidad y funcionamiento. Es por eso que para la formulación de técnicas y procesos que generen mejoras en las condiciones físicas de los caminos, es necesario conocer la manera adecuada de extraer información acerca de sus características principales, e identificar los márgenes que definan los alcances de la investigación ya que en este proceso se deberá establecer los aspectos que ayuden mas directamente a la formulación de estas técnicas. Además el estudio en profundidad de las características de cada elemento componente de los caminos brindara un mayor aporte a la investigación enriqueciéndola de bases teóricas que puedan ser traducidas en aplicaciones practicas que al fin de cuentas son el propósito de este documento. De esta forma se ha realizado una recopilación de información que permita la formulación practica y factible de técnicas para el mejoramiento de caminos que sean artífices de la conversión de un camino rural a camino rural sostenible.

1.2 Antecedentes.

El sistema vial nacional, se inició en el año 1917², con la construcción de la carretera San Salvador-Puerto de la Libertad. Entre 1932 y 1943 se hizo la carretera Interamericana (CA-1), la vía San Salvador – Zacatecoluca, San Salvador – Sonsonate y otras, que actualmente forman parte de la red vial principal del país. A la vez, se inició la construcción de la red de caminos rurales actuales para unir las zonas agrícolas del país, propiciando con esto su desarrollo, esta es, Santa Ana, Santa Tecla, Cojutepeque, San Vicente y San Miguel. Entre 1955-1961, se construyó la carretera del Litoral paralela a la carretera Interamericana (CA-1) con una red de caminos de alimentación. En el año 1969 mediante el decreto N° 463, Ley de Carreteras y Caminos Vecinales, se normó el desarrollo de caminos rurales y vecinales para cada Municipio (Art. 4 de la Ley. En el año 1989 La Dirección General de caminos estableció delegaciones propias en todas las cabeceras departamentales del país, con el nombre de “Residencias de Mantenimiento” a cargo del Departamento de Obras Viales. Actualmente las delegaciones dependen directamente del Ministerio de Obras Públicas.

² Somoza Rodríguez, Efrain. 1985. Metodología para la Planificación y Evaluación de Caminos Rurales. Trabajo de Graduación. Universidad de El Salvador. San Salvador.

En 1992³ se obtuvo un inventario de carreteras y caminos rurales tomado en cuenta por el Ministerio de Obras Públicas en la realización de proyectos de caminos rurales y caminos rurales sostenibles.

Para enfrentar los problemas de mal estado de los caminos, generalmente las municipalidades no cuentan con recursos suficientes, se hace limpieza de maleza, destape de canaletas y bacheo, esto solo en algunos caminos y con poca frecuencia. El mejoramiento de caminos rurales se ha realizado aplicando lo establecido en el Manual de la Secretaría Permanente de Tratado de Integración Económica Centroamericana (SIECA), 1974, Especificaciones de la Administración Federal de Carreteras, (FP 96), relativas al diseño y construcción, en concordancia con las Normas de la Asociación Americana para el Ensayo de Materiales (ASTM) y la Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte (ASSHTO) El Ministerio de Obras Públicas actualmente dispone de especificaciones que involucran metodologías⁴ de mantenimiento, unidades de medida y forma de pago, referidas al mejoramiento de caminos rurales y caminos rurales sostenibles.

³ Inmediatamente que se habían firmado los acuerdos de paz, el 16 de Enero de 1992. Antes se había iniciado este diagnóstico.

⁴ Especificaciones técnicas y Requisitos de diseño para caminos rurales. Ministerio de Obras Públicas. Segunda edición, 2000.

1.3 Planteamiento del problema.

Ya que El Salvador cuenta con un sistema de carreteras y caminos que cubren casi todo el país, las vías terrestres ocupan un lugar primordial en la comunicación de regiones y poblados, con lo cual proporcionan el intercambio de bienes y servicios. Desde el punto de vista geográfico, económico y social, los caminos han estimulado el desarrollo de regiones para el bienestar de toda la población. A través de caminos se satisfacen necesidades socioeconómicas llevando productos y materias primas que necesitan los pobladores y dan salida a los artículos que se producen localmente, lo cual da importancia al crecimiento económico social de la región.

Los caminos cumplen la importante función de alimentar, distribuir, y absorber el tráfico que circula por las carreteras principales, tomando en cuenta los tipos de vehículos que transitan y las condiciones propias de la zona. Por ejemplo, las carreteras terciarias con superficie de rodamiento de tierra, están destinadas a comunicar poblados entre sí; los caminos rurales A y B están destinados a la comunicación entre caseríos y cantones. Los caminos rurales tienen pendientes irregulares, carecen de drenaje adecuado y hay inestabilidad de taludes ya que están expuestos a los efectos del tránsito y la lluvia.

Los caminos deteriorados hacen muy difícil proporcionar servicios de comunicación y transporte a las comunidades. Las instituciones responsables de mantenimiento de la red vial, en el país, se encuentran en su mayoría

dedicados al mejoramiento de carreteras principales, desatendiendo los caminos rurales, que son importantes en el desarrollo de las comunidades rurales del país.

A causa de los terremotos del 13 de Enero y 13 de Febrero del 2001, las vías terrestres del país quedaron dañadas en la superficie de rodamiento con agrietamientos y cortes, obstrucciones de paso por derrumbes de taludes caídos como el de los chorros en La Libertad y el de la curva la Leona en San Vicente, generando el mal estado de estos. En la actualidad los gobiernos municipales cuya estructura organizativa y recursos humanos como financieros es muy limitada; así mismo técnica, pues las unidades de ingeniería y catastro cumplen más las funciones de vigilancia municipal y tributaria del inventario territorial jurisdiccional, administrativamente.

1.4 Objetivos

Objetivo General

Proponer técnicas constructivas en la realización del mejoramiento de caminos rurales y caminos rurales sostenibles.

Objetivos Específicos

- Analizar las características de superficie de rodadura, tipos de suelos, drenajes y taludes de los caminos rurales y caminos rurales sostenibles para mejoramiento y mantenimiento.

- Realizar el diagnóstico de daños que tiene actualmente la superficie de rodadura, tipos de suelo, drenajes y taludes en los caminos rurales del municipio de Quezaltepeque.
- Aplicar técnicas de mejoramiento a caminos rurales y caminos rurales sostenibles en un camino del Municipio de Quezaltepeque, Quezaltepeque – San Matías.

1.5 Alcances y limitaciones

Alcance

Este trabajo de graduación está dirigido a municipalidades, proponiendo técnicas para mejoramiento y mantenimiento de caminos rurales sostenibles, dentro de su jurisdicción, estudiando el tramo de un camino rural en el Municipio de Quezaltepeque considerando superficie de rodamiento, suelo, drenajes y taludes.

Limitaciones

La mayor información a cerca del tema se encuentra dispersa y no sistematizada, acumulada en experiencia por profesionales que han trabajado en distintos proyectos de carreteras y caminos rurales del país, por lo que habrá

que contactar con ellos para recavar y estructurar la información que poseen y aplicarla en la realización de este trabajo de graduación.

1.6 Delimitación del tema.

El estudio se orienta al mejoramiento de caminos rural A y B para llegar a establecer mantenimiento correctivo y preventivo para caminos rurales y caminos rurales sostenibles a cargo de las alcaldías municipales. Este resultado se aplicará en el camino que de Quezaltepeque conduce a San Matías, Municipio de Quezaltepeque, en lo relativo a superficie de rodadura, suelo, drenajes y taludes.

1.7 Justificación.

Actualmente el Ministerio de Obras Públicas ha cedido a las alcaldías y comunidades, la rehabilitación, mantenimiento y mejoramiento de los caminos vecinales, pero no les ha suministrado los recursos que se requieren para mantener en condiciones aceptables la red caminera existente, ya que con esto, los costos de operación en vehículos agrícolas, de transporte y particulares se disminuirían, pues un camino vecinal en buenas condiciones implica reducción en el costo actual que tiene el país en función de mantenimiento vehicular y reducción de gastos de operación, repuestos, combustibles y

lubricantes. Se generaría además, beneficios sociales al ser más accesibles los caminos a todas las personas especialmente a escolares de cantones y comunidades rurales, así mismo, incremento de actividades comerciales y agrícolas de la zona; se fomentaría el turismo local en los municipios para que generen ingresos o beneficios económicos de las poblaciones aledañas; aumento del tránsito por estas zonas, ya que los caminos rurales conectan ciudades y pueblos importantes que optarían por circular por esas nuevas vías mejoradas y así se descongestionarán las vías de mayor afluencia vehicular.

Al estudiar los caminos rurales y vecinales, hoy se hace referencia a los caminos rurales sostenibles mejorando su diseño geométrico y el aspecto económico, costo de inversión; pero sin un plan de mejoramiento y mantenimiento, después de realizados. Lo cual se propondría con este trabajo de graduación “Técnicas para mejoramiento de caminos rurales sostenibles”.

1.8 Marco teórico.

1.8.1 Componentes geométricos.

1.8.1.1 Alineamiento Horizontal

Es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona. Está integrado por líneas tangentes, curvas horizontales circulares y curvas de transición o espirales.

a) Tangentes en Alineamiento Horizontal.

Es la proyección sobre un plano horizontal de las líneas rectas que unen las curvas de un camino. La longitud máxima de una tangente está condicionada por la seguridad. Las tangentes largas son causa potencial de accidentes, debido a distracción o somnolencia que producen al conductor al mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, o bien, porque favorecen los deslumbramientos durante la noche; según las normas de diseño para caminos rurales la distancia mínima entre curvas es de 50 m., por tal razón, conviene proyectar alineamientos sinuosos, con curvas de gran radio.

b) Curvas circulares Horizontales.

Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; estas pueden ser simples, de un solo radio, de varios radios o espirales; o compuestas, según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos, de diferente radio.

c) Curvas Horizontales de transición o espirales de transición

Un vehículo que pasa de un tramo en tangente a otro en curva circular, lo hace gradualmente, en dirección, sobreelevación y amplitud necesaria. Para lograr esto se usan curvas de transición, siendo estas las que ligan una tangente con una curva circular uniforme; teniendo como característica principal, que en su

longitud se efectúa, de manera continua, el cambio en el valor del radio de curvatura, desde infinito para la tangente hasta el que corresponde para la curva circular.

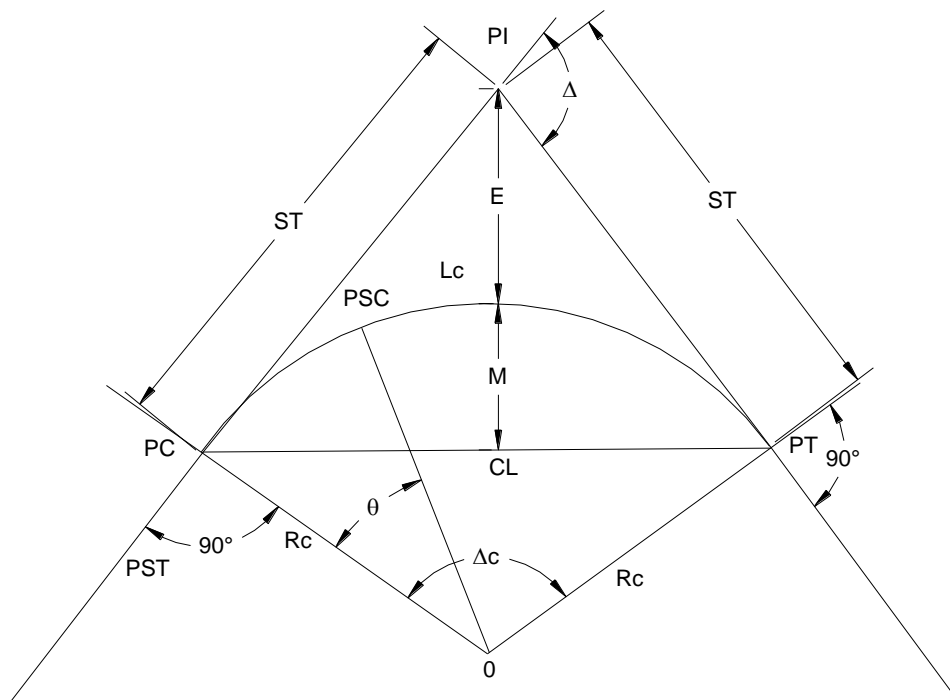


Figura N° 1. Elementos de la Curva Circular Horizontal.

PI = Punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC = Punto en donde comienza la curva circular simple

PT = Punto en donde termina la curva circular simple

PST = Punto sobre tangente

PSC = Punto sobre la curva circular

O = Centro de la curva circular

Δ = Angulo de deflexión de las tangentes

Δ_c = Angulo central de la curva circular

Θ = Angulo de deflexión a un PSC

R_c = Radio de la curva circular

ST = Subtangente

E = Externa

M = Ordenada media

CL = Cuerda larga

L_c = Longitud de la curva circular

1.8.1.2 Alineamiento Vertical.

Es la proyección del desarrollo del eje de la subcorona sobre un plano vertical, está integrado principalmente por tangentes y curvas parabólicas. En alineamiento vertical al eje de la subcorona se le llama línea rasante; está integrado principalmente por tangentes y curvas parabólicas.

a) Tangentes en Alineamiento Vertical.

Se caracterizan porque sus pendientes están comprendidas entre dos curvas verticales sucesivas. La longitud de una tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. La

pendiente de la tangente es la relación del desnivel entre dos puntos de la misma, y la distancia horizontal contenida entre ellos; las distancias se expresan en metros y las pendientes en porcentaje.

b) Curvas parabólicas en Alineamiento Vertical.

Son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la pendiente de la tangente de salida, las cuales generalmente son diferentes. La longitud de las curvas verticales depende, principalmente, de la distancia de visibilidad, el largo recomendado de una curva es el que mejor se adapta al terreno natural. Esto debe dar como resultado un camino de operación segura y confortable, apariencia agradable y drenaje adecuado.

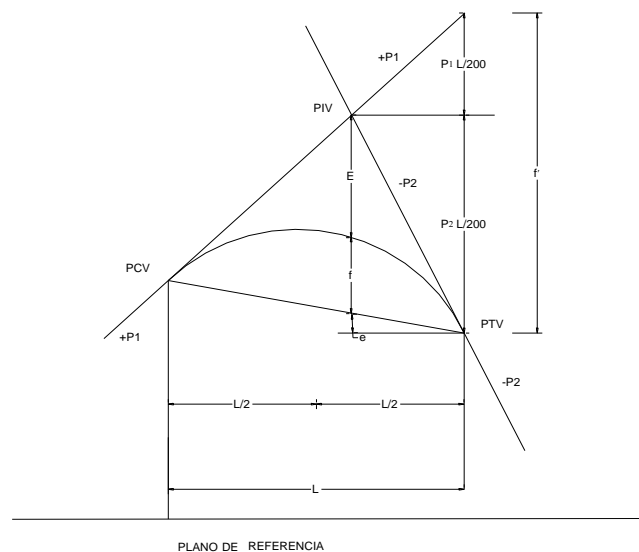


Figura N° 2. Elementos de las Curvas Verticales.

PIV = Punto de intersección de las tangentes

PCV = Punto en donde comienza la curva vertical

PTV = Punto en donde termina la curva vertical

P1 = Pendiente de la tangente de entrada en porciento

P2 = Pendiente de la tangente de salida en porciento

L = Longitud de la curva

E = Externa

F = Flecha

1.8.1.3 Secciones Transversales.

La sección transversal de un camino en un punto cualquiera de éste es un corte vertical, a noventa grados respecto al eje en el alineamiento horizontal. Permite definir la disposición y dimensiones de cunetas, ancho de vía y pendiente de bombeo en cada punto correspondiente sobre la tangente en el alineamiento horizontal; así, cada sección y su relación con el terreno natural, permite determinar las condiciones que esta tiene para su diseño, control o mejoramiento. Los elementos que integran y definen la sección transversal son: ancho de sección y bombeo del pavimento, profundidad y ancho mínimo de cunetas y pendientes de cortes y terraplenes, subrasante y superficie de rodadura.

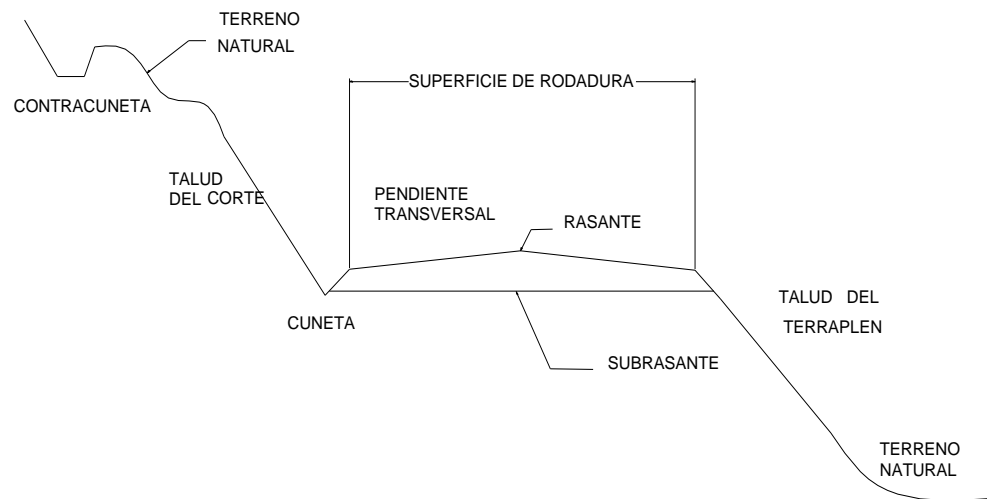


Figura N° 3. Sección transversal típica.

a) Ancho y bombeo del pavimento.

Las características geométricas de la sección transversal, dependen principalmente del tránsito que circula por la vía. Así:

- La velocidad de circulación regula la separación entre vehículos y el límite del camino.
- El ancho de la sección transversal depende de la intensidad y velocidad del tránsito.
- La pendiente que va, del eje central al borde exterior de la cuneta en ambos lados del eje de la vía o bombeo facilita el escurrimiento rápido del agua que cae sobre el camino sin acumulaciones, para buen funcionamiento y conservación de esta.

b) Profundidad y ancho mínimo de cunetas.

Las cunetas son canales de formas y dimensiones variables según se necesite, su función es recoger el agua que escurre en los terrenos adyacentes, así como la que cae directamente sobre la vía. En general, se construyen paralelas al eje central del camino, en corte, y en relleno; geométricamente, son de pocos centímetros de profundidad y ancho, descargan en tuberías de alcantarillado o en canales de desagüe dispuestos a lo largo del camino. La pendiente longitudinal de la cuneta depende de factores tales como, pendiente del camino, topografía, y naturaleza del suelo.

c) Pendiente de los cortes y terraplenes.

Las inclinaciones en los cortes o en los terraplenes, son importantes para la seguridad de los usuarios como para el buen mantenimiento de la estructura del camino. Las inclinaciones están siempre expresadas numéricamente por la pendiente, y se establecen de acuerdo a dos aspectos principales: altura y naturaleza del material. Las dos están relacionadas para asegurar la estabilidad de cortes y terraplenes. En los terraplenes, por el control que se logra tener en la extracción y colocación del material, se recomienda una pendiente de 1.5 %. En los cortes esto no se puede sugerir ya que es necesario conocer el tipo y disposición de materiales, por lo que se requiere un estudio de las características de los materiales.

1.8.2 Componentes de soporte de tránsito.

1.8.2.1 Tipos de suelo.

Los suelos se originan por desintegración y/o alteración física y/o química de la roca madre que, por intemperismo, cambia su composición química y mineralógica, así como sus propiedades físicas y mecánicas, en el tiempo. También, por depositaciones y acumulaciones.

Para fines de ingeniería civil, cualquier suelo consolidado o no, está compuesto de distintas partículas sólidas, gases y líquidos incluidos. Los suelos por el tamaño de los granos que lo conforman, de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) se clasifican en Gravas, Arenas, Limos y Arcillas, descritas como sigue:

Gravas, son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas que varían en forma y tamaño entre 2 mm y 76.2 mm de diámetro; las que son acarreadas por las aguas tienen forma redondeadas. Suelen encontrarse sueltas o depositadas en lechos, y márgenes de los ríos, también, en depresiones de terreno rellenando estas.

Arenas, están formadas por granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial, sus partículas varían entre 0.05 mm y 2 mm de diámetro. El origen y existencia de las arenas es similar al de las gravas ya

que suelen encontrarse mezcladas en el mismo depósito. Las arenas al estar limpias, no experimentan contracciones al secarse, no son plásticas y al aplicarles fuerza se comprimen casi instantáneamente.

Limos, son suelos, generalmente de origen volcánico, granos finos o muy finos, 0.005 mm a 0.05 mm, no plásticos, permeables cementantes, frágiles color gris claro, pueden estar asociados con materia orgánica o con arcillas.

Arcillas. son suelos que resultan de la descomposición química y mineralógica de las rocas, debido al intemperismo, son plásticos cuando están húmedos y secos son muy duros, su permeabilidad es extremadamente baja.

1.8.2.2 Capacidad de soporte de los suelos.

Indica la capacidad que tiene el suelo para resistir el peso impuesto sin deformarse o disminuir excesivamente la cantidad de espacios vacíos que contienen. Como consecuencia, el suelo aumenta su densidad, una fuerza que se aplique en la superficie del suelo y se retire después de algún tiempo, se observará disminución de volumen y un proceso de recuperación a la forma original.

1.8.3 Componentes de funcionamiento de los caminos.

1.8.3.1 Superficie de rodadura.

Es la franja de superficie de ancho uniforme a lo largo del tramo de vía, revestida o no, sobre la que circulan los vehículos desarrollando el tráfico. Expuesta a lluvias, calor, cargas excesivas, maltrato, malos suelos de subrasante, nivel freático, drenaje, tipo de capa de superficie y tráfico, conduce a reducir la buena calidad y buenas condiciones de funcionamiento. En la superficie de rodadura la pendiente transversal en ambos lados del eje central hasta las cunetas, bombeo, es indispensable para drenar las aguas superficiales, lluvia, para preservación de la superficie de rodadura, en buen estado. Los caminos sin bombeo o con pendientes poco pronunciadas, menores que 2% son más sensibles y propensos al deterioro porque retienen agua, los suelos se ablandan y los vehículos expulsan gran parte de los finos, lo cual ocasiona huecos y depresiones.

1.8.3.2 Obras de paso.

El relieve del país es de topografía irregular, accidentada principalmente por la presencia de ríos y quebradas que limitan el uso de terrenos para los caminos por falta de una intercepción adecuada; sin embargo, se desarrollan asentamientos poblacionales que llegan a ser afectados por el aislamiento respecto a los demás poblados que son más desarrollados.

En el planeamiento del desarrollo de la red de caminos ha sido necesario realizar estudios de todas las trayectorias que comuniquen municipios, ciudades, caseríos; en este proceso, se vuelve difícil evitar la realización de obras de cruce, puentes y bóvedas, para dar continuidad a los caminos existentes.

1.8.3.3 sistemas de drenaje

El agua lluvia superficial, ríos y torrentes, contribuyen a la degradación de los caminos así mismo el agua freática del subsuelo hacia la superficie, dañando la estructura de soporte del camino a lo largo del tendido del tramo. El daño del agua a los caminos puede ser por erosión, arrastrando partes de la superficie de rodadura o dañando las cunetas; debilitamiento de la estructura de la sección del camino, reduce la capacidad de soporte del camino. Así, un buen sistema de drenajes logra que el agua fluya ágilmente fuera de la superficie de rodadura y una vez se recoja en la cuneta se desagua lo más rápido posible.

Un sistema de drenaje está compuesto de dos partes fundamentales: drenaje superficial y drenaje subsuperficial. El drenaje superficial, comprende el desalojo del agua lluvia que cae directamente sobre el lecho del camino y la interceptación y remoción de las aguas que llegan al camino procedente de terrenos adyacentes. Se tienen los siguientes tipos:

- a) Drenaje de la superficie de rodadura, hace que el agua fluya hacia los laterales y abandone la superficie de rodaje a partir del bombeo que tiene.
- b) Drenaje lateral, recoge el agua procedente de la superficie de rodaje de ambos lados del eje del camino, a través del bombeo por la pendiente que tiene y la canaliza en dos cargas a las cunetas.
- c) Drenaje de alivio, descarga el agua de las cunetas hacia zonas alejadas del camino según se requiera para evacuación total de las cunetas.
- d) Alcantarilla, conducto que cruza la carretera por debajo de la superficie de rodaje para descargar el agua que recoge la cuneta de la parte alta y evacuarla, o permite el paso de quebradas o torrentes.
- e) Disipadores o contenedores, evitan la erosión de las cunetas, reducen la velocidad del agua en las pendientes fuertes.
- f) Drenaje de protección, recoge el agua procedente de laderas y la dirige a drenajes de alivio o a las alcantarillas antes de que esta llegue al camino.
- g) Drenajes de vertido, estos conducen el agua recogida por los drenajes laterales y de protección, hacia zonas más bajas. un drenaje de este tipo es preferible cada 20 m, para disminuir posibilidad de daños por sedimentación u obstrucción de cunetas.

Drenaje subsuperficial: Para remoción de agua que procede de la subrasante y agua subterránea hacia la subrasante. Se tienen los siguientes tipos:

a) Drenaje freático.

Intercepta, recoge y evacua el flujo de agua subterránea, hacia el subsuelo de la superficie del camino; drena las bolsas de agua subterránea; y baja el nivel freático abatiéndolo. Los drenajes freáticos pueden ser canales, superficiales o subterráneos, a criterio del ingeniero responsable.

b) Drenaje subterráneo

Sirve para eliminar escorrentías de ladera que pasan por debajo de la carretera. Consiste en zanjas de 1 m de profundidad por 0.5 m de ancho, que se llenan de piedras grandes de unos 15 cm o más hasta la mitad cubriéndolas con una capa de grava fina y posteriormente con tierra apisonada. Los drenajes subterráneos se hacen antes de la formación del bombeo.

Algunos elementos importantes de los sistemas de drenaje:

Cunetas

La función de las cunetas, es recoger el agua procedente de la superficie de la carretera y de las zonas aledañas. Al excavar las cunetas el material resultante sirve para formar el elemento más importante del sistema de drenajes: el bombeo de la sección transversal.

En terreno liso o ligeramente ondulado el ingeniero debe procurar que se alcance una pendiente longitudinal del 2% al 5 %. Para pendientes inferiores al 2% es fácil la obstrucción por sedimentos, mientras que con inclinaciones mayores al 5% las cunetas se erosionan con facilidad.

Las cunetas se construyen en tres pasos: excavación de cunetas, corte de talud, y corte del contra talud. La razón de seguir este orden es la facilidad de control dimensional, muy superior a cuando se excava de una vez el perfil definitivo.

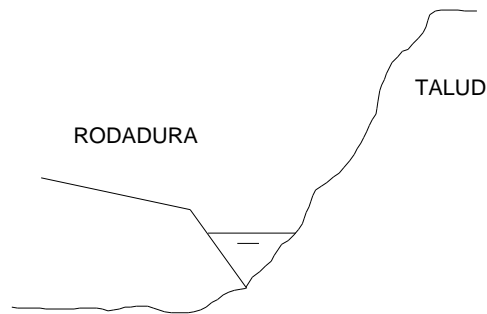


Figura N° 4. Sección de cuneta.

Bombeo

Es la pendiente transversal que se da a lo largo del camino para permitir que el agua que cae sobre ellos escurra hacia sus cunetas. El objetivo del bombeo es prevenir la erosión de la superficie por el agua o imposibilitar que esta penetre bajo la superficie del camino. Para evitar daños es necesario evacuar el agua rápidamente, lo que se consigue dando al camino un perfil tal que el agua fluya rápida y libremente hacia los drenajes laterales.

En caminos de dos carriles de circulación y secciones en tangente, es común que el bombeo tenga pendiente de 2% desde el eje del camino hasta la cuneta correspondiente.

Peralte o sobre elevación

En curvas con radio menor que 30 m el bombeo se puede sustituir por el peralte, con el cual casi toda el agua fluirá hacia el lado interior de la curva, y los vehículos siempre mantendrán su resistencia al deslizamiento hacia el exterior, provocado por la fuerza centrífuga, la cual depende fundamentalmente de la velocidad. Ya que los caminos de tierra no se pretende que sean especialmente rápidos, la construcción del peralte sólo estará justificada en curvas de radio muy pequeño.

Disipadores.

Cuando las pendientes longitudinales son empinadas, el agua puede alcanzar gran velocidad. Provocando arrastres y erosión en las cunetas. La manera más sencilla de resolver este problema consiste en reducir el volumen de agua disponiendo drenajes de vertido con frecuencia. Cuando esto no es posible, se recurre a usar disipadores. Estos retienen los sedimentos arrastrados por la corriente de agua, y producen una serie de tramos de baja velocidad, interrumpidos por pequeñas cataratas o resaltos.

Los disipadores se construyen usualmente de piedras o troncos de madera. El nivel superior de los disipadores debe ser de unos 25 cm por debajo del camino, para así evitar que las cunetas lleguen a desbordarse. El perfil de la sección libre se debe controlar con una plantilla.

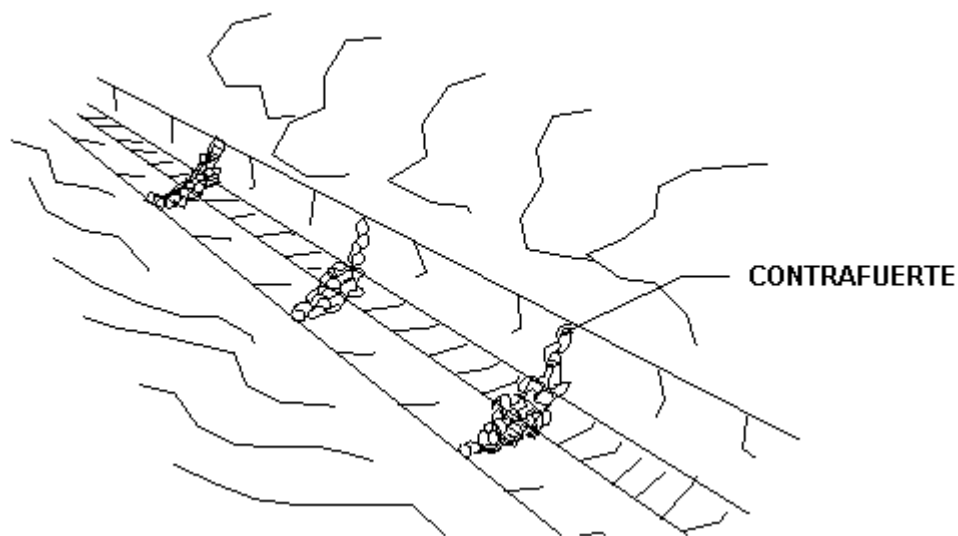


Figura N° 5. Disipadores

Alcantarillas

Es el drenaje transversal bajo la superficie del camino, su función es permitir el paso del agua de la parte superior del camino, a la inferior. Son conductos cerrados, sustituyen a una zanja cuando la corriente de agua encuentre una barrera artificial, como el terraplén de una carretera. Las alcantarillas, generalmente consisten en tres partes esenciales: cañón, cabezales y aletones. Los cabezales y los aletones sirven para impedir la erosión, guiar la corriente de agua y evitar que las terracerías se socaven. De acuerdo al estudio hidráulico, se determina la capacidad de desalojo para caminos, con diámetro mínimo de 30", los diámetros menores provocan obstrucciones ya que cualquier rama de árboles puede quedar atravesada con facilidad.

Las alcantarillas pueden ser construidas de diversas formas geométricas y materiales. Las alcantarillas de tubo pueden ser de concreto reforzado, lámina corrugada, barro vitrificado, hierro fundido. Las alcantarillas cajón de concreto reforzado pueden ser sencillas y múltiples. Así mismo las alcantarilla de bóveda de concreto simple o mampostería.

Las alcantarillas pueden clasificarse en rígidas y flexibles, en base a su trabajo estructural, al estar sometidas a cargas por rellenos y tránsito que actúan sobre ellas. Las alcantarillas rígidas están hechas de concreto, mampostería, hierro fundido, las cuales pueden ser monolíticas o seccionales y se presentan en forma de tubo, cajones, bóvedas, etc. Este tipo de alcantarillas llega al colapso total sin deformarse previamente. Las alcantarillas flexibles, son de lámina metálica corrugada y tienen forma de tubos o bóvedas, las cuales admiten deformaciones mientras se encuentran dentro de su límite de resistencia.

Los cabezales más usuales en estas alcantarillas son geoméricamente rectos, L, U, parados o rectos, con aletones, con aletones sesgados.

En el país se usan tres tipos de cabezales, rectos (A) Figura N° 6, con aletones (B) Figura N° 7 y en "L" (C) Figura N° 8.

Longitud de alcantarilla, es la necesaria para la anchura del camino, la altura del terraplén y los taludes, sus extremos son secciones terminales, muros de cabecera, extremos biselados, desagüe en pozo colector o vertedero.

Una alcantarilla debe ser lo suficientemente larga para que sus extremos no queden obstruidos por sedimentos o por expansión del terraplén.

Pendiente de alcantarilla, la pendiente ideal para una alcantarilla es la que no ocasiona sedimento ni velocidad excesiva, y evita erosión; es aquella que exige menor longitud y facilita el reemplazo del conducto en caso necesario. Las velocidades mayores que 3 m/seg, causan erosión aguas abajo y al tubo si no se protege.

Una alcantarilla reduce el cauce de la corriente, ocasionando un embalse de agua a su entrada y un aumento de velocidad dentro del conducto y a su salida, donde se puede necesitar alguna protección contra la socavación y la erosión.

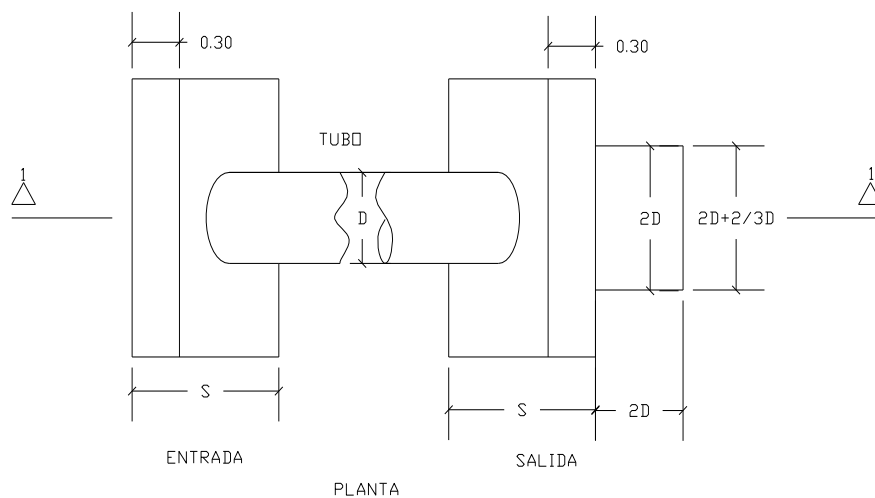
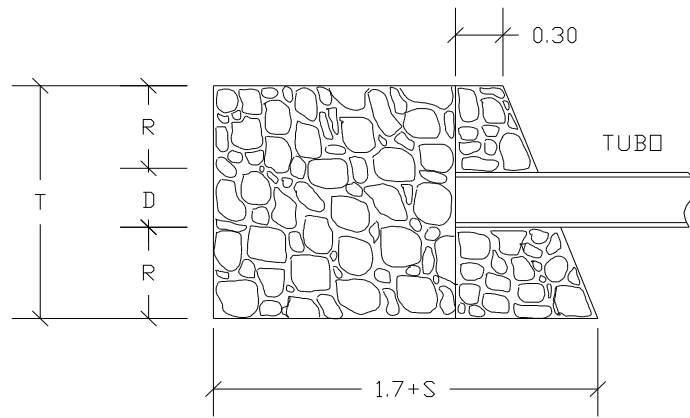


Figura N° 6. Cabezal Tipo A



CORTE 1-1

Figura N° 7. Cabezal Tipo C.

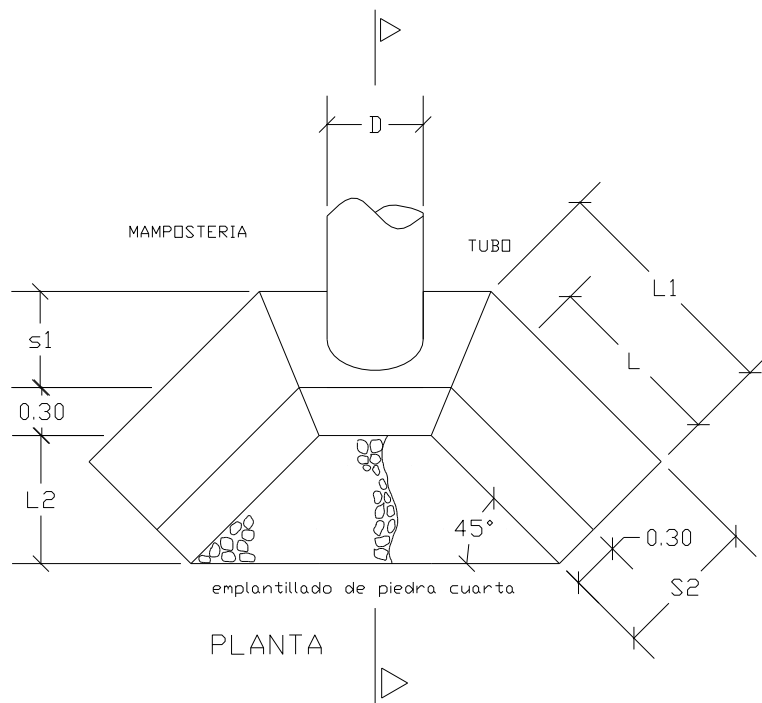


Figura N° 8. Cabezal Tipo B.

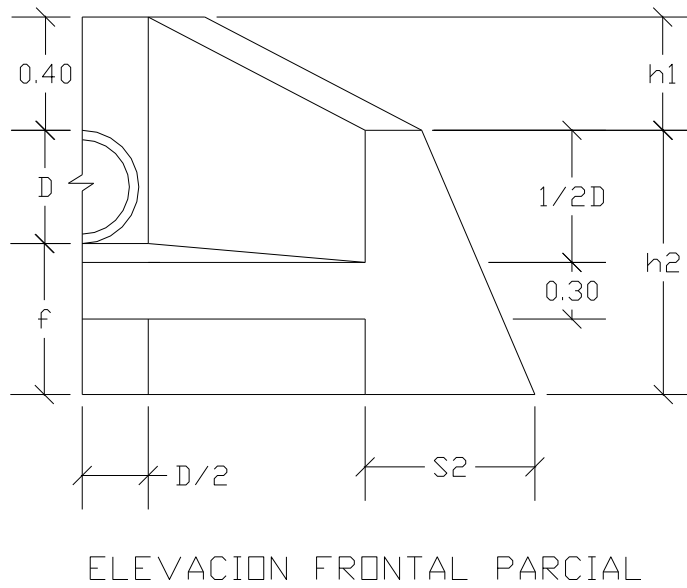
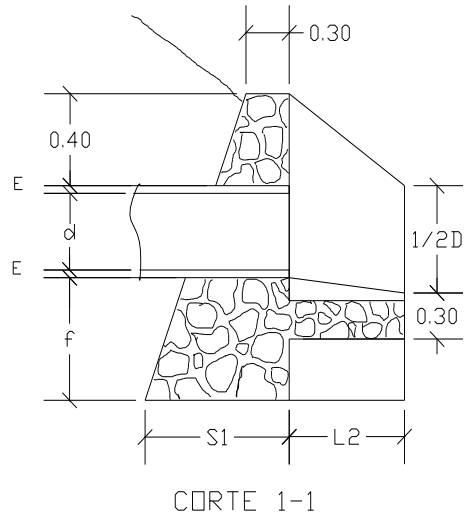


Figura N° 8. Cabezal Tipo B

1.8.3.4 Taludes.

Son estructuras de tierra que delimitan diferencias de elevación y niveles a través de una superficie inclinada respecto a la horizontal o en posición vertical, 90° ; cuando el talud es natural, sin intervención humana, constituye ladera natural o simplemente ladera. Cuando los taludes son hechos por el hombre se denominan cortes o terraplenes, taludes artificiales, según sea la génesis de su formación; en el corte se realiza una excavación de una formación terrea natural, se producen taludes en los bordes de una excavación que se realice a partir del nivel del terreno natural, a los cuales se suele denominar taludes de la excavación. Los terraplenes se complementan con tierra hasta alcanzar el nivel deseado, a la vez que se conforma el o los planos inclinados de los terraplenes. Una masa de tierra o talud requiere estabilidad para permanecer como tal, ofreciendo seguridad, es decir, sin dañarse o colapsar. Las malas condiciones de un talud tardan meses o décadas después de confeccionado; su estudio está relacionado directa o indirectamente, con el esfuerzo cortante del suelo y con la capacidad de carga del terreno que lo sustenta; esto es, deslizamiento superficial, por movimiento del cuerpo del talud y por licuación del suelo, originados por la pérdida de resistencia al esfuerzo cortante del suelo que constituye el talud; también erosión y tubificación.

a) Deslizamiento superficial, cuando las partículas y porciones de suelo superficial, deslizan lenta y progresivamente hacia abajo por acción de las fuerzas de gravedad, se produce movimiento y falla del suelo. Este fenómeno

es más intenso cerca de la superficie inclinada del talud, debido a la falta de resistencia por baja presión de confinamiento en esa zona; eso se puede detectar por la inclinación de árboles y postes, ruptura de bardas, muros, acumulación de suelo en las depresiones y valles y falta de los mismos en zonas altas; esto indica el movimiento del cuerpo del talud, hasta producir superficies de falla que en unos casos, penetran profundamente en las masas de suelo que constituyen el talud.

b) Licuación, ocurre por la pérdida rápida de resistencia al esfuerzo cortante, en arcillas y arenas finas poco compactas, ya que se desarrolla la presión de poro con rápida elevación de las presiones en el agua intersticial, como consecuencia de una explosión o un sismo. Los suelos granulares más susceptibles a la licuación son las arenas finas y uniformes y los suelos finos no plásticos y sus mezclas, que se encuentran sueltos y saturados, las arenas sueltas con $D_{10} < 0.1$ mm y coeficiente de uniformidad $C_u < 5$ son los materiales con mayor peligro cuando están formando parte del cuerpo del talud o del terreno de cimentación. En los suelos arcillosos, esta falla se presenta por disminución de la cohesión del suelo al aumentar su humedad y por la pérdida de resistencia a causa de la deformación bajo esfuerzo cortante, o por cualquier deformación estructural que ocurra, aun sin cambiar el contenido de humedad.

c) Erosión, los suelos cohesivos, limos y loess, son susceptibles a la erosión por causa del viento y el agua lluvia por el escurrimiento superficial; en terraplenes

y cortes se manifiestan irregularidades, socavación, surcos y cárcavas sobre el talud.

d) Tubificación, se origina cuando hay arrastre de partículas de suelo en el interior del talud, por efecto de las fuerzas de filtración que generan flujos de agua en el subsuelo. Una vez que las partículas comienzan a ser removidas, van quedando en el suelo pequeños tubos, por los que el agua circula a mayor velocidad, con mayor poder de arrastre, de manera que el fenómeno de tubificación tiende a crecer continuamente una vez que comienza, aumentando siempre el diámetro de los canales que se van formando en el interior del terraplén o relleno; una causa que provoca este fenómeno es la mala compactación.

e) Capacidad de carga del terreno de fundación, cuando el terreno sobre el que se encuentra el talud es incapaz de soportarlo debido a la baja resistencia tenida, entonces se dice que hay falta de capacidad de carga del terreno.

Las causas más comunes de inestabilidad de taludes en los caminos, se deben al aumento de sus parámetros geométricos tales como: inclinación, ya sea por excavación o erosión superficial, altura, por excavación en la base o relleno en la parte superior, peso, por cargas adicionales resultantes de construcciones u otras; es decir, aumento en los esfuerzos actuantes, sin modificar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. Además, vibraciones causadas por sismos o explosivos y disminución de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo que constituye el talud, debido a disminución de la cohesión del suelo, aumento de

la presión intersticial, aumento de tensiones de origen tectónico, y pérdida de la tensión capilar. Frecuentemente los fenómenos de movimientos de tierra, resultan de la acción conjunta de las causas internas y externas, generando fallas en taludes naturales o artificiales; aunque sus problemas difieren más por la naturaleza de los materiales que los constituyen, esto es, origen de formación, desarrollo geológico, condiciones climáticas, e influencia del hombre sobre el talud. La acción combinada de estos agentes con la acción de las fuerzas de gravedad provoca deterioro o deformaciones acumuladas en procesos geodinámicos repetidos. Por ejemplo, el derrumbe provocado por los movimientos tectónicos del 13 de enero y 13 de febrero de 2001, en la curva conocida como “Curva la Leona” en el Km. 52, de la carretera panamericana, en el departamento de San Vicente, el cual sepulto casi un kilómetro de carretera provocando la muerte de las personas que transitaban por la vía en ese momento.

1.8.3.5 Derecho de vía.

Es el ancho de la faja de terreno requerido para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y en general, para el uso adecuado de los caminos.

Según el artículo 27 de la ley de Carreteras y Caminos Vecinales, en el derecho de vía se prohíbe:

- a) Botar basura, escombros o cualquier material de desecho.

- b) Dejar abandonados cualesquiera clase de vehículos, partes de las mismas maquinarias o cualquier aparato o artefacto que pueda estorbar el tránsito.
- c) Depositar materiales de construcción, salvo que sea para construir o reparar las carreteras o caminos, leña u otros artículos, lo mismo que secar maíz, arroz u otras semillas.
- d) Instalar aparatos mecánicos para diversión y ventas de golosinas u otra clase de artículos.
- e) Hacer mezcla de concreto u otros semejantes, salvo que sean para construir o reparar los caminos o carreteras.
- f) En general, ejecutar todo acto que pueda originar o constituir un estorbo para el libre tránsito, tales como reunión de personas, construcciones temporales o definitivas destinadas a cualquier objeto.

El Art. 27, de la Ley de Carreteras, se cumple parcialmente porque en los derechos de vía normalmente se encuentra basura, escombros, materiales de desecho, vehículos abandonados o partes de estos, etc. y en general distintas actividades de negocios y construcciones que obstruyen el libre tránsito.

La mayor invasión de derechos de vía se realiza en las partes próximas a pueblos, villas y ciudades por personas de pocos recursos que no tienen una vivienda fija y quienes hacen viviendas improvisadas sin ningún permiso o autorización por la Dirección General de Caminos. Este mismo tipo de invasión

también es realizado por personas que han emigrado de sus lugares de origen, debido a destrucciones que han causado efectos naturales como los terremotos de 1986 y de 2001, inundaciones causadas por la lluvia en los departamentos de San Miguel y Usulután y otros efectos que han hecho que muchas personas emigren de sus lugares de origen; además, se realizan invasiones de derechos de vía por personas irresponsables que colocan cercos para diversos trabajos de agricultura.

La Dirección General de Caminos, basándose en los Art. 27 y 28 de la Ley de carreteras emitió el “Reglamento de Permisos para roturas en carreteras” el cual se hizo con el fin de agilizar los permisos que solicitaran las instituciones públicas y privadas o personas naturales, para realizar trabajos sobre el derecho de vía y la forma de pago por parte del interesado.

1.8.4 Métodos para mejorar las condiciones del suelo de la subrasante.

1.8.4.1 Restitución del suelo de subrasante.

La restitución de suelos consiste en el mejoramiento de sus características físicas y mecánicas a través de la mezcla de suelos con mejores propiedades, para poder lograr un suelo con características apropiadas. Para ello, se evalúan aspectos técnicos y económicos, debido a los altos costos asociados con la explotación y el acarreo del material de una fuente alternativa.

Los detalles del proceso de compactación y la maquinaria utilizada en cada operación deben ajustarse a la obra particular que se desarrolle, con base en planos y especificaciones de proyecto.

1.8.4.2 Estabilización de suelos.

Cuando el suelo para cimentar, presenta deficiencias físicas y mecánicas tales como carencia de capacidad soportante, asentamientos, variaciones de volumen, marcada permeabilidad, o resulten cuestionables las propiedades físicas y mecánicas ante agentes intemperizantes, se dan tratamientos para corregir esas deficiencias del suelo, generalmente con métodos mecánicos mejorando sus condiciones físicas y mecánicas; esta actividad constituye la estabilización de suelos.

1.8.4.2.1 Estabilización con aditivos.

La estabilización de los suelos consiste en propiciar propiedades de incompresibilidad y resistencia indispensables, sin tener que sustituirlo. Los métodos de estabilización, varían de acuerdo con la función o efecto que se desee obtener, siendo éstos: a) Retenedores de humedad, b) resistencia a la humedad, c) cementación, d) relleno, e) estabilización mecánica, f) alteración física – química, g) secantes o batidores del nivel freático. Hay agentes químicos que se agregan al suelo que se quiere tratar, los cuales deben satisfacer condiciones como: a) compatibilidad con el tipo de suelo, b) ser

permanentes, c) fácil de manejar y preparar, y e) costo acorde con el tipo de obra a realizar.

1.8.4.2.2 Estabilización con suelo cemento.

Su utilización viene desde el año 1917 cuando recién se había introducido el cemento al país, se empleó con modestos resultados, siendo hasta el año 1932 que el Departamento de Caminos Estatales de Carolina del Sur de Estados Unidos de América, desarrolló estudios más serios y completos, motivando mayor interés en su uso. A todo esto le siguieron investigaciones en diversos países, tales como Estados Unidos de América, Alemania, Argentina e Inglaterra, desde mediados del siglo pasado, desarrollando la tecnología moderna del suelo cemento con análisis acordes con el tipo de suelo de cada lugar, en la construcción de caminos y viviendas de bajo costo. La técnica suelo-cemento es apoyada por la Asociación del Cemento Pórtland en Estados Unidos de América, cuyas publicaciones han hecho que sea conocida internacionalmente, como alternativa confiable y eficiente para la estabilización de suelos.

Suelo cemento, es una mezcla destinada a mejorar las condiciones de estabilidad del suelo, en la cual mediante análisis de laboratorio se establece el contenido de cemento necesario, para alcanzar requisitos mínimos de resistencia y durabilidad. Esto se logra cuando a los suelos se les mezcla

cemento y agua en proporciones específicas, bajo determinadas condiciones; la mezcla resultante se compacta vigorosamente, para obtener las propiedades establecidas de este material, lo cual resulta de la hidratación del cemento y la energía de compactación.

Cuando los suelos sólo necesitan aumentar el valor relativo de soporte y disminuir su plasticidad, se hace una mezcla con pequeñas cantidades de cemento (3% a 8% por peso de suelo seco).

El porcentaje de cemento es el factor que modifica el suelo y se ha logrado establecer que la mayoría de estos suelos utilizados para elaborar suelo cemento, se modifican convenientemente con el 14% o menos, de cemento, pero también es cierto que más del 50% de los mismos suelos requieren solamente el 10% de cemento⁵, por lo tanto, es necesario identificar correctamente el suelo para llegar a un resultado económico.

La forma de establecer los contenidos de cemento para la construcción de caminos de bajo costo, está basada en hacer varias mezclas de prueba para obtener datos de laboratorio; a partir de estos ensayos y sus resultados así como el de los pavimentos que se encuentran en servicio se decide la correspondiente mezcla a aplicar. Este criterio permite obtener un contenido de cemento mínimo para producir un suelo cemento resistente y durable, es decir, adecuada para la construcción de caminos.

⁵ Castro, Agustín Antonio. (1970). Tecnología y Aplicaciones del suelo cemento. Trabajo de Graduación en Ingeniería Civil. FIA-UES. San Salvador.

1.8.4.2.3 Estabilización con cal.

La estabilización de suelos con cal, es un tipo de estabilización química en la que el principal aditivo es la cal.

Los principales efectos son los siguientes:

- a) La cal hace que el suelo arcilloso se desmenuce más fácilmente.
- b) Reduce la plasticidad del suelo;
- c) Favorece el secado de suelos muy húmedos;
- d) Favorece la compactación de suelos con humedades muy altas;
- e) Mejora la estabilidad de suelo al efecto de agua lluvia, haciendo impermeable la superficie.
- f) Reduce la influencia perniciosa de la materia orgánica.

El suelo estabilizado con aditivos consiste en seleccionar el estabilizador, la cantidad y el método de aplicación; así mismo, la extensión de suelo a ser estabilizado. Al estabilizar suelos plásticos con cal se combaten los cambios de volumen, y se eleva la resistencia del suelo debido a la acción cementante de la cal.

La metodología para dosificar mezclas de suelo cal es similar a la del suelo cemento, al igual que lo son las pruebas de laboratorio que se utilizan actualmente para dar una idea de la calidad de las mezclas obtenidas. Un buen criterio para preparar mezclas para estudio en el laboratorio es agregar suelo, 1% de cal por cada 10% de fracción fina que este contenga.

CAPITULO II

ESTUDIO DE CAMPO

2.1 INTRODUCCIÓN

La desatención en el mantenimiento de la red vial del país resulta en alto deterioro de esta, que además de prestar mal servicio al usuario, su buen funcionamiento cada vez va en disminución debido al aumento del tránsito vehicular; esto preocupa, ya que muchas vías están en la fase de llegar o ya llegaron al término de su vida útil, principalmente los caminos rurales, A y B, justificándose su rehabilitación como una necesidad inmediata para evitar reconstrucciones completas, en las que se incurra en inversiones mayores a las que actualmente tiene que hacer el país.

El diagnóstico de las condiciones en que se encuentra el camino rural Quezaltepeque – San Matías, por ejemplo, es de vital importancia para mejorarlo y darle mantenimiento.

Las condiciones existentes se obtuvieron haciendo trabajo de campo, esto es, conteo vehicular, dimensiones de secciones transversales, anchos de rodaje, ancho de cunetas, anchos de derecho de vía, bombeo, pendientes del eje de la vía, dimensiones de las obras de paso como puentes y bóvedas, condiciones de la superficie de rodadura, los sistemas de drenaje, y taludes. Con lo cual, se hace el correspondiente diagnóstico.

2.2 Estudio de Campo.

El estudio de campo permite obtener información detallada, y persigue lo siguiente:

- Ubicación del camino
- Identificación de lugares apropiados para levantamiento de datos (ubicación de puntos más críticos para la recolección de la información)
- Evaluación preliminar de daños existentes percibidos a lo largo del camino Quezaltepeque-San Matías.
- Recolección de dimensiones y parámetros que rigen los elementos del camino.

Por lo anterior, es importante desarrollar una metodología sistematizada para la obtención de los datos de campo. La metodología utilizada para la recolección de datos fue la siguiente:

- Inspección preliminar: ubicación del camino, así como los daños observados en toda su longitud, permitiendo definir los puntos específicos para la recolección de datos; por ejemplo: los extremos del camino (inicio y final), los entronques con otros caminos, mayores daños en los elementos, tipo de geometría, existencia de obras de paso, alcantarillas, así como cualquier característica útil para el diagnóstico de las condiciones existentes del camino.
- La medición de puntos de estacionamiento se realizó por medio del velocímetro del vehículo, por lo que los valores difieren de los reales, esto se

debió a la falta de un plano topográfico que indicara la longitud verdadera de cada uno de los puntos donde se realizó la toma de datos de campo.

- Teniendo identificado los puntos de recolección de datos, se elaboró un formato de los elementos que componen el camino, tales como superficie de rodadura, drenajes, obras de paso, taludes y derechos de vía, y los datos relevantes para poder realizar un adecuado diagnóstico del estado del camino.

- Se realizó conteo vehicular, para estimar la cantidad y tipo de vehículos que utilizan la vía. Estos datos se utilizarán posteriormente, en la propuesta de soluciones para los problemas de funcionamiento, como capacidad de soporte y tipo de superficie de rodadura. Los promedios de vehículos diarios son: Vehículo liviano particular (V.L.P) 29.67, Vehículo liviano de carga (V.L.C) 179, Pesado de pasajeros (P.P) 32.67, Camión de dos ejes (C_2) 35.67 y Cabezal de dos ejes con remolque de dos ejes ($S_2 - T_2$) 1. Ver cuadro N° 1.

Es importante indicar que para cualquier inspección realizada en el campo, hay diversos instrumentos que son útiles en el desarrollo del trabajo; entre estos, machete, navaja, cinta métrica, nivel de mano, martillo de geólogo (o martillo de mecánico), plomada de topógrafo (por lo menos una de albañil). Así mismo, son de mucha utilidad un mapa o un cuadrante de la zona a una escala adecuada, una brújula, una cámara fotográfica y una libreta de registro.

CUADRO No 1**PROMEDIO DE VEHICULOS QUE CIRCULAN POR EL CAMINO QUEZALTEPEQUE - SAN MATIAS**

ESTACION : 0+000 INICIO DEL CAMINO					
TIPO DE VEHICULO	V.L.P.	V.L.C.	P.P.	C ₂	S ₂ - T ₂
SUBTOTAL	43	226	35	49	3
ESTACION : 2+093 DESVIO A CANTON EL JOCOTE					
TIPO DE VEHICULO	V.L.P.	V.L.C.	P.P.	C ₂	S ₂ - T ₂
SUBTOTAL	31	209	38	27	0
ESTACION : 6+118 FINAL DEL CAMINO					
TIPO DE VEHICULO	V.L.P.	V.L.C.	P.P.	C ₂	S ₂ - T ₂
SUBTOTAL	15	102	25	31	0
TOTAL	89	537	98	107	3
PROMEDIO	29.67	179	32.67	35.67	1

V.L.P. : Vehículo Liviano Particular

V.L.C. : Vehículo Liviano de Carga

P.P. : Pesado de Pasajero

C2 : Camión de dos ejes

S2 - T2 : Cabezal de 2 ejes con remolque de 2 ejes

2.3 Condiciones actuales de los caminos rurales.

En el Salvador, la clasificación de la red vial en carreteras especiales, primarias, secundarias, terciarias; caminos rurales y vecinales , está acorde al Art. 3 de la ley de carreteras y caminos vecinales; pero actualmente se utiliza una clasificación técnica⁶ que es la más utilizada por el Ministerio de Obras Públicas, que divide las carreteras y caminos en orden de importancia, así: carreteras especiales, primarias, secundarias, terciarias; caminos Rural A y Rural B. La categoría camino vecinal no se incluye en esta clasificación ya que su construcción, mejoramiento y conservación corresponde a la municipalidad respectiva (Art. 4, Ley de carreteras y caminos vecinales); los caminos vecinales están tendiendo a desaparecer debido a que las comunidades se van desarrollado y las municipalidades han desarrollado mejoras en estos caminos, sin que estas sean permanentes a través del tiempo, lo que ha permitido a los caminos desarrollarse en sus condiciones de uso y características geométricas. En la actualidad, los caminos vecinales que van quedando son los de finca, en los que el tránsito frecuente son bicicletas, carretas, caballos y vehículos livianos de tracción doble.

La clasificación de los distintos tipos de carreteras ha sido elaborada de acuerdo a parámetros que dan índices del tráfico que circula sobre ellas en periodos determinados, estos son:

⁶ Especificaciones Geométricas para Caminos Rurales, Dirección General de Caminos, Segunda Edición, 2000.

Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA), se refiere al número promedio diario de vehículos que circulan en un año.

Tránsito Horario Máximo Anual (THMA), es el máximo volumen de tránsito horario que ocurre en un punto o sección de un carril durante un año determinado.

Según Rafael Cal y Mayor Reyes Spindola “Los estudios sobre volúmenes de tránsito son realizados con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos y/o de personas sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial. tales volúmenes de tránsito son expresados con respecto al tiempo, y de su conocimiento hace posible el desarrollo de estimaciones, razonables, de la calidad del servicio prestado a los usuarios”⁷. De acuerdo con lo anterior, las carreteras especiales, comprenden vías con TPDA mayor que 3000 vehículos, equivalente a un THMA de 360 vehículos o más; ancho de vía 30.60 m, ancho de rodaje 7.30 m y ancho de rodamiento en los puentes de 8.50 m.

Carreteras primarias, capacitadas para intensidades de tránsito (TPDA) entre 2000 a 3000 vehículos, equivale a un THMA entre 180 y 360 vehículos; ancho de vía de 12.0 m, ancho de rodaje de 7.30 m y el rodaje en los puentes 7.90 m como mínimo.

⁷ Rafael Cal y Mayor R , Ingeniería de Tránsito, pág. 152.

Carreteras secundarias, capacitadas para intensidades de tránsito (TPDA) entre 500 y 2000 vehículos, equivale a un THMA de 60 a 180 vehículos, ancho de vía 9.50 m, ancho de rodaje 6.50 m y en los puentes 7.40 m como mínimo.

Carreteras terciarias, capacitadas para intensidades de tránsito (TPDA) de 200 a 500 vehículos, correspondiente a un THMA entre 24 y 60 vehículos, ancho de vía 8.0 m, ancho de rodaje 6.5 m y ancho de rodaje en los puentes de 7.40 m como mínimo.

Caminos Rurales, de interés particular en este trabajo de graduación, están comprendidos en Caminos Rurales A y Caminos Rurales B.

Caminos Rurales A, capacitados para un TPDA de 10 a 50 vehículos, correspondiente a un THMA de 1 a 6 vehículos, ancho de vía 5.0 m, y ancho de rodamiento en los puentes de 3.0 m como máximo.

Caminos Rurales B, capacitados para un TPDA de 1 a 10 vehículos equivalente a un THMA de 0 a 1 vehículo, ancho de vía 5.0 m y ancho de rodamiento en los puentes de 3.0 m como máximo. En la figura N° 9 y en el cuadro N° 2 se presenta la longitud de la red vial salvadoreña en base a la clasificación técnica. Los caminos rurales constituyen las redes locales que habilitan zonas rurales determinadas que se encuentran esparcidas por todo el país, los que conectados a las diferentes carreteras conforman el Sistema Vial Nacional. Sus características geométricas y estructurales son diferentes a las de una carretera, siendo las normas de diseño y construcción menos rigurosas. Con el objeto de disminuir su costo, debido a sus volúmenes de tránsito su

superficie es generalmente de tierra compactada o revestida de material selecto compactado con anchos de plataforma y derecho de vía de cinco y quince metros respectivamente. Según datos proporcionados por el Ministerio de Obras Públicas, agosto de 2002, el departamento del país que mayor porcentaje de caminos rurales posee es Chalatenango, 15.4% del total de la red vial rural.

Las condiciones actuales de los caminos rurales, basados principalmente en la superficie de rodadura y el drenaje, se consideran Bueno, Regular y Malo; Los caminos rurales A y B presentan en su mayoría condiciones regulares de funcionamiento, 87.55% (Ver cuadro N° 3) , condiciones buenas 10.78% y malas condiciones con 1.67%.

2.3.1 Componentes geométricos

2.3.1.1 Alineamiento Horizontal.

En el alineamiento horizontal según las Normas para diseño de Caminos Rurales⁸, septiembre de 2000, el radio mínimo para terreno plano es 67 m., terreno ondulado 53 m., y terreno montañoso 20 m. (Ver cuadro N° 4) . Dentro del programa de caminos rurales sostenibles, se trata de adaptar el alineamiento existente del camino para proyectar un camino más económico

⁸ Dirección General de Caminos.

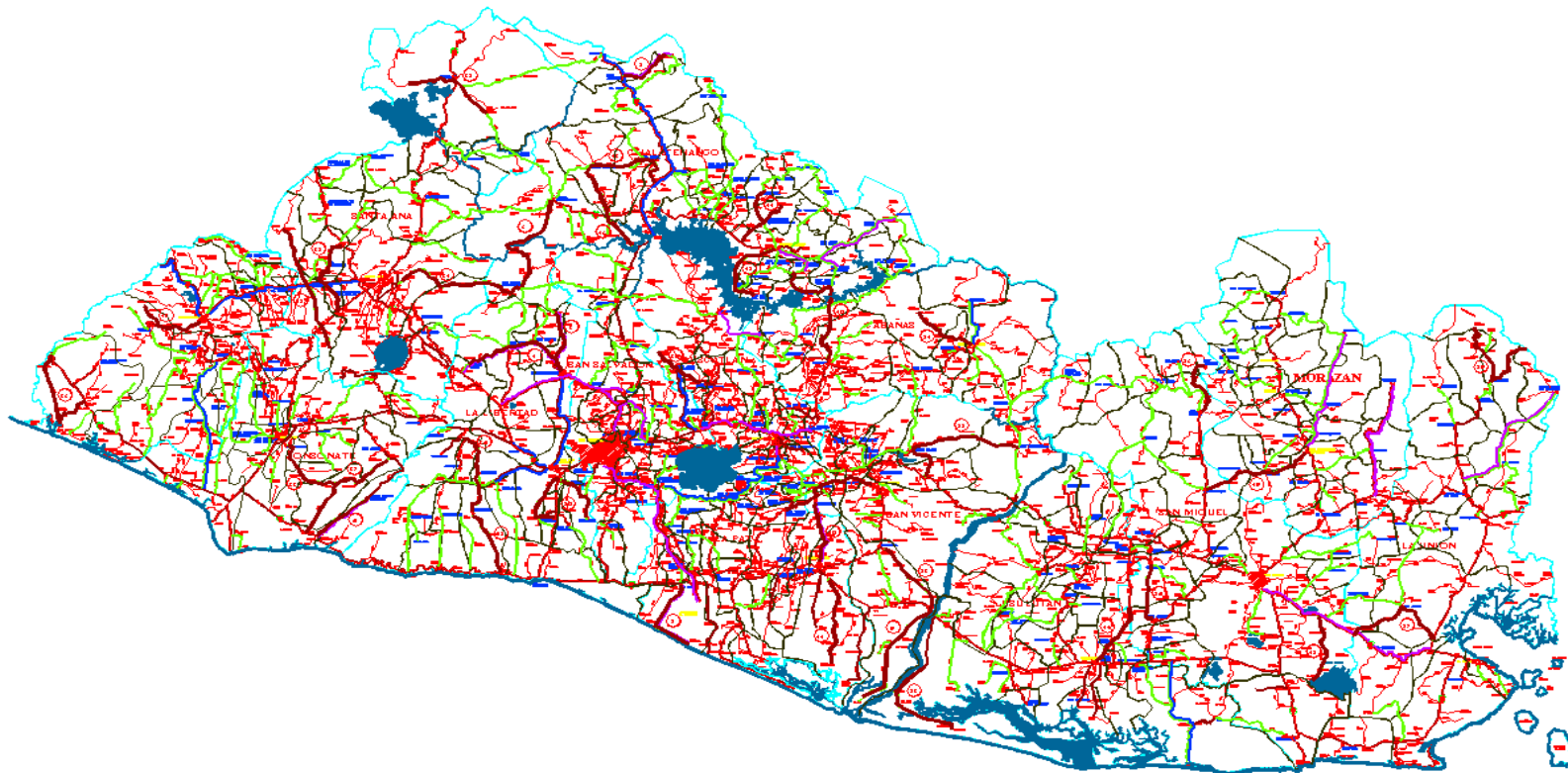


Figura N° 9. Red vial prioritaria.

Cuadro N° 2 Longitud de la red vial de El Salvador según clasificación técnica.

DEPARTAMENTO	SIMBOLO	TOTAL EN KILOMETROS	CARRETERAS						
			ESPECIAL ES	PRIMARIA PR	SECUNDARIA SE	TERCIARIA TE	RURAL (A)	RURAL (B)	VECINAL
AHUACHAPAN	AH	700.45	0	41	40.5	103.91	40.79	85.52	270.2
SANTA ANA	SA	749.89	50.1	57	114.2	105.14	86.28	111.61	367.5
SONSONATE	SO	512.6	0	100.3	84.1	69.4	56.34	56.16	319.9
LA LIBERTAD	LL	621	68.6	106.8	47.5	115.98	71.41	107.29	253.5
CHALATENANGO	CH	744.48	0	34	62.78	155.65	128.67	154.93	261.2
SAN SALVADOR	SS	544.34	50.2	0	161.04	38.79	27.55	79.85	72.7
CUSCATLAN	CU	484	0	0	50.2	25.08	30.84	45.45	140.31
CABAÑAS	CA	524.75	0	0	41.85	144.88	50.1	13.95	236.4
SAN VICENTE	SV	524.1	32.6	29.1	51.9	99.22	69.16	35.18	121.4
LA PAZ	LP	659.5	43	39	113.5	21.09	49.75	40.71	91.9
USulután	US	763.55	0	45.2	103.7	75.5	90.92	37.52	177.3
SAN MIGUEL	SM	763.02	0	61.5	120.22	105.34	162.43	20.1	44.64
MORAZAN	MO	449	0	14.6	58	54.81	18.93	62.13	68.35
LA UNION	LU	601.6	0	92.5	42.3	105.93	36.82	65.72	267.6
TOTAL KM.		8642.28	244.5	621	1091.79	1220.72	919.99	916.12	2692.9

Fuente: Unidad de Planificación Vial.

Cuadro Nº 3. Estado de los caminos rurales en el país.

DEPARTAMENTO	NO PAVIMENTADA					TOTAL	%
		B	R	M	Subtotal		
Ahuachapán	Rural A	0	36	4.79	40.79	126.31	6.9
	Rural B	0	63.4	22.12	85.52		
Santa Ana	Rural A	22.87	63.41	0	86.28	197.89	10.8
	Rural B	0	111.61	0	111.61		
Sonsonate	Rural A	0	56.34	0	56.34	112.5	6.1
	Rural B	0	56.16	0	56.16		
Chalatenango	Rural A	9.68	118.99	0	128.67	283.6	15.4
	Rural B	0	154.93	0	154.93		
La Libertad	Rural A	0	71.41	0	71.41	178.7	9.7
	Rural B	10.85	92.61	3.83	107.29		
San Salvador	Rural A	0	27.55	0	27.55	107.4	5.9
	Rural B	0	79.85	0	79.85		
Cuscatlán	Rural A	24.21	6.63	0	30.84	76.29	4.2
	Rural B	12.88	32.57	0	45.45		
La Paz	Rural A	11.28	38.47	0	49.75	90.46	4.9
	Rural B	0	40.71	0	40.71		
Cabañas	Rural A	11.23	38.87	0	50.1	64.05	3.5
	Rural B	0	13.95	0	13.95		
San Vicente	Rural A	0	69.16	0	69.16	104.34	5.7
	Rural B	0	35.18	0	35.18		
Usulután	Rural A	20.37	70.55	0	90.92	128.44	7
	Rural B	10.89	26.63	0	37.52		
San Miguel	Rural A	44.65	117.78	0	162.43	182.53	9.9
	Rural B	7.1	13	0	20.1		
Morazán	Rural A	1.13	17.8	0	18.93	81.06	4.4
	Rural B	5.53	56.6	0	62.13		
La Unión	Rural A	5.28	31.54	0	36.82	102.54	5.6
	Rural B	0	65.72	0	65.72		
TOTAL		197.95	1607.42	30.74	1836.11		
PORCENTAJES		10.78	87.55	1.67	100		100

Fuente: Unidad de Planificación Vial, Ministerio de Obras Públicas, 2003

B: Bueno

R: Regular

M: Malo

seguro⁹. El aspecto económico es el factor que rige en la construcción del camino rural, aunque se toman en cuenta factores de seguridad para los automovilistas como velocidad de diseño y vehículo de diseño.

2.3.1.2 Alineamiento Vertical.

De acuerdo con las normas de diseño para caminos rurales, de la desaparecida Dirección General de Caminos, en alineamiento vertical, la pendiente máxima para terreno plano es 6%, terreno ondulado 8%, terreno montañoso 12% (Ver cuadro N° 4). El alineamiento vertical de un camino rural, se basa en que el eje del camino sea lo más seguro y económico posible. Los caminos rurales actualmente no presentan un alineamiento vertical definido, debido al deterioro por factores naturales y el tránsito que utiliza el camino, provocando baches, canales de erosión y cárcavas, que no permiten visualizar las pendientes que posee el camino.

2.3.1.3 Sección Transversal.

El ancho de rodaje de los caminos rurales se encuentra entre los 5 m. para caminos rurales tipo A y un ancho de rodaje de 6 m. para caminos rurales B, según las normas de diseño de la DGC, para caminos rurales (Ver cuadro N° 4). Las secciones del camino se acomodan a la topografía existente a lo largo del

⁹ En la construcción de caminos rurales los radios de curvatura son proyectados de acuerdo a la topografía del eje del camino. Comunicación personal con el Ing. Carlos Ernesto Ardón. Dpto. de mantenimiento San Vicente. Ministerio de Obras Públicas.

eje proyectado, esto produce inconvenientes en los puntos donde el ancho de rodaje es menor que 5 m y 6 m. correspondientemente, porque esos puntos se vuelven un riesgo en el sentido de que disminuye el ancho, el cual debe ser suficiente para la circulación del vehículo a través del camino. .

2.3.2 Componentes de Soporte de Tránsito.

2.3.2.1 Tipos de suelos.

La mayoría de caminos rurales del país están contruidos en suelos constituidos por arenas, limos, y arcillas, principalmente, excepcionalmente estratos rocosos en su paso. El suelo que mayores problemas causa en caminos rurales es arcilloso, particularmente en la zona norte del país; por ejemplo, en los Departamentos Cabañas, Chalatenango y Morazán. Con la estabilización de suelos, se logra mejoramiento de la capacidad de soporte y funcionamiento de la superficie de la rodadura , esta técnica se aplica en mantenimiento de caminos rurales, a los que no se les ha prestado la debida importancia, con el fin de obtener una superficie de rodadura en buen estado.

2.3.3. Componentes de funcionamiento.

2.3.3.1 Superficie de rodadura.

Las normas de diseño de la DGC para caminos rurales establecen que la

superficie de rodadura debe encontrarse revestida por algún tipo de material selecto, que brinde duración adecuada al tipo de tránsito que circula en el camino (Ver cuadro N° 4). Las condiciones de la superficie de rodadura de los caminos rurales es lo que más preocupa a los usuarios de los mismos. En el país, se encuentra en la superficie de rodadura, baches, peladuras y cárcavas, que son provocadas en su mayoría por erosión del agua pluvial y el tránsito que circula por la vía. Generalmente los responsables del mantenimiento de caminos rurales realizan la reconfiguración de la superficie de rodadura dos veces al año y en la mayoría de los casos con materiales y procesos que no soportan la acción destructiva de la lluvia y el tránsito, por lo que en un corto periodo presentan problemas de funcionamiento desfavorable o malas condiciones.

2.3.3.2 Drenajes.

Las especificaciones para mantenimiento de drenajes recomiendan la reconfiguración y limpieza de cunetas, control del bombeo de la superficie, drenajes que conduzcan el caudal de agua que llega al camino, tales como drenajes de protección, drenajes de vertido y drenajes de alivio, así como limpieza periódica de alcantarillas existentes en el camino. El buen funcionamiento del drenaje de los caminos rurales está relacionado con el mantenimiento que proporcionen el Ministerio de Obras Públicas y las alcaldías. Actualmente los drenajes provocan deterioro, debido a la acción del

agua pluvial; las cunetas, erosionadas por el agua lluvia u obstruidas por material arrastrado por el agua, en otros casos la cuneta ya no existe; el crecimiento de vegetación a orillas de la superficie de rodadura obstruye el paso del agua lluvia; pérdida de bombeo debido al arrastre del material de recubrimiento de la superficie; falta de drenajes de alivio, para que reduzcan el caudal de agua que conducen las cunetas, así como los drenajes de vertido; drenajes de protección, y alcantarillas obstruidas por piedras y ramas; todo esto ocurre, debido a que no se hace mantenimiento periódico que mejore su funcionamiento; cuando lo deseable sería mantenimiento preventivo rutinariamente.

2.3.3.3 Obras de paso.

La existencia de obras de paso en los caminos rurales está determinada por relieves, ríos y quebradas que atraviesan los caminos. Actualmente muchos caminos rurales carecen de obras de paso adecuadas para el tránsito, los ríos y quebradas presentan aumento en sus cauces y provocan la interrupción del paso normal de vehículos.

El inventario realizado en 1993 por la Dirección General de Caminos, estableció bajo la categoría de estado malo, el 10% de los puentes, 5% de cajas y 1.5% de bóvedas¹⁰. correspondiendo en su mayoría a construcciones

¹⁰ kattan Rodríguez, Jean Corie. Guía para el diseño de puentes de concreto reforzado en caminos rurales y vecinales. Trabajo de Graduación, Universidad de El Salvador. 1998.

de mampostería y concreto reforzado, esto, debido a que no poseen mantenimiento adecuado. Sin embargo, hay caminos rurales, en el país que no poseen obras de paso por lo que el tráfico se ve en la necesidad de llegar hasta el lecho del río o quebrada con el fin de pasar y continuar. Esto, en la estación lluviosa provoca grandes problemas en los puntos que no poseen obras de paso, en zonas muy remotas o incomunicadas y en caminos vecinales, este problema es muy grave.

2.3.3.4 Taludes.

En los taludes que conforman un camino es recomendable que sean construidos, su plano de inclinación con una relación de 1:1, aunque depende del tipo de suelo del que están constituidos, que tengan adecuada compactación, y además, se les provea de una superficie cubierta por grama, zacate o cualquier planta de abundantes raíces que brinde adecuada filtración de la escorrentía del agua que escurre a través del talud, para así evitar su saturación y erosión. Los problemas que más se presentan en el funcionamiento de taludes es el derrumbe, debido a su mala estabilidad o mala estabilización, así como la formación de cárcavas en los terraplenes, que provocan bloqueos del tráfico en las vías, por no haber mayor control de pendientes y estabilidad de estos.

2.3.3.5 Derechos de Vía.

Según las normas de diseño de la DGC, para caminos rurales, el ancho de los derechos de vía recomendable es de 15.0 m (Ver cuadro N° 4). El problema que presentan los derechos de vía de los caminos rurales del país es que con el tiempo los dueños de terrenos aledaños han cambiado la posición de sus cercos, lo cual reduce la franja de terreno destinada para derechos de vía, así como la utilización de estos para la construcción de viviendas por personas que no poseen una propiedad para vivir, reduciendo así el ancho del camino.

Actualmente el Ministerio de Obras Públicas a través de su programa de caminos rurales, hace uso de los derechos de vía para ampliación del el ancho de rodaje cuando este no cumple con las normas de diseño.

2.4 Factores que afectan el funcionamiento de un camino.

Un camino rural puede ser afectado en su estructura principalmente por agua pluvial, pendiente del camino, y tránsito, los cuales se describen a continuación:

Cuadro N° 4. Normas de diseño para caminos rurales.

Criterio de diseño	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso
Velocidad de diseño	50 k/h	40 k/h	30 k/h
Pendiente máxima	6%	8%	12%
Radio mínimo	67.00 m	53.00 m	20.00 m
Distancia mínima de visibilidad	90.00 m	60.00 m	45.00 m
Ancho de la vía	5.00 m	5.00 m	5.00 m
Ancho de rodamiento en los puentes	3.00 m	3.00 m	3.00 m
Ancho de la zona de derecho de vía	15.00 m	15.00 m	15.00 m
Ancho de la zona de retiro	4.00 m	4.00 m	4.00 m
Tipo de superficie	Revestida	Revestida	Revestida

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, septiembre/2000

2.4.1 Agua pluvial.

Es la que más daño causa a un camino por el poder de arrastre que posee durante fluye, ya que si un camino no posee buenas condiciones de drenaje, esto es, bombeo de la superficie de rodadura menor que 3%, así como sus cunetas laterales para poder evacuar rápidamente el agua lluvia que cae sobre él, ocurren serios daños en la superficie de rodadura. El mantenimiento periódico contrarresta los efectos negativos en el camino.

2.4.2 Pendientes.

El problema de las pendientes de los caminos rurales está íntimamente relacionado a los efectos que produce el agua lluvia, ya que debido a pendientes mayores que 8% y longitudes mayores que 50 m, el poder de arrastre de suelo superficialmente, por parte del agua, es mayor, cuando las cunetas no están revestidas para evitar la erosión.

2.4.3 Tipo de tránsito.

En un camino rural, el tipo de tránsito con TPDA de 10 a 50 vehículos para camino Rural A, y un TPDA de 0 a 10 vehículos para camino Rural B; normalmente, se limita a vehículos livianos particulares y de carga, ya que pueden llegar a utilizar el camino vehículos de 3 ejes, en caminos donde existe actividad agrícola fuerte. Por ejemplo, en la producción de caña de azúcar, en época de zafra existe un tránsito intenso, camión de dos ejes (C2), y cabezal

de 2 ejes con remolque de 2 ejes (S2- T2); por lo que este puede llegar a provocar rápido deterioro de las condiciones de funcionamiento, si no hay mantenimiento continuo del camino.

2.5 Diagnóstico de las condiciones existentes del camino Quezaltepeque – San Matías.

Descripción de la zona.

La red vial del país (Cuadro N° 2) tiene 1836.11 Km. de caminos rurales A y B (Ver cuadro N° 3) que forman parte de los 8642.28 Km. de la red vial total en la cual estos representan actualmente el 21.24%, y que están siendo atendidos en varias modalidades de proyectos. Así mismo en el departamento de La Libertad (Figura N° 10) hay 178.7 Km. de caminos rurales A Y B, que representan el 9.7% del total de estos caminos en el país.

La zona donde se ubica el camino Quezaltepeque – San Matías (Figura N° 11), su topografía es en lomerío, suelos de ceniza volcánica, arcilla, arena y su

Cuadro No 5. Resumen de las causas y consecuencias de los distintos factores que afectan las condiciones de los caminos rurales.

CAUSA	CONSECUENCIA
Alineamiento horizontal inadecuado (control geométrico)	Curvas consecutivas de radios cortos < 53 m. Tangentes extensas > 50 m.
Mantenimiento no periódico.	Pérdida de bombeo (3%) Vegetación crecida > 1 m. Desconformación de cunetas, cauce, laterales y bordes Cunetas erosionadas provocando carcavas Cunetas destruidas provoca carcavas Obstrucción de alcantarillas, con erosión intensa Deslave de la capa de rodadura, baches, carcavas Inexistencia de drenaje de alivio provoca carcavas
Mantenimiento no adecuado	Mal estado de las estructuras, puentes, bóvedas, cajas, Tuberías, superficie del pavimento, capa de rodadura y subrasante.
Mala estabilización del suelo del talud, o falta de control de pendientes.	Derrumbes, con obstrucción del tráfico. Carcavas sobre terraplenes Bloqueo del tráfico con acumulación de tierra y/o rocas
Sección transversal inadecuada.	Deformaciones (hasta de 10 cm de profundidad en la superficie que no permiten el flujo de las aguas pluviales. Generalmente son aboyaduras que provocan lagunetas Inexistencia de bombeo, charcos y aboyadras laterales.
Tráfico pesado	Deformación en la superficie de rodamiento a lo largo del camino. Corrugación, ahullamiento, desprendimiento de agregados, abrasión y polvo.

Cuadro No 5. Resumen de las causas y consecuencias de los distintos factores que afectan las condiciones de los caminos rurales.

CAUSA	CONSECUENCIA
Drenaje lateral inadecuado (acumulación de agua lluvia)	Cunetas mal conformadas, en estado natural confundidas con la rodadura. Tuberías asolvadas (entrada y salida). Inexistencia de canalización hacia ríos y quebradas Bombeo Inadecuado.
Mala estabilización del suelo del talud o falta de control en pendientes.	Derrumbes en zonas húmedas principalmente, caída de suelos y rocas. Cárcavas de erosión sobre terraplenes. Bloqueo del tráfico por caída de suelo y/o roca acumulada.
Lluvia abundante	Erosión intensa de la superficie de rodamiento. Baches, charcos, lodazal, lagunetas, y zanjamiento. Debilitamiento de la subbase y deslave de la misma
Alineamiento vertical inadecuado	Pendientes ocasionadas por deslaves fuertes que sobrepasan los parámetros establecidos para caminos rurales
Inexistencia de señalización	Accidentes: vehículo-vehículo, vehículo-peatones. Peligro en curvas cerradas, accidentes a personas Desorientación de los usuarios del camino perdiendo dirección y provocando atrasos. Peligro en pendientes pronunciada, provoca accidentes.
Mal Estado del camino en general	Desgaste del vehículo, rápida depreciación y altos costos de transporte. Costos de operación y mantenimientos elevados, daños en potencia del motor, mayor consumo de repuestos, combustibles y lubricantes. Incomodidad en tiempo para el usuario así como el confort por uso. Incomodidad para desplazamiento de peatones, provoca malestares a la población.

mezcla, mucha vegetación, ambiente húmedo, cálido entre 22° c y 32° c, en la zona llueve entre 1200 mm a 2700 mm anualmente, suelos permeables, esta zona está atravesada principalmente por el Río Sucio y el Río Claro; Varias comunidades de la jurisdicción se benefician con este camino como El Jocote, El Jicaro, Caserío "Santa Teresa", Hacienda "San Roger" y otras. El uso de los suelos es vegetación natural, pastos, caña de azúcar, maíz, maicillo, arroz, café, árboles frutales, algodón.

Descripción del camino.

Para fines de este estudio, se toman 7132 m ó 7 Km 132 m del camino que cubre Quezaltepeque- San Matías en un solo tramo conectado por un puente en la estación 1+288 y en 2+898 así como una bóveda en 1+771. Las pendientes predominantes es de 0.5% a 12%, ancho de sección muy variable, derechos de vía invadidos por viviendas y terrenos agrícolas, por eso el ancho es variable, superficie de rodadura de tierra, muchos baches y superficialmente húmeda en varios tramos.

Diagnóstico de los elementos del camino Quezaltepeque- San Matías (Figura N° 11) respecto a condiciones actuales de funcionamiento.

El camino lo constituyen 7.132 Km. de longitud, lo atraviesan el río Claro, río Sucio, quebrada Piedras Gordas, quebrada Las Tinajas, estos permanecen con agua aumentando su caudal durante el invierno; las elevaciones geográficas que comprenden son 350 a 500 metros de altitud s.n.m.m.

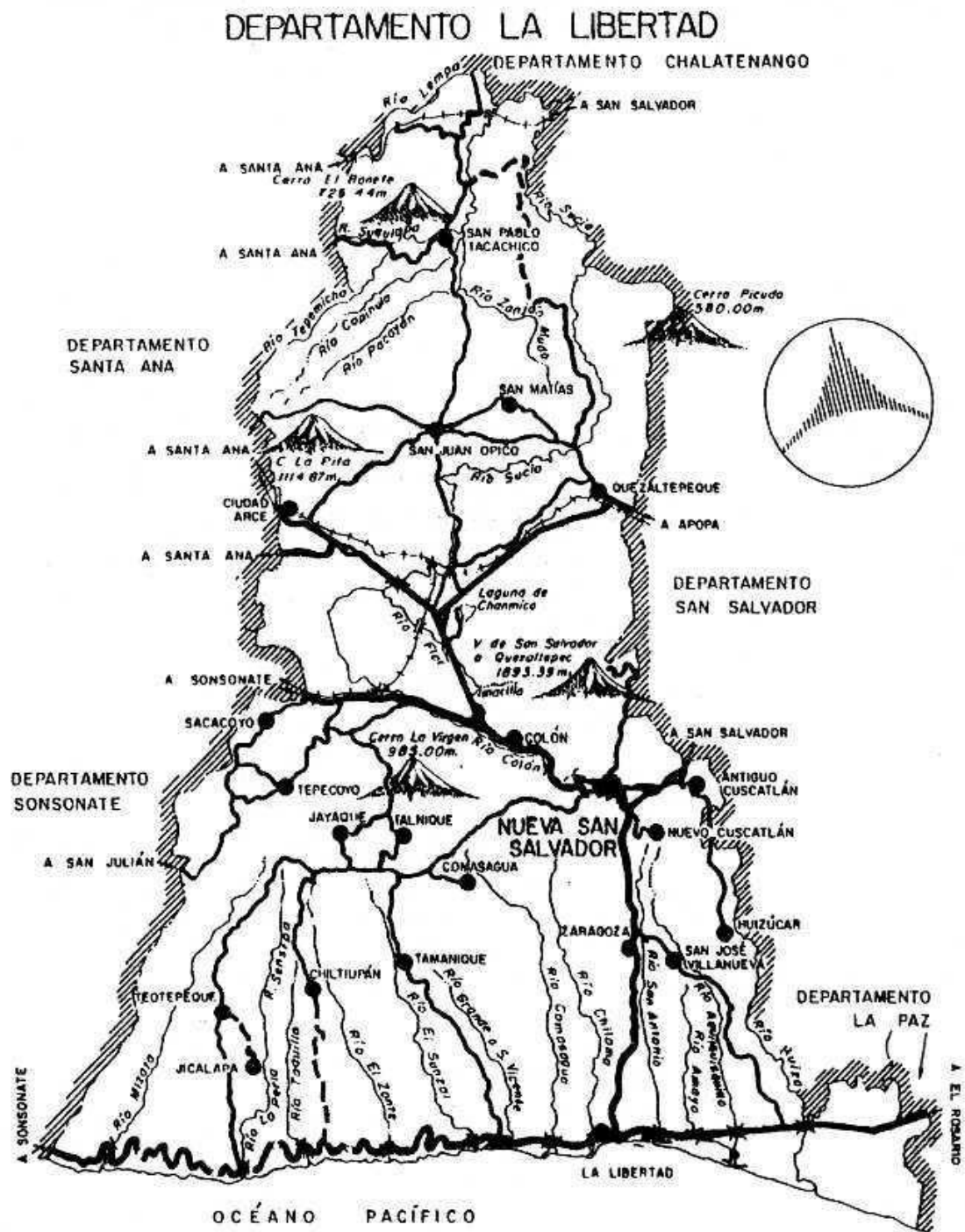


Figura N° 10. Ubicación del camino Quezaltepeque-San Matías en el Departamento La Libertad.



Figura N° 11. Mapa de ubicación del camino Quezaltepeque- San Matías.

2.5.1 Componentes Geométricos.

2.5.1.1 Alineamiento Vertical.

Las tangentes que componen este alineamiento (Ver cuadro N° 6) tienen un promedio de 71.01 m. , teniendo como extremos: 17.94 m. la menor y 544.57 m. la mayor. La topografía del terreno hace posible que las tangentes tengan pendientes no muy pronunciadas con valores alrededor del 1% al 6%, sin embargo, se presenta un caso de pendiente máxima de 12.4% (Ver cuadro N° 6) que evidencia las irregularidades topográficas, principalmente en tramos aislados del camino como entre los cadenamientos 1+932 y 2+169, como también entre el 3+215 y el 3+742 donde se presenta el extremo máximo de pendientes. El camino se inicia con una curva en columpio considerablemente pequeña precedida de una tangente de 30 m., la cual empalma con la calle pavimentada que se dirige al balneario “La toma”, en la ciudad de Quezaltepeque. Además, el camino hace su ingreso a San Matías con una curva en columpio de 24.9 m., que empalma con la calle adoquinada de entrada. (ver anexo)

2.5.1.2 Alineamiento Horizontal.

Este se integra por tangentes que oscilan entre 9.15 m. y 391.61 m., (Ver cuadro N° 7) aunque la mayoría de estas tienen un medio 90.7 m. En un tramo específico del camino (3+320 al 4+052) se pueden apreciar tangentes de

menor longitud, lo que permite que hayan curvas horizontales continuas, con radios de curvatura que varían alrededor de los 100 m. Considerando todas las curvas que se definen en el camino, se obtiene un radio de curvatura promedio de 158 m., donde el rango general se encuentra desde radios de 39.73 m. hasta 454.17 m. como mínimo y máximo respectivamente (Ver cuadro N° 7). Según los elementos de las curvas existentes, se ha considerado que la mayoría de ellas son curvas circulares simples, con excepción de una que por los distintos valores de subtangentes se consideró como una curva circular compuesta de dos centros.

2.5.1.3 Sección Transversal.

De acuerdo al estudio de campo realizado (ver cuadro N° 8), se encontró que el ancho del camino varía entre 5.0 m. y 10.8 m; ancho promedio 6.57 m, pero ninguna sección transversal es menor que 5.0 m, (ver cuadro N° 8 y cuadro N° 4). En cuanto a derechos de vía las mediciones efectuadas en campo, los anchos varían entre 9.2 m y 18 m, los datos que resultan menores que 9.2 m, no se han tomado en cuenta por ubicarse en las obras de paso, esto las hace quedarse fuera de las consideraciones en los derechos de vía, bombeo entre 1.5% y 2.0%. Los taludes existentes no todos se definen bien a la izquierda o a la derecha, tienen inclinación de 45° a 70° y altura 0.9 m. a 3.6 m., los drenajes son muy pobres en general y la vía carece de ellos.

**CUADRO Nº 6. COMPORTAMIENTO DE LOS PARAMETROS PRINCIPALES DEL
ALINEAMIENTO VERTICAL DEL CAMINO QUEZALTEPEQUE SAN MATIAS**

ALINEAMIENTO VERTICAL						
TANGENTES			CURVAS			
No.	Longitud (m)	Pendiente (%)	No.	Estacionami ento (PIV)	Longitud de curva (m)	Deflección (Grados)
1.00	30.47	0.00				
			1.00	0+042.88	19.20	35.83
2.00	25.78	7.20				
			2.00	0+345.97	816.87	72.51
3.00	29.77	-7.00				
			3.00	1+007.04	107.93	-16.34
4.00	335.00	-3.40				
			4.00	1+399.92	85.75	-12.86
5.00	34.25	-1.20				
			5.00	1+519.08	50.10	19.39
6.00	29.90	-4.70				
			6.00	1+672.54	209.29	-56.86
7.00	43.47	5.90				
			7.00	1+873.32	113.91	72.27
8.00	20.30	-8.40				
			8.00	1+975.17	43.80	-23.32
9.00	20.37	-3.40				
			9.00	2+114.17	153.86	-55.73
10.00	53.03	7.60				
			10.00	2+313.83	157.47	39.81
11.00	102.63	-0.30				
			11.00	2+576.08	201.87	-14.40
	***	****				
			12.00	2+707.18	65.00	25.18
12.00	97.93	-1.90				
			13.00	2+960.67	193.61	-40.26
13.00	28.31	4.40				
			14.00	3+111.47	145.01	66.57
14.00	37.45	-7.20				
			15.00	3+325.94	152.75	-71.76
15.00	54.26	7.60				
			16.00	3+508.65	90.29	-8.88
	****	****				
			17.00	3+577.98	45.77	36.01
16.00	24.48	2.90				
			18.00	3+667.96	85.26	-35.50
17.00	22.87	12.40				
			19.00	4+022.43	430.62	58.92
18.00	37.78	-1.10				
			20.00	4+276.61	148.89	-41.41
19.00	58.79	7.60				
			21.00	4+432.29	56.92	22.63

**CUADRO Nº 6. COMPORTAMIENTO DE LOS PARAMETROS PRINCIPALES DEL
ALINEAMIENTO VERTICAL DEL CAMINO QUEZALTEPEQUE-SAN MATIAS**

ALINEAMIENTO VERTICAL						
TANGENTES			CURVAS			
No.	Longitud (m)	Pendiente (%)	No.	Estacionami ento (PIV)	Longitud de curva (m)	Deflección (Grados)
20.00	18.50	3.10				
			22.00	4+518.73	95.66	-26.62
21.00	23.34	9.70				
			23.00	4+623.36	43.14	53.98
22.00	17.67	-1.70				
			24.00	4+692.83	61.69	-35.48
23.00	19.47	3.90				
			25.00	4+826.37	131.76	26.13
24.00	59.05	-0.20				
			26.00	5+036.24	174.78	-37.68
25.00	17.38	7.40				
			27.00	5+261.94	312.86	47.94
26.00	55.92	-3.60				
			28.00	5+648.35	226.71	-28.96
27.00	22.59	3.10				
			29.00	5+858.16	120.02	49.49
28.00	16.85	-6.70				
			30.00	6+071.3	315.00	-65.62
29.00	17.91	-6.60				
			31.00	6+239.4	20.18	31.92
30.00	121.91	0.60				
			32.00	6+508.8	240.00	41.86
31.00	18.14	-6.00				
			33.00	6+684.08	78.53	-25.58
32.00	18.95	-1.80				
			34.00	6+746.83	26.15	43.32
	****	****				
			35.00	6+768.67	23.10	-28.00
	****	****				
			36.00	6+793.72	30.00	14.21
33.00	100.00	-8.40				
			37.00	6+931.69	34.32	-16.47
	****	****				
			38.00	6+953.02	18.86	28.90
	****	****				
			39.00	6+971.1	27.55	-18.20
	****	****				
			40.00	7+044.23	78.08	11.54
34.00	20.57	-9.80				
			41.00	7+102.54	29.89	-50.06
35.00	24.90	0.00				

**CUADRO Nº 7 ELEMENTOS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL
DEL CAMINO QUEZALTEPEQUE - SAN MATIAS**

ALINEAMIENTO HORIZONTAL					
ESTACIONAMIENTO DE PI	TANGENTES			DATOS DE CURVA	
	Subtg C (m)	Tangente (m)	Subtg. T (m)	Deflexion (Grad)	Radio (m)
0+000					
		30.46	38.74		
0+069.20				65.69	56.68
	38.74	71.48	34.37		
0+205.10				-19.5	236.66
	34.37	59.71	28.7		
0+327.23				-21.67	133.9
	28.7	112.11	18.92		
0+486.28				17.92	130.67
	18.93	182.23	23.92		
0+711.09				-10.51	143.57
	23.92	207.79	45.03		
0+987.45				20.83	205.73
	45.03	128.12	37.97		
1+197.44				-17.27	238.54
	37.97	77.31	73.67		
1+385.8				45.66	181.2
	73.67	70.53	27.59		
1+549.71				-13.68	142.7
	27.59	66.84	41.35		
1+685.22				-44.93	110.83
	41.35	231.94	40.94		
1+995.71				20.87	180.53
	40.94	72.82	41.43		
2+153.68				-62.2	57.19
	41.43	135.41	47.62		
2+371.81				34.53	147.09
	47.62	60.85	25.07		
2+507.5				-23.6	111.36
	25.07	249.77	39.33		
2+820.96				26.05	160.48
	39.33	43.47	65.68		
2+968.08				-40.19	178.78
	65.68	175.33	23.46		
3+296.53				-23.34	110.28
	23.46	47.11	42.6		
3+410.32				56.07	79.34
	42.6	20.48	55.74		
3+522.23				38.41	169.56
	55.74	9.15	21.76		
3+604.66				-39.86	54.18
	21.76	54.08	33.92		
3+712.64				45.95	75.33

**CUADRO Nº 7 ELEMENTOS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL
DEL CAMINO QUEZALTEPEQUE - SAN MATIAS**

ALINEAMIENTO HORIZONTAL					
ESTACIONAMIENTO DE PI	TANGENTES			DATOS DE CURVA	
	Subtg C (m)	Tangente (m)	Subtg. T (m)	Deflexion (Grad)	Radio (m)
	33.92	11.13	21.45		
3+775.46				-30.02	132.01
	21.45	16.9	66.92		
3+879.75				48.08	145.72
	66.92	71.05	22.5		
4+032.26				-48.45	52.21
	22.5	28.84	21.61		
4+102.48				-20.42	103.4
	21.61	109.39	36.46		
4+269.48				9.47	522.69
	36.46	165.13	30.28		
4+501.19				-28.32	105.82
	30.28	217.91	35.07		
4+783.20				53.22	67.31
	35.07	37.46	43.22		
4+893.83				-31.16	169.75
	43.22	143.64	31		
5+109.56				-8.86	286.62
	31	145.05	41.89		
5+327.37				-9.77	388.31
	41.89	*****	31.69		
5+398.91				7.55	436.69
	31.69	115.79	30.15		
5+577.52				10.44	370.5
	30.15	391.99	72.45		
6+071.94				-11.38	454.17
	72.45	47.62	34.18		
6+226.02				-11.16	370.47
	34.18	140.56	31.94		
6+432.50				-14.56	229.21
	31.94	40.6	48.91		
6+553.60				41.24	136.1
	48.91	130.3	37.9		
6+766.48				-30.29	179.84
	37.9	29.95	35.61		
6+868.15				-14.98	239.33
	35.61	96.54	33.88		
7+033.43				-58.87	58.86
	33.88	33.29	19.21		
7+113.73				52.7	39.73
	19.21	27.22	*****		
7+159.23				final del proyecto	

CUADRO No 8
RESUMEN DE DATOS DE CAMPO PARA DIAGNOSTICO DE
LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA SECCION TRANSVERSAL

ESTAC. (Km)	S E C C I O N T R A N V E R S A L																		OBSERVACIONES	
	DERECHO DE VIA			RODADURA		TALUD IZQUIERDO			TALUD DERECHO			DRENAJES				TIPO (SECCION)				
	a	b	c	ANCHO (m)	BOMBEO (%)		ANCHO (m)	ALTO (m)	INCL. (ANG)	ANCHO (m)	ALTO (m)	INCL. (ANG)	I Z Q		D E R		C	T		B
	(m)	(m)	(m)		I	D							SI	NO	SI	NO				
0+000	15.7	2.5	1.4	10.8	2	2	-	2.5	90	-	1.4	90	X		X		X			
0+483	18	-	-	6.05	1.5	1.5	-	2.8	70	-	-	-		X		X	X			
1+288	6.4	-	-	6.4	1	1	-	-	-	-	-	-		X		X			Puente sobre Rio Claro	
1+771	5.96	-	-	5.96	1	1	-	-	-	-	-	-		X		X			Bóveda sobre Rio Sucio	
1+932	9.2	1.1	1.2	5.8	1	1	-	2.5	90	-	3	90	X		X		X		Talud vertical	
2+093	9.84	-	-	6.6	2	2	-	-	-	-	-	-		X		X	X		Intersección Cantón El Jocote	
2+576	13.1	-	-	6.2	2	2	-	0.9	15	-	-	-		X		X	X		Hacienda San Roger	
2+898	6.37	-	-	5.3	1	1	-	-	-	-	-	-		X		X		X	Puente sobre Rio Las Tinajas	
3+220	9.35	-	-	6.5	2	2	-	-	45	-	-	45		X		X	X			
3+703	9.4	-	-	6.45	1	1	-	-	-	-	1.62	30		X		X	X		Lotificación Los Capulines	
5+152	13	-	-	6.7	1	1	-	-	-	-	1.3	45		X		X			X	
5+474	11	-	-	8.37	2	2	-	-	-	-	-	-		X		X			X	Desvio a Cantón Santa Rosa
5+796	13	-	-	5	1	1	-	4.3	45	-	7	60		X		X			X	Talud natural
6+118	10.3	-	-	5.9	1	1	-	3.6	60	-	1.7	60		X		X			X	Entrada a San Matias
6.118	10.76	1.80	1.30	6.57	1.39	1.39		2.77	59.29		2.67	60.00	2	12	2	12	7	2	3	

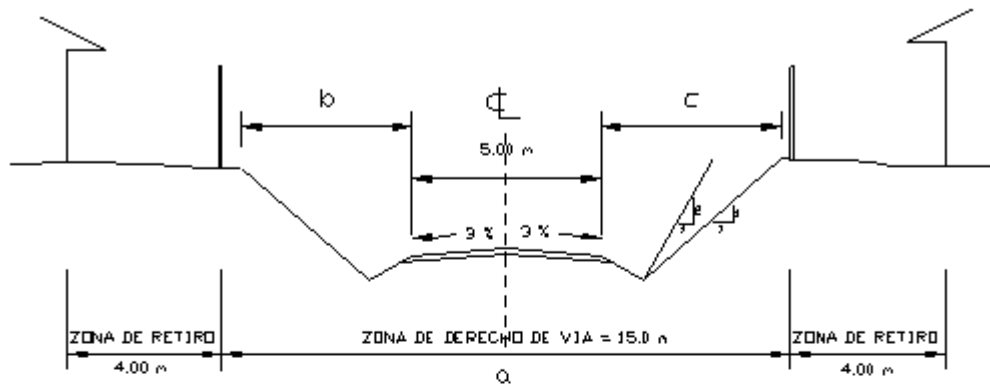
* Valores promedios

Donde: I : Izquierdo
D: Derecho
C: Corte
T: Terraplén
B: Balcón

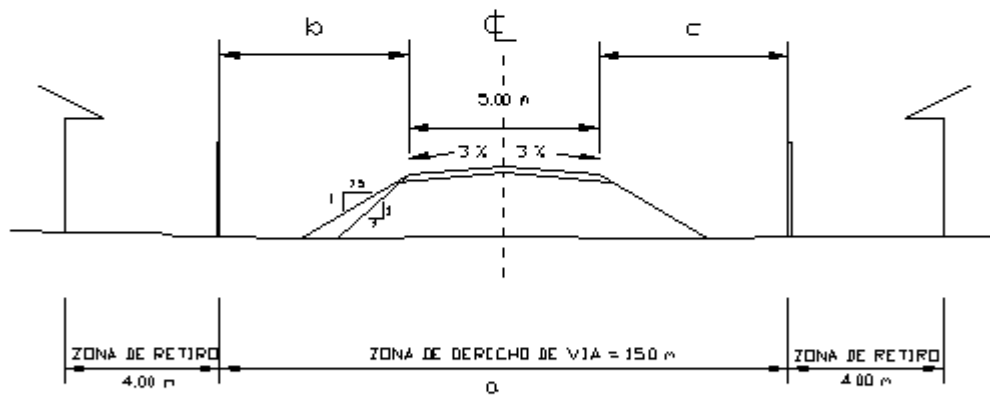
a:Derecho de via
b: Ancho entre cuneta y derecho de via izquierdo
c: Ancho entre cuneta y derecho de via derecho
ANG: Angulo en grado sexagesimal.

Nota: las cotas representadas por las letras a, b y c en las columnas del derecho de via aparecen esquematizadas en la figura No 12

SECCION TRANSVERSAL TIPICA DEL CAMINO QUEZALTEPEQUE-SAN MATIAS



SECCION TIPICA EN CORTE



SECCION TIPICA EN RELLENO

Figura No. 12 . PARAMETROS A CONSIDERAR DE LA SECCION o, b y c

o: Derecho de vía

b: Ancho de cuneta y derecho de vía izquierdo

c: Ancho de cuneta y derecho de vía derecho

2.5.2 Componentes de soporte de tránsito.

2.5.2.1 Tipos de suelos.

Los tipos de suelo que se encuentran en el camino son limos arenosos, estos se encuentran fácilmente al inicio y a la mitad del camino en estacionamiento 0+932 y al final del mismo. La superficie de rodadura presenta peladuras debido a la erosión; es común ver este estado en los tramos comprendidos entre 0+000 y 0+350 del alineamiento horizontal, debido al afloramiento del nivel freático en la zona (ver cuadro N° 9).

2.5.2.2 Capacidad de soporte.

Según inspección de campo, en términos generales, el camino se encuentra en buenas condiciones para soportar las cargas producidas por el tránsito que utiliza la vía, sin embargo, la capa de revestimiento de la superficie de rodadura, se erosiona fácilmente, el nivel freático también ocasiona dificultades en zonas donde predomina la arcilla. Existe un afloramiento rocoso, basalto, en el estacionamiento 3+223 (Ver cuadro N° 9), pero no es predominante en la zona, ya que es un afloramiento muy puntual que está descubierto debido a la erosión (Ver Fotografía N° 1).

CUADRO Nº 9
RESUMEN DE DATOS DE CAMPO PARA DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES
ACTUALES DE LA ESTRUCTURA DE RODAJE

No.	ESTAC (Km.)	PEND ROD (%)	E S T R U C T U R A D E R O D A J E													OBSERVACIONES				
			ANCHO ROD. (m)	BOMBEO(%)		MATERIAL DE REVEST	CONDICIONES						TIPO DE SUELO	HUMEDAD			CONSIST.			
				IZQ.	DER.		BACHES			PELADURAS				H	MH		S	I	RC	C
							SI	NO	PR OF. (m)	LO (m)	SI	NO								
1	0+000	4	10.8	2	2	BALASTRO		X			X		3	L-A		X		X		
2	0+483	4	6.05	1.5	1.5	BALASTRO		X				X		L-A		X		X		
3	1+288	1	6.4	1	1	BALASTRO	X		0.3	10		X		A-L		X		X		
4	1+771	2	5.96	1	1	BALASTRO		X			X		5	A-L		X		X		
5	1+932	2	5.8	1	1	BALASTRO		X				X		L-A		X		X		
6	2+093	0.5	6.6	2	2	BALASTRO		X				X				X		X		
7	2+576	2	6.2	2	2	BALASTRO		X		3.5		X		L-A		X		X		
8	2+898	0.5	5.3	1	1	BALASTRO		X				X		L-A		X		X		
9	3+220	7	6.5	2	2	BALASTRO		X				X		E-R		X		X		
10	3+703	2	6.45	1	1	BALASTRO		X			X					X		X		
11	5+152	1	6.7	1	1	BALASTRO	X			5		X		A-L		X		X		
12	5+474	1	8.37	2	2	BALASTRO		X				X		L-A		X		X		
13	5+796	5	5	1	1	BALASTRO		X				X		L-A		X		X		
14	6+118	3	5.9	1	1	BALASTRO		X				X		L-A		X		X		
*	6.118	2.5	6.57	1.39	1.39		2	12	0.3	7.5	3	11	4			14		14		

* Valores promedios

L-A : Limo arenoso

A-L : Arena limosa

E-R : Estrato rocoso

H: humedo

MH: moderadamente humedo

S: seco

I: inconsistente

RC: relativamente consistente

C: consistente



Fotografía N° 1. Estrato rocoso est. 3+223

2.5.3 Componentes de funcionamiento.

2.5.3.1 Superficie de rodadura.

El estado en que se encuentra la superficie de rodadura es muy variable, bueno, regular y malo, debido a los daños a que ha sido sometida su estructura. El tramo de mayor daño es el inicial en Quezaltepeque, ya que existen nacimientos de agua freática y hay carencia de un sistema de drenaje superficial produciendo canales de erosión, arrastrando el suelo de cobertura y la superficie permanece humedad, lo que con el paso vehicular ha propiciado que se mantenga una zona completamente dañada por baches de gran tamaño

que producen incomodidad y daños a los vehículos que transitan por el camino¹¹ (Fotografía N° 2 y 3). La superficie de rodadura está compuesta por la subrasante de tierra, arenas limosas y limos arenosos y un revestimiento de balastro a lo largo del camino. Los anchos de rodaje son de 5.0 m. a 10.8 m. con bombeo de 1.5% a 2.0% ambos lados. Con pendientes suaves de 0.5% hasta 4.0%. El deterioro que tiene es por desgaste de funcionamiento que le ha provocado peladuras; puntualmente 3 baches importantes de 10 m., 3 m., 5 m. de largo en estacionamientos 1+288, 2+576 y 5+152, respectivamente. Su capacidad de soporte se considera relativamente consistente y mediana humedad. Ver cuadro N° 9.

2.5.3.2 Drenajes.

El camino no cuenta con un sistema de drenaje lateral, ya que no se define y hay abundante vegetación que no permiten el paso del agua pluvial. El bombeo de la superficie de rodadura no posee la pendiente necesaria (Ver cuadro N° 8) para evacuar el agua que cae sobre ella y evitar retenciones que provocan excesiva humedad. En cada punto donde se encuentra una obra de paso no

¹¹ Este no sólo redundaría en el buen estado mecánico de los vehículos, sino también en el consumo de combustibles y lubricantes, daño de llantas, reducción de la potencia del vehículo y su eficiencia y duración. Además, la población de alrededor y la que circula a pie les causa malestares en el diario vivir. Se convierte en la destrucción ambiental y armonía población, ambiente y transporte



Fotografía N° 2. Tramo dañado por agua pluvial.



Fotografía N° 3. Canales de erosión

existe un sistema adecuado de drenajes de vertido hacia los ríos y quebradas, de manera que se estanca agua lluvia en la superficie de rodadura, generando así el problema de los baches. El nacimiento de agua freática en el punto 0+482 (Fotografía N° 4) y la baja pendiente existente, generan el mayor problema para la superficie de rodadura, ya que en invierno se generan canales de erosión, cárcavas y grandes baches que dificultan el paso vehicular, todo esto debido a que no existen cunetas laterales que recojan eficientemente el agua freática y pluvial que llega al camino y sean descargadas en ríos y quebradas. Existen 3 alcantarillas entre estaciones 5+152 y 6+118. Ver cuadro N° 10.



Fotografía N° 4. Afloramiento de agua freática

CUADRO Nº 10
RESUMEN DE DATOS DE CAMPO PARA DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES ACTUALES DEL DRENAJE

No.	ESTAC. (Km)	BOMBEO(%)		D R E N A J E S										C A Ñ O N		OBSERVACIONES				
		IZQ	DER	C U N E T A S				A L C A N T A R I L L A S				TIPO	TIPO	LONG.	DIAM.					
				I Z Q		D E R		S E C C I O N		S E C C I O N							C A B E Z A L I Z Q.		C A B E Z A L D E R.	
				SI	NO	REG.	IRREG.	SI	NO	REG.	IRREG.						SI	NO	SI	NO
1	0+000	2	2	X		X		X		X			X						Cuneta de mampostería de piedra.	
2	0+483	1.5	1.5		X				X				X						Deterioro importante por agua freática	
3	1+288	1	1		X				X				X						Puente de rio Claro	
4	1+771	1	1		X				X				X						Bobeda de rio Sucio	
5	1+932	1	1	X			X	X			X		X							
6	2+093	2	2		X				X				X						Intersección con calle a cton. El Jocote	
7	2+576	2	2	X			X		X		X		X						Desviación a Hcda. San Roger.	
8	2+898	1	1		X				X				X						Puente Quebrada las Tinajas	
9	3+220	2	2		X				X				X							
10	3+703	1	1	X			X		X				X						Lotificación Los Capulines	
11	5+152	1	1		X				X			X			X					
12	5+474	2	2	X			X	X			X	X			X					
13	5+796	1	1	X			X		X				X			X			Quebrada Piedras Gordas	
14	6+118	1	1		X				X			X		C	X		C		Entrada a San Matias	
*	6.118	1.39	1.39																	

* Promedios

Nota: Todas las cunetas con excepción del estacionamiento 0+000 son de tierra.

2.5.3.3 Obras de paso.

Hay 3 principales, dos puentes de 9.7 m. x 6.4 m. y una bóveda de 15.9 m. de largo, ancho 5.96 m. y alto 11.5 m; están en buenas condiciones (Ver cuadro N° 11). Estas obras constituyen el drenaje principal de la zona, recogiendo las avenidas que se forman en el camino y los escurrimientos pluviales. Fotografías N° 5 y N° 6.



Fotografía N° 5 Vista lateral, Puente sobre quebrada Las Tinajas



Fotografía N° 6. Puente sobre la quebrada Las Tinajas

CUADRO Nº 11
RESUMEN DE DATOS DE CAMPO PARA DIAGNOSTICO DE
LAS CONDICIONES ACTUALES DE LAS OBRAS DE PASO

No.	ESTACION (Km.)	O B R A S D E P A S O						O B S E R V A C I O N E S
		P U E N T E S			B O V E D A S			
		LONGITUD(m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	LONGITUD(m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	
1	0+000	-	-	-	-	-	-	
2	0+483	-	-	-	-	-	-	
3	1+288	9.7	6.4	3.4	-	-	-	Buenas condiciones para el uso
4	1+771	-	-	-	15.9	5.96	11.5	Buenas condiciones para el uso
5	1+932	-	-	-	-	-	-	
6	2+093	-	-	-	-	-	-	
7	2+576	-	-	-	-	-	-	
8	2+898	9.7	6.37	3.2	-	-	-	Buenas condiciones para el uso
9	3+220	-	-	-	-	-	-	
10	3+703	-	-	-	-	-	-	
11	5+152	-	-	-	-	-	-	
12	5+474	-	-	-	-	-	-	
13	5+796	-	-	-	-	-	-	
14	6+118	-	-	-	-	-	-	
*	6.118	9.7	6.385	3.1	15.9	5.96	11.5	

* Promedios

2.5.3.4 Taludes.

La topografía del camino no presenta condiciones de riesgos con respecto a inestabilidad de taludes, ya que los existentes son de poca altura, el talud de mayor altura es de 4.3 m. (Ver cuadro N° 8) , se encuentran bien conformados y cubiertos de abundante vegetación baja (Fotografía. N° 7 y 8).



Fotografía N° 7. conformación de taludes en el camino.



Fotografía N° 8. Talud en balcón, estacionamiento 5+796.

2.5.3.5 Derechos de vía.

Los derechos de vía del camino Quezaltepeque – San Matías se encuentran ocupados por viviendas en ciertos sectores, así como por linderos de terrenos agrícolas, que han invadido y han ido tomando esa franja del camino para uso privado; son pocos los sectores donde los derechos de vía son visibles y se encuentran intactos para uso propio del camino.

2.5.3.6 Tráfico

La señalización vial del camino Quezaltepeque San Matías esta en muy mal estado ya que según se constató en la investigación de campo, simplemente existen, actualmente, dos señales verticales de información, una al inicio del camino que dice: “desvío a San Matías 7 km” y la segunda a la entrada que dice: “San Matías”. A lo largo del resto del camino no se encontró ningún tipo de señalización; tal que se recurra a la consulta directa con los habitantes del lugar, para poder ser ubicado. De hecho, las intersecciones de caminos provenientes de caseríos y haciendas principales de la zona están identificadas, debidamente, como para poder tener certeza del origen y/o destino de esos caminos aledaños. Esto, dificulta que el usuario del camino interprete rápidamente el destino de cada camino aledaño que intercepta el camino en estudio.

En lo que respecta a la protección de la vía principalmente en zonas con taludes, en la sección transversal, se encontró que estos están conformados de tal forma que no se vean afectados los factores de seguridad en el camino, además, el tipo de suelo (limo arenoso) encontrado en los tramos con estos taludes conformados, tienen alta consolidación que soportan todo el movimiento generado por el tráfico u otro de origen diferente, por ejemplo sismo.

La mayoría de los entronques (cuadro N° 12) que los caminos vecinales realizan con el camino Quezaltepeque-San Matías, conducen a concentraciones de población como colonias, caseríos y cantones; aunque

también, seis intersecciones tienen su origen en haciendas y fincas que son los principales usuarios de dichos caminos vecinales, del camino en estudio. La principal razón del uso de estas vías aledañas es de origen comercial, ya que es una zona muy explotada para transportar mercadería, productos agrícolas, y todo tipo de producto de esa índole.

Entre las intersecciones de principal importancia están las siguientes: (Ver cuadro N° 12)









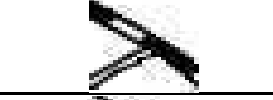




- En estacionamiento 1+445 el entronque con el camino vecinal proveniente de La Hacienda “Río Claro”. De aproximadamente seis metros de ancho; considerada de significativa importancia por la dinámica de comercio que suele generar la actividad agrícola de hacienda. Aunque ahora ha disminuido la intensidad de movimientos dentro de la zona.
- Una de las intersecciones más importantes con el camino en estudio, está el entronque con el camino que conduce al Cantón y Caserío “El Jocote”, a la altura del estacionamiento 2+470, de un ancho aproximado de 12.5m. Es uno de los caminos más transitados ya que la densidad poblacional (146 h/Km^2) del cantón “El Jocote”, no se puede considerar como despreciable; además, esto provoca que el tráfico se incremente, ya sea por transporte colectivo rural, como por transporte particular, esto a la vez provoca que el tramo desde Quezaltepeque hasta esta intersección sea mucho mayor con respecto a otras intersecciones.

De hecho, también, la actividad económica contribuye a que se incremente el volumen de tráfico, haciendo común el recorrido por la intersección de transporte de carga de todo tipo, principalmente del liviano. Generalmente los que utilizan este tramo con esa finalidad es por la necesidad de acceder al mercado más cercano para efectuar sus transacciones; es por eso, que en Quezaltepeque se incrementa la presencia de comerciantes pertenecientes a esa zona.

- La intersección con el camino que se dirige al Cantón y Caserío San Lorenzo en estacionamiento 3+150, posee un ancho aproximado de 20 m. al igual con la Hacienda Río Claro mantienen considerables movimientos de mercancías, que en su mayoría son dirigidos a Quezaltepeque y algunos lugares más cercanos.
- El estacionamiento 3+600 se identifica con la intersección del camino que se dirige a la Haciendita. El cual tiene la peculiaridad de aparecer justamente en una curva horizontal consecutiva de dos centros y que además no se encuentra señalizado como para poder prevenir tanto al que sigue de largo a San Matías como al que hace uso directo del camino aledaño.

Otras intersecciones de igual magnitud e importancia, se encuentran en los cadenamientos 5+045, 6+405 y el 6+555. El primero que proviene de la finca

CUADRO N° 12.
PRINCIPALES INTERSECCIONES CON EL CAMINO QUEZALTEPEQUE SN. MATIAS
SENTIDO: QUEZALTEPEQUE - SN. MATIAS

No.	Est.	Lateral*	Origen**	Forma / Sentido	Ancho de entronque (m)
1	0+215	DERECHO	COLONIA SN. JOSE		7.5
2	0+250	IZQUIERDO	COLONIA ESTANZUELAS		6
3	1+445	IZQUIERDO	HACIENDA RIO CLARO		6
4	2+470	DERECHO	CANTON Y CRIO EL JOCOTE		12.5
5	3+150	IZQUIERDO	CRIO Y HACIENDA SN. LORENZO Y EL		20
6	3+600	DERECHO	LA HACIENDITA		7
7	4+032	DERECHO	FINCA CAPULIN		6
8	4+200	DERECHO	FINCA CAPULIN		6
9	4+490	IZQUIERDO	COLONIA LAS TINAJAS		5
10	5+045	IZQUIERDO	FINCA Y CRIO SN. ANTONIO		5
11	5+390	IZQUIERDO	CRIO EL CONACASTE		5
12	6+405	DERECHO	CANTON Y CRIO SNTA. ROSA		8.5
13	6+555	IZQUIERDO	CALLE VIEJA A SN. MATIAS		9

* Lateral tomado respecto al sentido del camino en estudio

** Origen del camino aledaño que tiene como destino el entronque con el camino en estudio.

San Antonio, el segundo del cantón y caserío Santa. Rosa, por los cuales se mueve una cantidad variable de vehículos principalmente de carga liviana, y que igual a las anteriores haciendas y fincas, sus destinos principales son considerados: Quezaltepeque, El Jocote, San Matías.

A continuación se presenta el cuadro N° 13 con el resumen de los factores cualitativos de los elementos del camino Quezaltepeque- San Matías, así como los cuadros del estado del camino tomando como referencia los puntos con mayor daño en sus elementos.

CUADRO N° 13.

CUALIFICACION DE LOS ELEMENTOS DEL CAMINO QUEZALTEPEQUE-SAN MATIAS

Pto.	Estación (Km)	Sección Transversal	Geometría Al. H y Al. V	Tráfico	Suelo	Superficie de soporte	Obras de paso	Condiciones de superficie	Drenajes	Localización	Observaciones
1	0+000	Definida en corte (U)	Curva y Tg Hor. Pendiente moderada 4%	Moderado sin señales	Limo arenoso	Relativamente consistente		Mal estado	Cuneta en mal estado	Intersección de caminos Quezaltepeque-San Matías	Inicio del camino
2	0+483	Definida en corte (U)	Tg H. recto a inicio de curva	Moderado sin señales	Limo arenoso, humedad moderada	Relativamente consistente		Mal estado, 50 m, erosión en surcos y hay nivel freático superficial	Hay nacimientos de agua en el lado izquierdo sin recolectar	150 m de la intersección a San Matías	Mal estado debido a erosión por el manto freático
3	1+288	Queda definida por la sección del puente 6.40 X 9.70	Tg. recta a curva, pendiente suave 1%	Moderado sin señales	arena limosa	Relativamente consistente	puente esviado, 6.40 m X 9.70 m	Mal estado	Canal de paso de puente río Claro, alto 3.40 m, ancho 6.40 m, no hay cunetas a ambos lados	Intersección de camino con Río Claro	Se observan algunos baches al principio y al final del puente
4	1+771	Definida por el ancho de boveda	Tg. Recta a inicio de curva, pendiente suave	Moderado sin señales	arena limosa	Relativamente consistente	Boveda sobre el río Sucio	Mal estado grandes baches	Boveda en buenas condiciones, ancho 5.96 m, largo 15.9, alto 11.50 m, velocidad del río 1 m/s	Intersección de camino con Río Sucio	No existen drenajes laterales en la boveda
5	1+932	Definida en corte con taludes a ambos lados	Tg. Recta a inicio de curva, pendiente suave 2%	Moderado sin señales	limo arenoso	Relativamente consistente		Mal estado	Cunetas en mal estado, con abundante vegetación	A 161 metros del río Sucio	Terreno de taludes formado por sedimentación
6	2+093	Definida en corte	Tg. Recta a inicio de curva, tramo plano, intersección con desvío a cantón El Jocote	Moderado sin señales	arena limosa	Relativamente consistente		En regulares condiciones	Sin cunetas definidas a ambos lados con abundante vegetación	Desvío a cantón El Jocote	

CUADRO N° 13.

CUALIFICACION DE LOS ELEMENTOS DEL CAMINO QUEZALTEPEQUE-SAN MATIAS

Pto.	Estación (Km)	Sección Transversal	Geometría Al. H y Al. V	Tráfico	Suelo	superficie de soporte	obras de paso	condiciones de superficie	Drenajes	Localización	observaciones
7	2+576	Definida en corte (U)	Tg. Horizontal recta a inicio de curva	Moderado sin señales	Limo arenoso, humedad moderada	Relativamente consistente		Buenas condiciones	Cuneta en mal estado con abundante vegetación	Interseccion Hacienda San Roger	Plano atrás del punto y pendiente moderada adelante
8	2+898	Queda definida por la sección del puente de 9.70 m x 6.37 m	Tg. Horizontal recta a inicio de curva	Moderado sin señales	Limo arenoso, humedad moderada	Relativamente consistente	Puente de 9.70 m x 6.37 m	En regular estado	Canal de paso de puente Rio Las Tinajas, alto 3.20 m, ancho 6.37 m, no hay cunetas a ambos lados	Intersección de camino con Rio Las Tinajas	puente en buenas condiciones de funcionamiento
9	3+220	Definida en corte	Tg. recta a curva, pendiente moderada 7%	Moderado sin señales	Estrato rocoso	Relativamente consistente		Mal estado con afloramiento de estrato rocoso	Sin cuneta definida a ambos lados con abundante vegetación	A 322 m del rio Las Tinajas	Zona con existencia de abundante estrato rocoso y roca suelta
10	3+703	Definida en corte	Tg. Recta a inicio de curva, pendiente moderada atras de 4% y pendiente suave adelante de 2%	Moderado sin señales	arena limosa	Relativamente consistente		Mal estado grandes peladuras	Cuneta mal conformada al lado izquierdo, sin cuneta al lado derecho	A 805 m del rio Las Tinajas	zona de producción agrícola
11	5+152	Definida en balcón	Tg. Recta a inicio de curva, pendiente suave	Moderado sin señales	arena limosa	Relativamente consistente		Mal estado con baches de hasta 5 m de longitud	Sin cunetas, con abundante vegetación	A 2.25 km del rio Las Tinajas	Alcantarilla esviada a 40 m adelante del punto

CUADRO N° 13.

CUALIFICACION DE LOS ELEMENTOS DEL CAMINO QUEZALTEPEQUE-SAN MATIAS

Pto.	Estación (Km)	Sección Transversal	Geometría Al. H y Al. V	Tráfico	Suelo	superficie de soporte	obras de paso	condiciones de superficie	Drenajes	Localización	observaciones
12	5+474	Definida en balcón	Tg. Horizontal recta a inicio de curva, pendiente plana 1%	Moderado sin señales	Limo arenoso, humedad moderada	Relativamente consistente		Mal estado con pozo de agua potable	Cuneta en mal estado, alcantarilla esviejada	Interseccion a Santa Rosa	
13	5+796	Definida en balcón	Tg. Horizontal recta a inicio de curva, pendiente moderada 5%	Moderado sin señales	Limo arenoso, humedad moderada	Relativamente consistente		Mal estado	Cuneta mal conforada, con abundante vegetación al lado izquierdo y sin cuneta al lado derecho	A 322 m del desvio a Santa Rosa	Lecho de quebrada con abundante roca suelta
14	6+118	Definida en relleno	Tg. recta pendiente moderada 3%	Moderado sin señales	Limo arenoso, humedad moderada	Relativamente consistente		Mal estado	Sin cuneta definida a ambos lados, Alcantarilla doble	Entrada a San Matías	Final del camino

PROYECTO: QUEZALTEPEQUE- SAN MATIAS

EST - 03

ESTADO DEL CAMINO

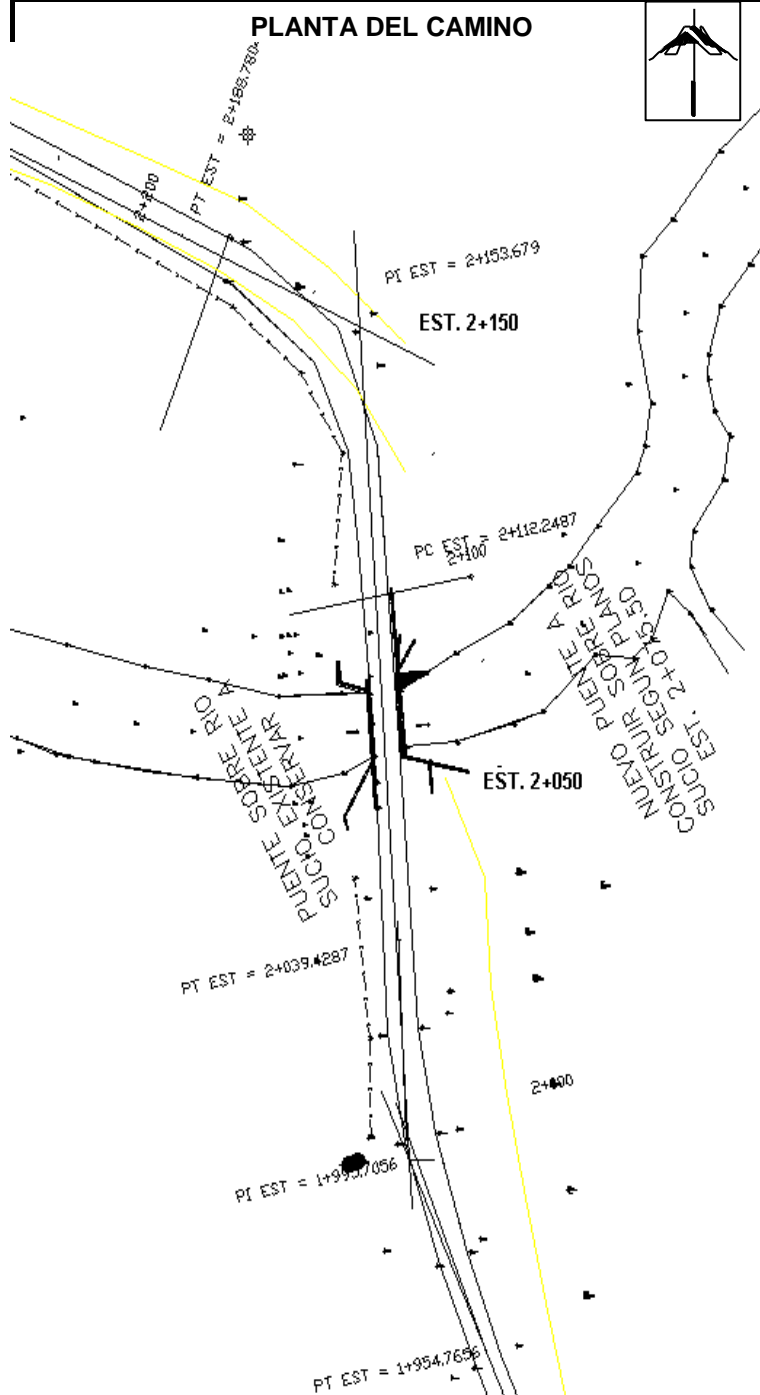
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD,

MUNICIPIO: QUEZALTEPEQUE

TRAMO: DE 1+570 AL 2+160

FECHA: 03 / 09 / 02

PLANTA DEL CAMINO



DAÑOS EN DRENAJES LATERALES



EST. 2+150

BACHES



EST. 2+150

SECCION TIPICA



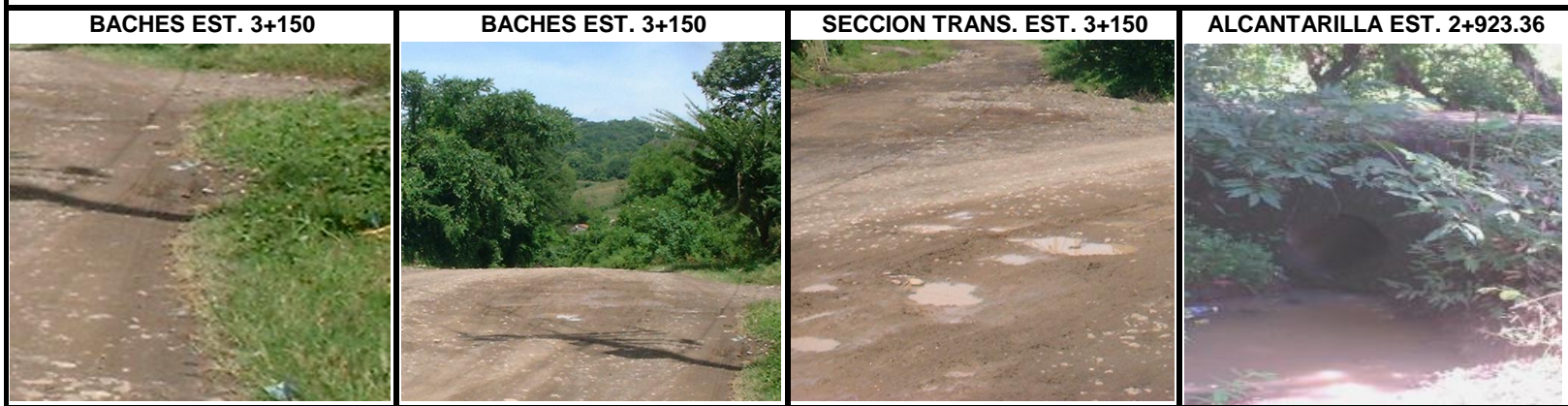
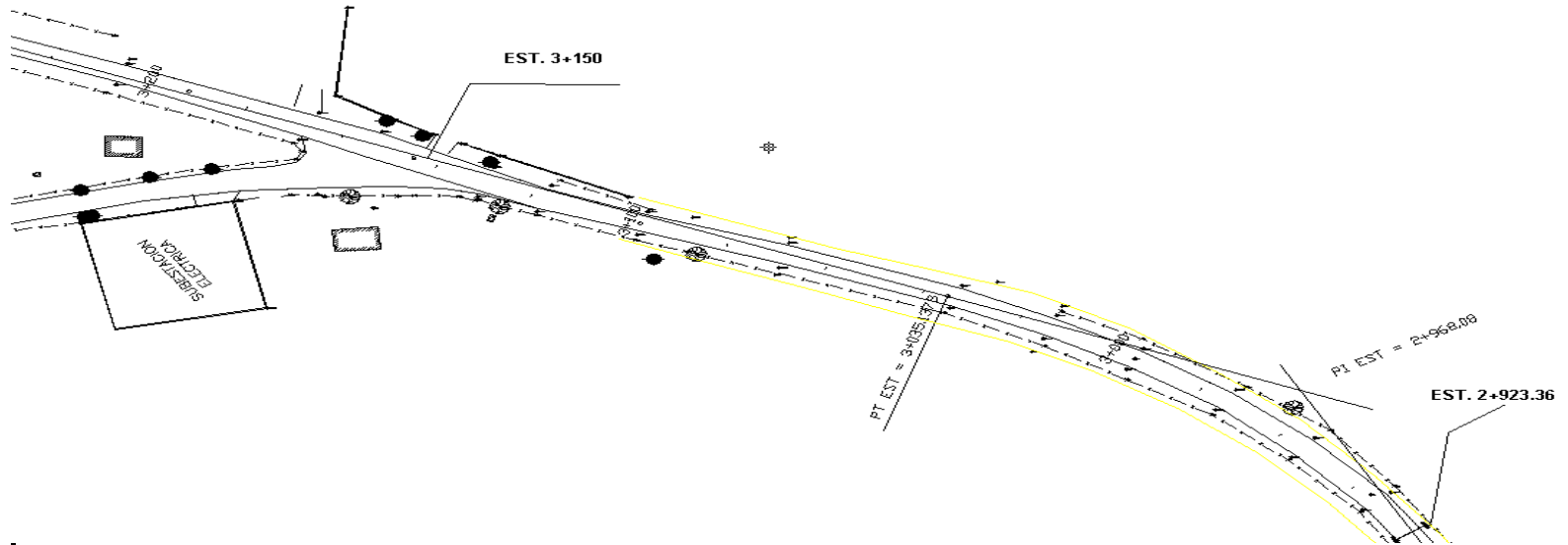
EST. 2+050

BOVEDA RIO SUCIO

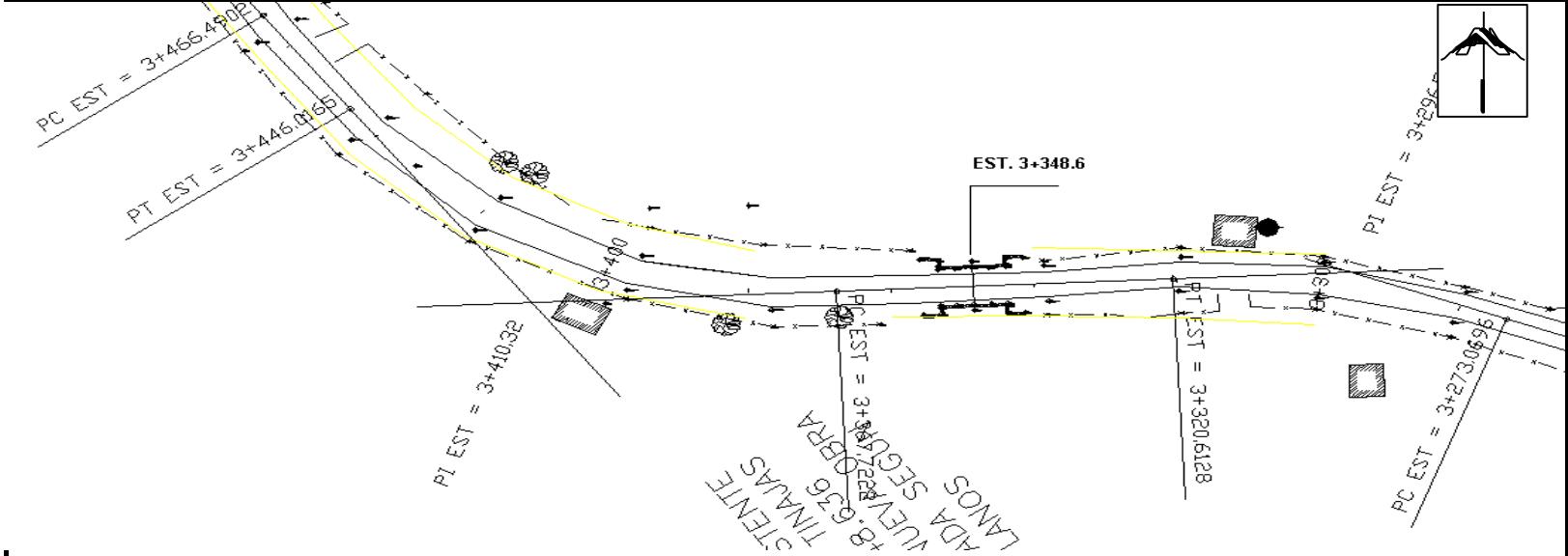


EST. 2+050

PROYECTO : QUEZALTEPEQUE- SAN MATIAS			
EST - 04		ESTADO DEL CAMINO	
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	MUNICIPIO: QUEZALTEPEQUE	TRAMO: DE 2+900 AL 3+280	FECHA: 04 / 09 / 02

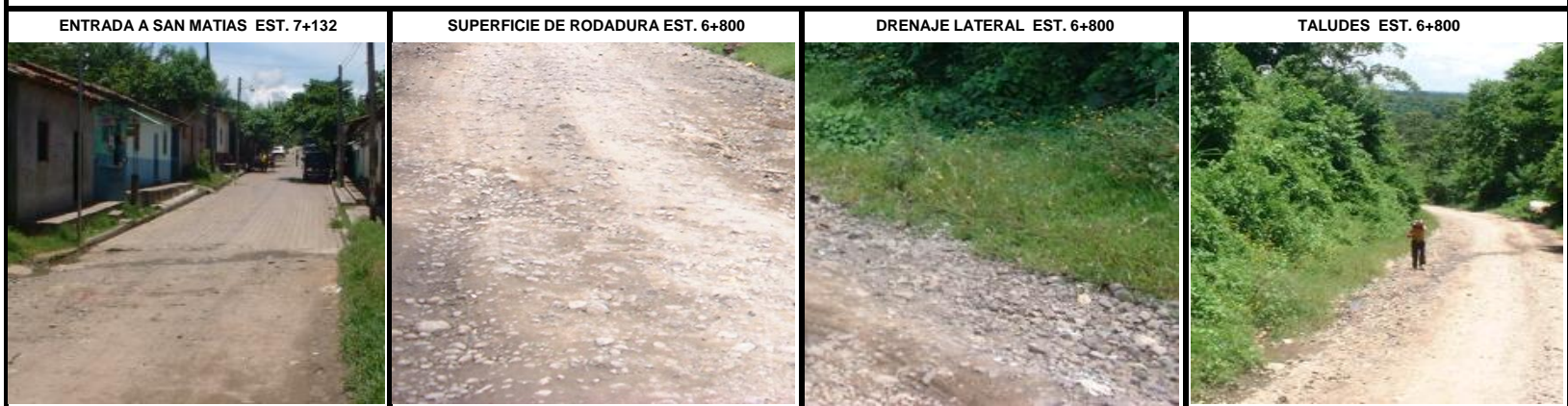
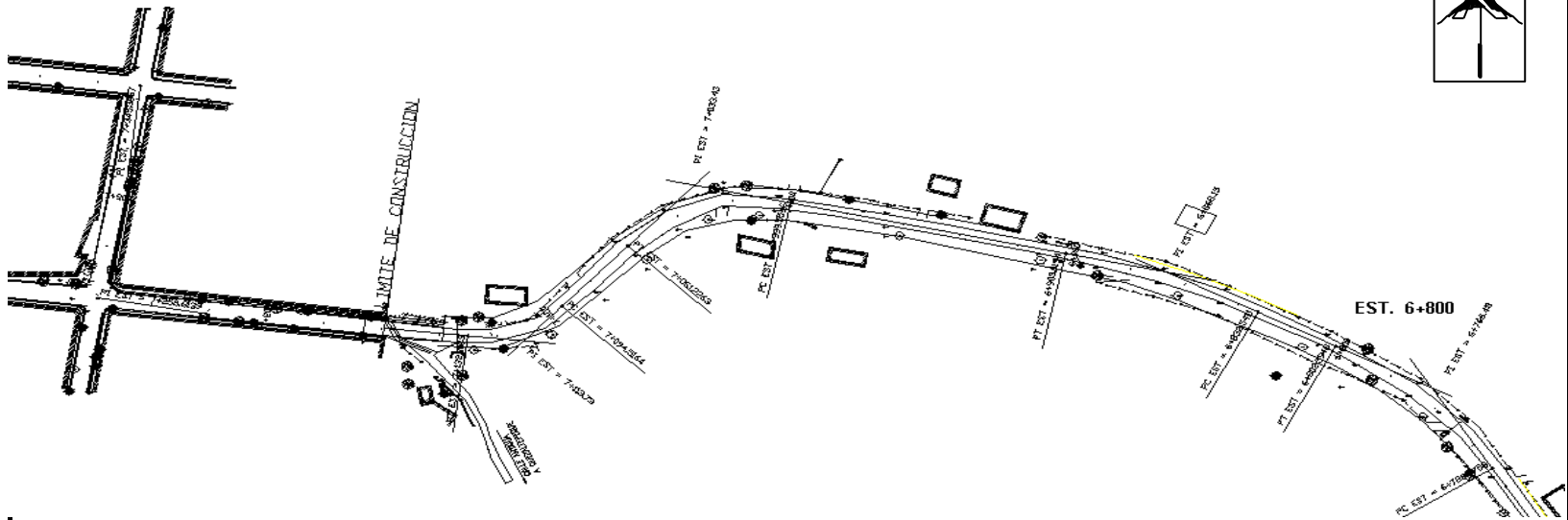


PROYECTO : QUEZALTEPEQUE- SAN MATIAS			
EST - 05		ESTADO DEL CAMINO	
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	MUNICIPIO: QUEZALTEPEQUE	TRAMO: DE 3+280 AL 3+370	FECHA: 04 / 09 / 02



PROYECTO : QUEZALTEPEQUE- SAN MATIAS			
EST - 07		ESTADO DEL CAMINO	
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	MUNICIPIO: SAN MATIAS	TRAMO: DE6+720 AL 07+132	FECHA: 05 / 09 / 02

PLANTA DEL CAMINO



2.6 Diagnóstico para mejoramiento del camino Quezaltepeque – San Matías.

A continuación se realiza el diagnóstico y se prioriza cada uno de los elementos que componen el camino Quezaltepeque – San Matías, de acuerdo a las condiciones actuales, asignando el atributo bueno, regular, malo correlativamente con una escala de puntaje del uno al diez como sigue:

Tabla No.1. Porcentaje para determinar el estado del camino Quezaltepeque - San Matías.

ATRIBUTO DEL CAMINO	PUNTAJE DE PRIORIZACION
Bueno	8 a 10
Regular	5 a 7
Malo	1 a 4

Esto para poder identificar localmente la necesidad de mantenimiento o reparación de los elementos del camino Quezaltepeque – San Matías.

2.6.1 Alineamiento Vertical

Los datos obtenidos del trabajo de campo y comparados con las Normas de Diseño para Caminos Rurales, de la Dirección General de Caminos, se tiene que: el alineamiento vertical cumple con los parámetros de tangentes y

pendientes necesarias para un adecuado funcionamiento, esto indica que cumple buenas condiciones, y se le atribuye calificación entre 8 y 10 puntos.

2.6.2 Alineamiento Horizontal.

Los valores en longitud de tangentes y radios de curvatura estos complementan las Normas de Diseño para Caminos Rurales (Ver cuadro N° 4) en el alineamiento horizontal y equilibrio entre seguridad y economía, se considera para aspectos de mejoramiento en su eje que se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento con una calificación entre 8 y 10 puntos.

2.6.3 Sección Transversal.

Los elementos que componen la sección transversal, ancho de rodaje, derecho de vía, bombeo, taludes, se encuentran bien conformadas en su estructura y dimensiones, por lo que no presenta problemas para su mejoramiento. Por tener del camino buenas condiciones de funcionamiento, se califica entre 8 a 10 puntos.

2.6.4 Tipos y calidad del suelo.

Los tipos de suelo que se encuentran en el camino son limos, arenas y su combinación, los cuales presentan buenas condiciones para el funcionamiento de la superficie de rodadura, por lo que se le atribuye entre 8 a 10 puntos.

2.6.5 Superficie de rodamiento.

Las condiciones de la superficie de rodadura son variables a lo largo del camino. Para un plan de mejoramiento se toma como prioridad la zona que mayor daño presente, esta se encuentra en el tramo entre los estacionamientos 0+483 y 1+288, su estado es malo en la superficie de rodadura; Así, le corresponde el atributo de 1 a 4 puntos.

2.6.6 Drenajes y Obras de paso.

Los drenajes son los que mayor problema presentan en el camino. Las cunetas están en mal estado por lo cual, su calificación es de 1 a 4 puntos. El bombeo se encuentra en estado regular con calificación de 5 a 7 puntos y las alcantarillas que presentan poca obstrucción por materiales erosionados, se considera en estado regular con calificación de 5 a 7 puntos.

Las obras de paso no presentan daños en su estructura, se encuentran en buenas condiciones, se califica entre 8 y 10 puntos.

2.6.7 Taludes.

Los taludes en el camino Quezaltepeque – San Matías se encuentran bien conformados, y tienen buenas condiciones; sus calificaciones entre 8 y 10 puntos.

A continuación se muestra el cuadro N° 14 con el estado y la priorización de

mantenimiento de los elementos del camino y el cuadro N° 15 sobre la comparación del diagnóstico de funcionamiento con el diagnóstico para mejoramiento. Por lo cual, al promediar los puntajes, estos resultan entre 8 a 10, de ahí que este camino se encuentre en estado bueno, de acuerdo con la tabla N° 1 .

Cuadro No 14. Cuadro resumen de priorización del mantenimiento por cada elemento del camino Quezaltepeque - San Matías.

Elemento del camino.	Estado.	Calificación.
Cunetas	Malo	1 _ 4
Superficie de rodadura	Malo	1 _ 4
Bombeo	Regular	5 _ 7
Alcantarillas	Regular	5 _ 7
Alineamiento vertical	Bueno	8 _ 10
Alineamiento horizontal	Bueno	8 _ 10
Sección transversal	Bueno	8 _ 10
Tipos y calidad del suelo	Bueno	8 _ 10
Obras de paso	Bueno	8 _ 10
Taludes	Bueno	8 _ 10
Drenaje superficial	Malo	1 _ 4
Intersección	Bueno	8 _ 10
Señales	Malo	1 _ 4
Soporte	Bueno	8 _ 10

CUADRO No. 15. COMPARACION ENTRE DIGNOSTICO DE FUNCIONAMIENTO Y DIAGNOSTICO PARA MEJORAMIENTO

DIAGNOSTICO COMPARATIVO	
DIAGNOSTICO DE FUNCIONAMIENTO	DIAGNOSTICO PARA MEJORAMIENTO
<p>ALINEAMIENTO VERTICAL. Promedio de tangentes de 71.01 m. con extremos de 17.94 m. y 544.57 m mínimo y máximo respectivamente. Pendientes entre 1% a 6% con pendiente maxima de 12.4%.</p>	<p>ALINEAMIENTO VERTICAL. Cumple Normas de Diseño para Caminos Rurales (Ver cuadro N° 4, tiene buenas condiciones, calificación de 8 a 10 puntos.</p>
<p>ALINEAMIENTO HORIZONTAL. Integrado por tangentes entre 9.15 m. y 391.61 m. con un promedio de 90.7 m., radio de curvatura promedio, 158 m. radios de curvatura entre 39.73 m. hasta 454.17 m. mínimo y máximo respectivamente.</p>	<p>ALINEAMIENTO HORIZONTAL. Se encuentra en buenas condiciones para un plan de mejoramiento y su calificaciones de 8 a 10 puntos.</p>
<p>SECCION TRANSVERSAL. Ancho de rodaje entre 5.0 m. y 10.8 m. con ancho promedio 6.57 m., anchos de derechos de via entre 9.2 m. y 18 m., bombeo entre 1.5% y 2.0 %, taludes con inclinación de 45° a 70° y altura 0.9 m. a 3.6 m.</p>	<p>SECCION TRANSVERSAL. Ancho de rodaje, derecho de vía, bombeo, taludes bien conformados, buenas condiciones de funcionamiento, calificación de 8 a 10 puntos.</p>
<p>TIPOS Y CALIDAD DEL SUELO. Se encuentran arenas, limos y su combinación a lo largo del camino, con estrato rocoso, basalto, en estacionamiento 3+223, capacidad de soporte relativamente consistente.</p>	<p>TIPOS Y CALIDAD DEL SUELO. Buenas condiciones para el funcionamiento de la superficie de rodadura, con una calificación entre 8 y 10 puntos.</p>
<p>SUPERFICIE DE RODADURA. Compuesta por la subrasante de tierra, arenas limosas y limos arenosos y un revestimiento de balastro a lo largo del camino, pendientes a veces muy suaves de 0.5% a 4%, desgaste por funcionamiento cotidiano, puntualmente 3 baches grandes de 10 m., 3.5 m. y 5 m. en estacionamientos 1+288, 2+576 y 5+152 respectivamente.</p>	<p>SUPERFICIE DE RODADURA. Malas condiciones específicamente entre estacionamientos 0+483 y 1+288 con una calificación de 1 a 4 puntos.</p>

CUADRO No. 15. COMPARACION ENTRE DIGNOSTICO DE FUNCIONAMIENTO Y DIAGNOSTICO PARA MEJORAMIENTO

DIAGNOSTICO COMPARATIVO	
DIAGNOSTICO DE FUNCIONAMIENTO	DIAGNOSTICO PARA MEJORAMIENTO
<p>DRENAJES. Compuesto por cunetas, principalmente, que descargan en rios y quebradas 3 alcantarillas entre estaciones 5+152 y 6+118, el camino sirve de cauce provocando surcos y cárcavas.</p>	<p>DRENAJES. Las cunetas se encuentran en malas condiciones, calificación de 1 a 4 puntos; El bombeo presenta regulares condiciones, calificación entre 5 y 7 puntos; y las alcantarillas en estado regular entre 5 y 7 puntos.</p>
<p>OBRAS DE PASO. Hay 3 principales, dos puentes de 9.7 m. x 6.4 m. y una bóveda de 15.9 m. de largo, 5.96 m. ancho y 11.5 m. alto.</p>	<p>OBRAS DE PASO. No presentan daños en su estructura, por lo que se encuentra en buenas condiciones, calificación de 8 a 10 puntos.</p>
<p>TALUDES. La mayoría de poca altura, con un máximo de 4.3 m. y bien conformados.</p>	<p>TALUDES. Buenas condiciones, calificación entre 8 y 10 puntos.</p>
<p>INTERSECCIONES De anchos variables, entre 5 m. y 20 m. comunican a varias colonias, caseríos y cantones.</p>	<p>INTERSECCIONES Buenas condiciones de funcionamiento, calificación entre 8 y 10 puntos.</p>
<p>SEÑALES Señalización mínima, sólo a la entrada y salida del camino, en el resto del interior del camino no existe señalización alguna.</p>	<p>SEÑALES Malas condiciones de funcionamiento, calificación entre 1 y 4 puntos.</p>
<p>SOPORTE Predomina el suelo limo-arenoso, sin embargo, la capa de revestimiento de la superficie de rodadura se erosiona fácilmente, también el nivel freático ocasiona dificultades en zonas donde hay presencia de arcilla. En términos generales el camino se encuentra capaz de soportar las cargas producidas por el tránsito</p>	<p>SOPORTE El camino se encuentra en regulares condiciones de funcionamiento para soportar las cargas producidas por el tránsito, calificación entre 5 y 7 puntos.</p>

2.7 Aplicación de los criterios para Caminos Rurales Sostenibles a partir del diagnóstico existente y diagnóstico para mejoramiento.

Los criterios siguientes se basan en las condiciones que presentan los elementos del camino Quezaltepeque- San Matías, así como los aspectos económicos involucrados de manera general en un plan de mejoramiento y mantenimiento para caminos rurales sostenibles.

➤ Alineamiento vertical.

La pendiente máxima de 12.4% mayor que 8% (ver cuadro N° 7), que posee el alineamiento vertical no cumple con las Normas de Diseño para Caminos Rurales, esta es una excepción, ya que el camino cumple con los parámetros para tangentes y pendientes establecidos en dichas normas.

➤ Alineamiento horizontal.

Los valores en tangentes y radios de curvatura (ver cuadro N° 8) del alineamiento horizontal no representan un problema para el funcionamiento del camino Quezaltepeque- San Matías, por lo que cumplen con los parámetros establecidos en las Normas de Diseño para Caminos Rurales del Ministerio de Obras Públicas.

➤ Sección transversal.

Los parámetros de diseño de los elementos que componen la sección transversal cumplen con la Norma de Diseño para Caminos Rurales, en lo que se refiere a ancho de rodaje, derecho de vía, y taludes y presentando un buen funcionamiento para beneficio del usuario.

➤ Tipos y calidad del suelo.

Tomando en cuenta los tipos de suelos que se encuentran en el camino Quezaltepeque- San Matías, limos, arenas y combinación; su capacidad de soporte es relativamente consistente, para soportar las cargas de los vehículos que utilizan el camino.

➤ Superficie de rodadura.

La superficie de rodadura presenta condiciones variables, que pueden ser superficies en buenas condiciones, zonas con abundantes baches, pérdida de balastro, y zonas donde el balastro no existe; por lo que se puede deducir que la superficie de rodadura es uno de los elementos con mayor daño en el camino Quezaltepeque- San Matías.

➤ Drenajes.

El drenaje superficial es el que mayor problema causa al camino, ya que en toda su longitud presenta mal estado, cunetas inexistentes y las que existen

presentan malas condiciones de funcionamiento, pendiente del bombeo abajo del 3%, por lo que producen un daño a la superficie del camino.

➤ Obras de paso.

Las 3 principales obras de paso que se encuentran en el camino Quezaltepeque- San Matías, no presentan daños en su estructura, aunque por efecto de la erosión provocada por la lluvia, se observa sedimentos que obstruyen el libre paso del agua.

➤ Taludes.

Las alturas, pendientes, y material de los taludes son adecuados para el buen funcionamiento del camino, pero estos presentan superficies que no están protegidas contra la erosión e infiltración del agua que llega a ellos a través de la lluvia; en general no representa un problema significativo para el camino.

2.8 CONCLUSIONES

Los parámetros que definen las características geométricas del camino Quezaltepeque-San Matías cumplen de manera general con las normas de diseño establecidos en el cuadro No. 4, esto indica que el camino desde el punto de vista geométrico satisface las condiciones mínimas de servicio, esto se deja establecido al otorgarle la calificación oscilante de 8 a 10 puntos. Esto significa que las técnicas de mejoramiento del alineamiento vertical y horizontal del camino Quezaltepeque-Sn. Matías no serán los mayormente involucrados en la formulación del plan de mantenimiento de ese camino en especial.

Las condiciones de los materiales de la base del camino Quezaltepeque – Sn. Matías son lo suficientemente consistentes para el soporte del camino, y de alguna manera vuelve innecesario la estabilización de esta o la restitución de la misma por otro material, pero esta característica favorable se combina con un inconveniente, las deplorables condiciones de la superficie de rodadura que si se encuentra urgida de un tratamiento que corrija estas condiciones.

La evacuación del caudal de escorrentía pluvial es completamente ineficiente, comenzando desde la conformación inadecuada del bombeo en la sección transversal, con valores menores a lo mínimo requerido por las normas de diseño (3%), que se encuentra íntimamente ligado con el deterioro de la

superficie de rodadura por los empozamientos que produce; hasta del casi extinto sistema de drenaje lateral; esto, por falta de cunetas de sección regular y de construcción resistente al desgaste provocado por el paso del agua lluvia. Es importante el estudio de las causas de este fenómeno para que sea enfocado con énfasis en la formulación del plan de mejoramiento de las condiciones del camino.

A pesar que los taludes encontrados a lo largo del camino no están debidamente estabilizados, para mitigar los resultados manifestados en derrumbes a raíz de los efectos de la erosión y lixiviación de los materiales que los conforman, no representan un riesgo latente, para la seguridad del usuario del camino, esto por que la consolidación y características de los suelos constituyentes de estos taludes evidencian suficiente estabilidad ante las inclemencias del clima; pero para cumplir con la sostenibilidad de las buenas condiciones del camino será necesario involucrar en el plan de mejoramiento acciones correspondientes al mejoramiento de los taludes aunque con menos énfasis.

CUADRO ANEXO
AL CAPITULO II

CUADRO No. 16. INDICADORES PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS CAMINOS RURALES.

ACTIVIDAD	DIAGNOSTICO REAL	CAMINOS RURALES REQUISITOS DE D.G.C./ M.O.P.	PARAMETROS EXISTENTES	FUNCIONAMIENTO	CRITERIO DE CAMINO RURAL SOSTENIBLE	INDICADOR DE CONTROL *
Inspeccion del eje a lo largo del tramo						
Tangentes, pendientes	Se encuentran dentro de los parámetros establecidos por las Normas de Diseño para Caminos Rurales.	6% a 8%	Tangentes entre 17.94m y 544.57m Pendientes entre 1% a 6%.	Posee un buen funcionamiento.	Control de tangentes y pendientes sin modificarlas.	1
Curvas circulares	Los radios de curvatura no representan problema para el camino en toda su longitud.	53 m < R < 67m	Radios de curvatura entre 39.73m a 454.17m.	Su funcionamiento es muy bueno.	No necesita modificación de curvas.	1
Curvas parabólicas	Los valores de distancia de visibilidad se encuentran dentro del rango, pero con algunos valores mayores y menores.	60m < Dv < 90m	40.1 < Dv < 156.36	Posee un regular funcionamiento.	No requiere modificación.	0.7
Inspeccion de la sección transversal						
Superficie de rodadura	Diversos tramos en condiciones de desgaste, existencia de baches de gran magnitud.	Revestida	Malas condiciones de superficie de rodadura, baches, erosión de laterales.	Mal funcionamiento.	Necesita modificación.	0.4
Bombeos laterales	El bombeo del camino no cumple con el parametro para camino rural.	3%	Bombeo entre 1.5% y 2%.	Regulares condiciones de funcionamiento.	Reconformación del bombeo.	0.6
Drenaje menor, cunetas y tuberías	Cunetas en mal estado en todo el camino, tuberías en regular estado.	Cunetas en buen estado y tubería con $\varnothing > 30"$	Cunetas en mal estado, tuberías con $\varnothing 24"$, $30"$ y $48"$.	Malas condiciones de funcionamiento.	Existencia de un sistema de drenaje.	0.4
Drenaje mayor	Las obras de paso no presentan daños en su estructura.		Obras de paso en buen estado.	Buena condición		1

* El valor del indicador de control es la cuantificación de los parámetros establecidos por el M.O.P. y parámetros existentes en el camino Quezaltepeque- San Matías. El indicador esta entre 0.1 a 1.0

CUADRO No.16. INDICADORES PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS CAMINOS RURALES.

ACTIVIDAD	DIAGNOSTICO REAL	CAMINOS RURALES REQUISITOS DE D.G.C/ M.O.P	PARAMETROS EXISTENTES	FUNCIONAMIENTO	CRITERIO DE CAMINO RURAL SOSTENIBLE	INDICADOR DE CONTROL *
Taludes	No existen riesgo de inestabilidad de taludes, ya que la mayor altura es de 4.3 m.	1 a 1 1 a 2 1 a 4	Taludes con inclinación típica de 1 a 0.3, 1 a 0.6, 1 a 1, 1 a 1.7 y 1 a 2.7.	Buenas condiciones de funcionamiento.	No requiere reconformación.	1
Derechos de vía	Se encuentran ocupados por viviendas, así como por linderos de terrenos agrícolas.	15m	Derechos de vía entre 9.2 m y 18 m.	Regulares condiciones	Necesita modificación.	0.75
Anchos o límites	Los anchos del camino son variables, aunque dentro de los parámetros establecidos.	a > 5m	Ancho de rodaje entre 5m y 10.8m	Se encuentra en buena condición de funcionamiento	No necesita modificación.	1
Intersecciones mayores y menores						
Entronque o Derivación	Anchos de entronques variables	a > 5m.	Ancho de entronques entre 5m. y 20 m.	Condiciones regulares de funcionamiento	Modificación donde sea requerida	0.75
Tráfico vehicular: conteos						
Vehículo liviano de pasajeros			65		88	0.75

* El valor del indicador de control es la cuantificación de los parámetros establecidos por el MOP y parámetros existentes en el camino Quezaltepeque - San Matías.

CUADRO No. 16. INDICADORES PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS CAMINOS RURALES.

ACTIVIDAD	DIAGNOSTICO REAL	CAMINOS RURALES REQUISITOS DE D.G.C/ M.O.P	PARAMETROS EXISTENTES	FUNCIONAMIENTO	CRITERIO DE CAMINO RURAL SOSTENIBLE	INDICADOR DE CONTROL *
Vehículo liviano de carga			360		490	0.75
Vehículo pesado de pasajeros			49		73	0.6
Vehículo pesado de carga			139		161	0.8
Señalización vial vertical	No posee señalización en todo el camino.	Existencia de señalización.		Mala condición de funcionamiento	Requiere adecuada señalización vertical.	0.1
Señalización vial horizontal	Inexistencia de señalización horizontal.	Existencia de señalización.		Mala condición de funcionamiento	Requiere adecuada Señalización horizontal.	0.1
Entrevistas directas no estructuradas	el camino se encuentra en estado regular.			Funcionamiento regular.	Apto para camino rural sostenible.	0.7
INDICADOR DEL CAMINO						0.69

* El valor del indicador de control es la cuantificación de los parametros establecidos por el M.O.P. y los parametros existentes en el camino Quezaltepeque- San Matías.

CAPITULO III

PROPUESTA DE TECNICAS PARA EL

MEJORAMIENTO DE CAMINOS RURALES

SOSTENIBLES.

3.1 INTRODUCCIÓN.

El mejoramiento y mantenimiento de los caminos, debe realizarse a través de un conjunto de técnicas y procedimientos que permitan lograr el funcionamiento adecuado de cada uno de los elementos que componen el camino rural.

Este capítulo detalla las técnicas de mantenimiento de caminos rurales; mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo. Se resumen los procedimientos que se aplican, el personal idóneo para efectuar cada actividad, Las herramientas y maquinaria a utilizar, así como la forma de medición de la actividad y la forma de pago. Además se presentan ilustraciones de los procedimientos; cada uno en forma tabulada de acuerdo a la categoría de mantenimiento requerida, ver anexos al capítulo III.

3.2 Clasificación del mantenimiento de caminos.

Los trabajos que se hacen para mantenimiento de caminos rurales son dos :
Mejoramiento y Mantenimiento.

-Mejoramiento: Consiste en recuperar las características geométricas y estructurales de una vía existente, en capacidad y nivel de servicio. Incluye construcción de tramos cortos de alineamientos nuevos, necesarios para mejorar las condiciones geométricas de la vía. Estos trabajos comprenden construcciones menores en los elementos que comprenden el camino. Sin embargo, pueden aparecer, sobre lo existente, propuestas con nuevos trazos y nueva tecnología a aplicar con el mismo propósito que esto implica, dentro de la modernización y / o actualización con fines futuristas y para el desarrollo.

-Mantenimiento: es la preservación y cuidado de los derechos de vía, anchuras de cualquier tipo de pavimento, estructura, dispositivos de seguridad, ornato, iluminación y cualquier otra factibilidad vial, de tal forma que esta conserve las características geométricas y estructurales especificadas en el diseño y construcción originales.

Se entiende también como mantenimiento, las labores especiales o de emergencia requeridas por accidentes, tormentas, derrumbes u otras condiciones no usuales o imprevistas sobre la vía. Otras contingenciales pueden tener lugar según los programas del estado o gobierno en turno en torno a necesidades demandadas o proyectos colaterales en realización, complemento a otros proyectos y cada cierto periodo con carácter político.

La clasificación del mantenimiento que propone este estudio, está fundamentada en el tipo de camino rural A y B, de acuerdo a frecuencia de mantenimiento y grado de deterioro que presente la vía.

Clasificación del mantenimiento de acuerdo a su tipo.

Existen dos tipos de mantenimiento que tratan de evitar daños mayores que exijan rehabilitar la vía posteriormente, estos son: Mantenimiento correctivo y Mantenimiento preventivo

3.3 Mantenimiento Preventivo:

Este se anticipa al deterioro de las características estructurales del camino, manteniendo su serviciabilidad original. Este es un proceso continuo de trabajo que tiene su génesis desde que se inicia la construcción del camino y se ejecuta durante la vida de servicio de la vía. Puede decirse que el mantenimiento preventivo se inicia en la fase de diseño, estableciendo normas de construcción adaptadas a la topografía y geología natural, resolviendo adecuadamente los problemas de drenaje y especificando materiales con sistemas de trabajo que aseguren la calidad de la obra.

3.3.1 Técnicas, Métodos y Especificaciones para cada elemento del camino.

A continuación se describen las diferentes técnicas para mantenimiento preventivo de los elementos que componen un camino rural, además se hace

referencia a los componentes del camino Quezaltepeque - San Matías, a manera de dar una solución a las condiciones que presentan cada uno de ellos.

3.3.1.1 Estabilización de taludes.

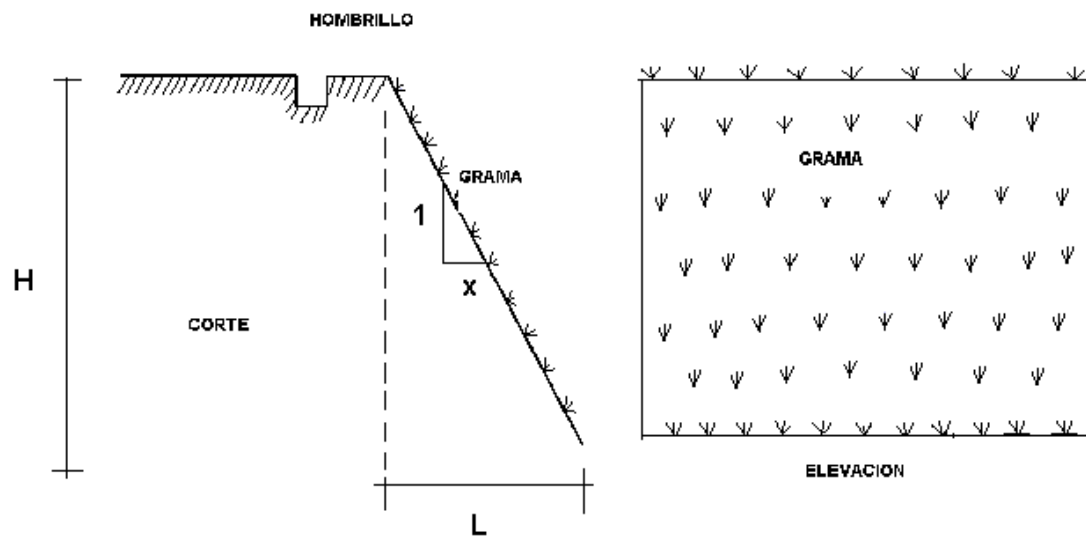
El mantenimiento preventivo de taludes: evita que derrumbes y deslizamientos bloqueen los caminos; es necesario, que durante la época seca se realice mantenimiento rutinario, protección de laderas y taludes ya sea reforestando, colocando mallas para evitar desprendimientos, o ademados con mortero lanzado reforzado con malla, para evitar la erosión; se trata de prevenir erosión, y / o desprendimiento o deslizamientos de tierra.

En lugares donde el grado de vulnerabilidad, por deslizamiento, es alto, se diseñan y construyen obras preventivas o de mitigación; se registran los sitios donde se presentan problemas por inestabilidad de taludes, para realizar con efectividad la remoción de derrumbes (ver formularios RUT –25 y RUT – 26) y estabilización de taludes.

Los materiales que se utilizan en la estabilización de taludes son : suelo selecto o suelo sano , semillas de grama, grama en bloques o grama en guías, cemento, grava, arena y agua. Para la estabilización y conservación de taludes de relleno, se realiza un sondeo¹² en el lugar donde se produce el cambio de pendientes entre la superficie del camino y el talud de relleno, sin que este

¹² Exploración superficial del suelo, hecha con posteadora manual o con la prueba de penetración estándar. ASTM D – 1586.

procedimiento llegue a desestabilizar el talud. Se agregará suelo sano en las zonas donde se encuentren socavaciones, para dejar un talud uniforme en toda el área a estabilizar. Se protege el suelo del talud sembrando la superficie con vegetación existente y que se acomode al lugar, debiendo ser plantas de escasa altura, de preferencia grama, ya que esta al crecer provee un colchón protector, con raíces relativamente profundas, que controlan la velocidad de infiltración de agua al cuerpo del talud y que a su vez sirve de dissipador de energía al agua que fluye superficialmente por el mismo, como lo indica la figura N° 13. (ver formularios PER 19, 20 y 21)



a) Perfil del talud estabilizado.

b) Frente del talud vegetado.

Figura No. 13. Talud en relleno.

Al realizar la siembra de grama: humedecer con agua el suelo del talud, colocar bloques de grama de 30 x 30 cm² c/u, estacados y espaciados entre ellos tanto en altura como en longitud (ver figura N° 14). Posterior a la siembra hay que conservar el riego de agua, por lo menos en cinco ocasiones aplicadas en días alternos; es recomendable que esta actividad se realice en la época de finalización del verano.

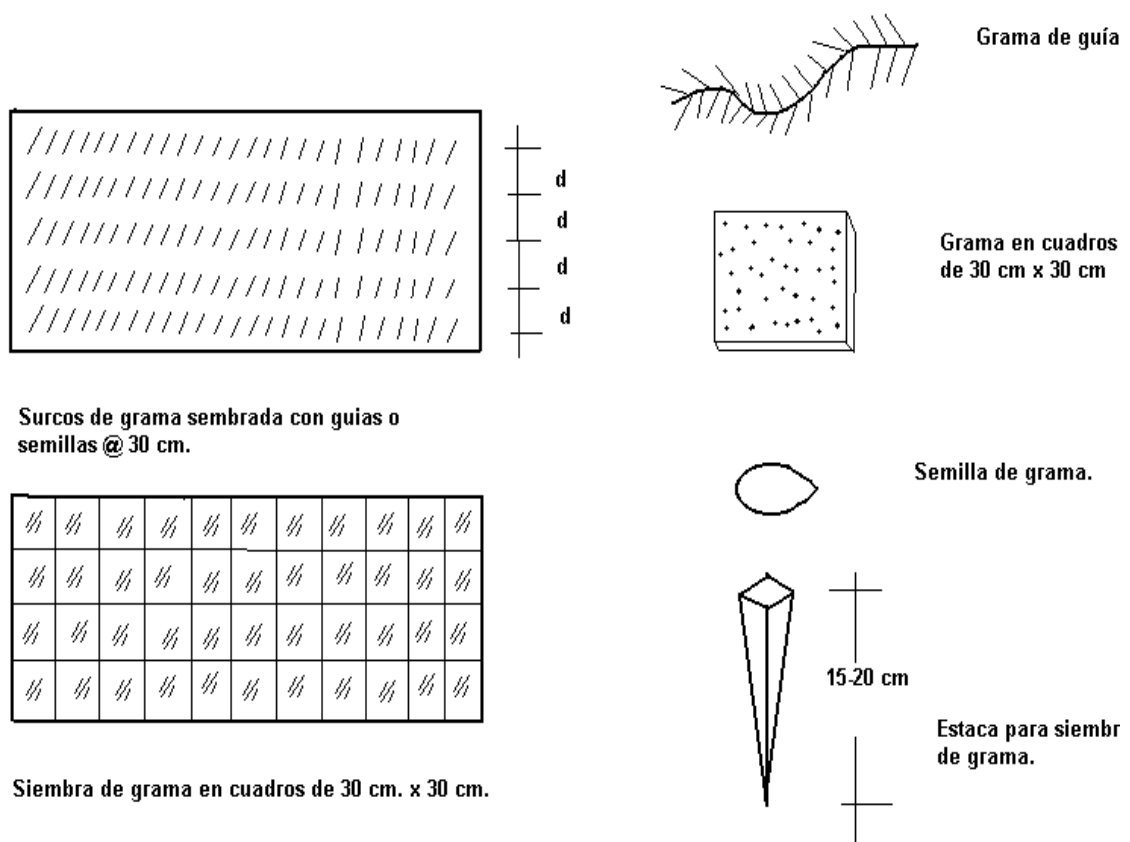


Figura N° 14. Colocación de bloques de grama.

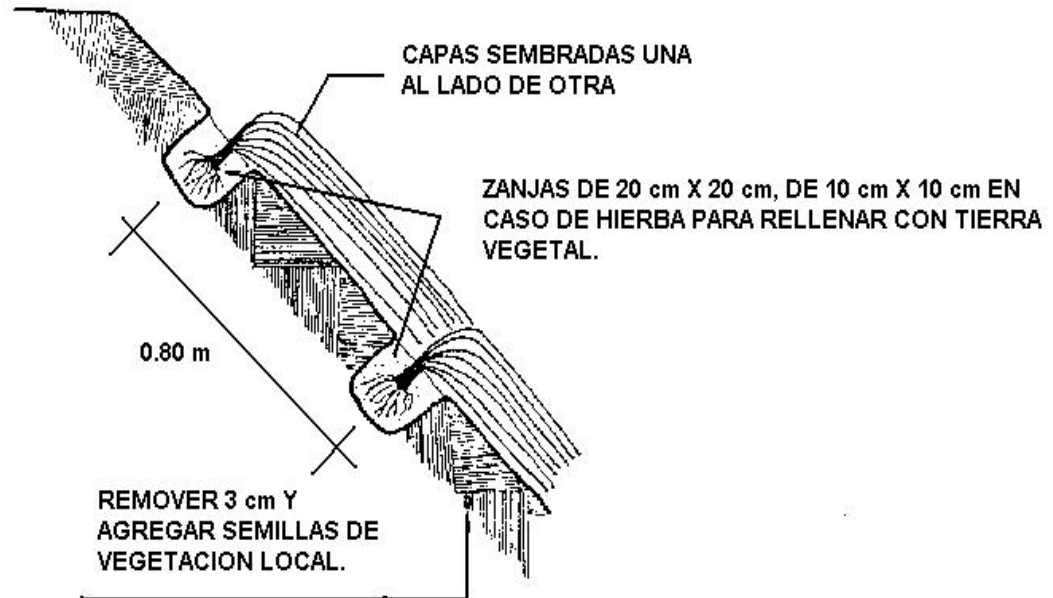
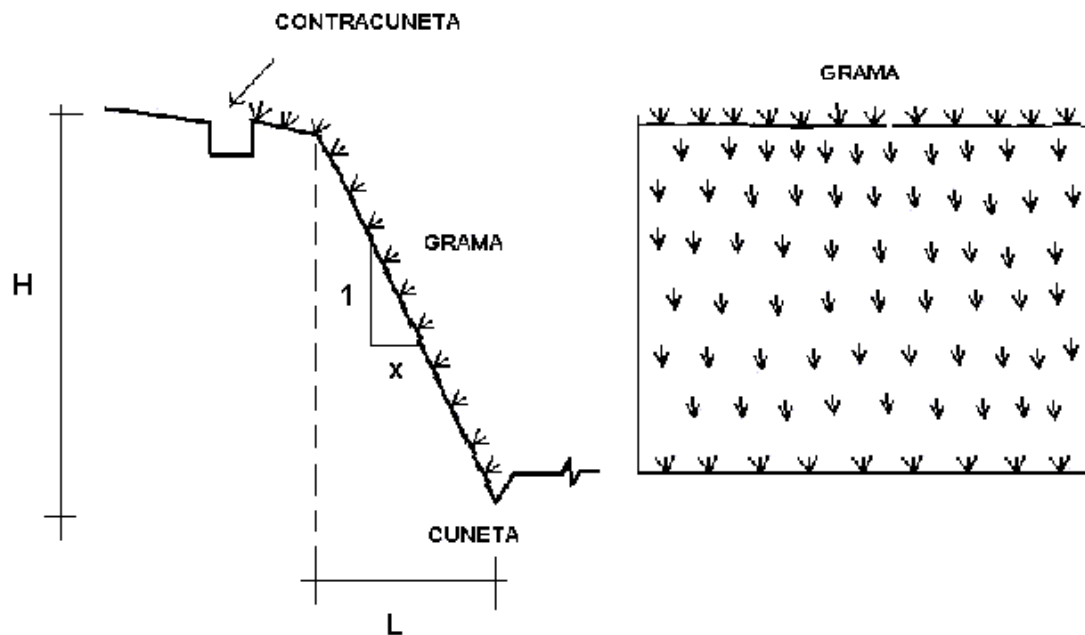


Figura N° 14. Colocación de bloques de grama.

Si se trata de taludes en corte (ver figura N° 15), lo más conveniente es sembrar grama entre la contracuneta y el corte propiamente dicho, distanciadas treinta centímetros entre guías como máximo, y con la dirección hacia el talud. Este tipo de grama es progresiva, en poco tiempo se tendrán los taludes totalmente cubiertos. Cuando se necesita un recubrimiento¹³ rápido se puede acelerar, sembrando en la cara del talud matas de gramas.

¹³ Un saco de grama para siembra de protección puede alcanzar para cubrir 35 a 38 m² de área; la siembra se paga por día o por saco.



a) Corte de talud.

b) Frente de talud.

Figura N° 15. Talud en corte.

La medición de esta actividad será por metro cuadrado en área de talud engramado, medido en forma inclinada, el pago por esta actividad involucrará los materiales, equipo, mano de obra, extracción, transporte, colocación, nivelación de los bloques de grama, estacado, riego por el periodo especificado, herramientas y reparación de trabajos defectuosos. El mantenimiento de taludes, es realizado periódicamente para evitar daños mayores, y por consiguiente trabajos con gran utilización de recursos.

Los taludes que se encuentran en el camino Quezaltepeque – San Matías, prácticamente no requieren un tratamiento, ya que no representan riesgos para el funcionamiento del camino.

3.3.1.2 Tratamientos de obras de paso.

La actividad consiste en la limpieza de todos los materiales, ya sean arenas, rocas o cualquier tipo de suelo, que se haya depositado por efecto de sedimentación en la zona adyacente a las pilastras y estribos de la estructura, así como la remoción de troncos, maleza y cualquier basura que no permita el libre flujo del agua (ver formulario PER – 24). Los materiales removidos en esta zona se extraen y se transportan a sitios donde no constituyan peligro de depositarse en el cauce limpiado.

Conservación de puentes, la estructura ha sido originalmente construida siguiendo todos los lineamientos técnicos de ingeniería, recomendados, para asegurar el adecuado funcionamiento de obras de esta naturaleza y la durabilidad que de ellas se espera. Las actividades aquí especificadas están dirigidas únicamente a cumplir con las labores menores de mantenimiento y reparaciones (ver formularios RUT – 20 y RUT – 21) necesarias para que la obra siga prestando servicio normalmente, sin que esta llegue a requerir trabajos que puedan considerarse como obra de reconstrucción.

Las actividades son las siguientes: reconstrucción de barandas (formulario RUT – 16), reparación de daños en elementos de puente debido a la corrosión del hierro, sello de juntas de construcción, reparación de entrada al puente, pintura en puentes metálicos (formulario PER – 16).

Reconstrucción de barandales de puentes.

Esta actividad consiste en la reconstrucción parcial o total de aquellas secciones de barandales de concreto reforzado del puente que hayan sido dañados por efecto de golpes o impacto de vehículos u otras circunstancias que pongan en peligro la seguridad de los usuarios. Los materiales requeridos para la ejecución de esta actividad serán madera, clavos, grava, arena, cemento, hierro, agua y pintura.

Una vez identificadas y señaladas la sección de barandal a reconstruir, se procederá a demoler completamente todos los elementos de tal sección. En este proceso de demolición debe conservarse la longitud suficiente de hierro para hacer él traslape necesario con las secciones adyacentes a fin de asegurar la unión y empalmes adecuados entre ambas. Los materiales de desperdicio resultantes de esta operación se removerán a sitios convenientes, autorizados por el ingeniero.

Se procederá enseguida a la reconstrucción de los elementos del barandal apegándose a todas las características del diseño original, estructural y arquitectónico, debiendo para ello tomar las previsiones necesarias que den un barandal de semejanza absoluta al construido originalmente. Las labores implicadas en la ejecución de la operación de reconstrucción son encofrado de los elementos, armado del hierro de refuerzo; fabricación, colado y curado del concreto así como el desencofrado; pulido y pintado de los elementos de la sección reconstruida. La fabricación del concreto debe hacerse en una zona

fuera del área de la losa del puente. Sólo se podrá considerar como finalizada esta actividad cuando se haya realizado la limpieza final de la zona de trabajo. Esta actividad será pagada al precio unitario de contrato por metro lineal de barandal reconstruido, pago que constituirá, la plena compensación por la demolición, la reconstrucción, el pulido y el pintado de los elementos de la sección del barandal; en general, incluirá el costo de todos los materiales, mano de obra, equipo, herramientas, señalización y demás imprevistos necesarios para la completa ejecución de este trabajo.

Reparación de daños en elementos de puente debido a la corrosión del hierro de refuerzo.

Este trabajo consistirá en la demolición por picado de cualquier elemento de concreto armado que forme parte de la estructura del puente (ver formulario PER – 13) y que los materiales hayan sufrido daños debidos a la penetración del agua a través de fisuras, al extremo de haber comenzado el proceso de corrosión en el hierro de refuerzo. Este trabajo debe ser efectuado antes que la corrosión del hierro ponga en peligro a la estructura o a cada elemento.

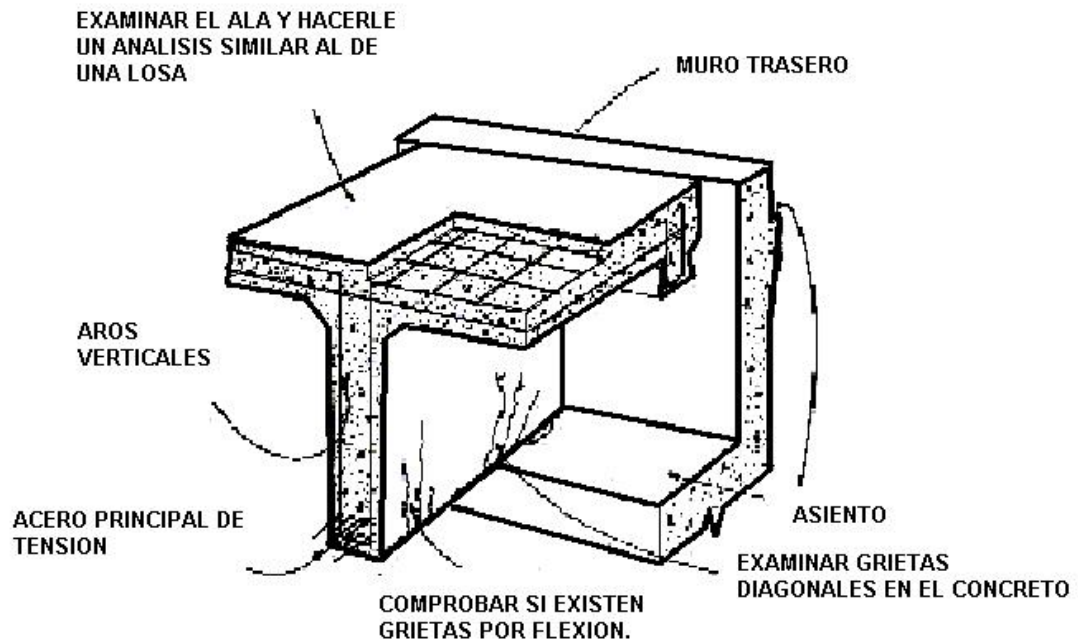


Figura N° 16. Fisuras en elementos del puente.

En las zonas en donde se aprecien fisuras previamente definidas por el Supervisor, se procede a picar el elemento, con herramientas totalmente manuales, demoliendo el concreto deteriorado en la zona donde el hierro muestre evidencias de corrosión.

La demolición se hará descubriendo todo el perímetro de las varillas que muestren el proceso de corrosión y se extenderá por lo menos cuatro

centímetros alrededor de ella con el objeto de permitir un espacio mínimo adecuado para poder realizar su completa y adecuada limpieza.

El hierro de refuerzo se limpia perfectamente eliminando toda señal de oxidación, corrosión o vestigios del óxido que recubran la varilla. Esta operación podrá ejecutarse mediante el uso de diferentes herramientas ya sean de operación manual tales como cepillos metálicos, o equipo eléctrico o neumático tales como cepillos rotativos de acero, chorro de arena o agua aplicados a presión.

Completada la limpieza y con el propósito de proteger la varilla, se procederá a la aplicación de un convertidor de óxido, la protección del hierro debe completarse mediante la aplicación de una pintura epoxipoliámidica (tipo COLAM SOL de Sika o similar), todo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del producto a aplicar.

Antes de aplicar la pintura protectora de la varilla de refuerzo, el Ingeniero procederá a medir calibrando las secciones de la misma; en el caso que la pérdida de la sección en la varilla sea superior al veinte por ciento del área nominal, se procederá a reforzar el elemento con el objeto de reintegrar el refuerzo perdido por daños sobre esta, este refuerzo se hará mediante colocación de varillas adicionales en esas zonas cuya sección complete la sección de la varilla originalmente existente, traslapándolas con las varillas que se encuentren trabajando correctamente.

El área picada y demolida debe ser limpiada completamente eliminando todo el polvo suelto lavando con agua y permitiendo que la misma se seque completamente si es necesario con aire. Efectuada ésta limpieza, proceder a aplicar una capa de adherencia entre el concreto viejo y el concreto fresco con el cual se reemplazará el volumen demolido, esta capa de adherencia consistirá en un producto de resina epóxica; el concreto fresco que se vacía en la zona de reparación tendrá una granulometría adaptada a los espesores y/o a la separación de las varillas, el ingeniero controlará específicamente esta situación y exigirá la aplicación de un correcto vibrado del concreto fresco.

Para los casos en los cuales la separación entre las varillas de refuerzo hagan imposible el correcto colado del concreto y cuando estos elementos no estén sujetos a desgaste, descartar el relleno de concreto convencional; utilizar mortero modificado basándose en resinas, en razón de las propiedades inherentes a un mortero de este tipo; el mismo podrá aplicarse en espesores considerables en elementos sin necesidad de utilizar encofrados.

Los trabajos ejecutados bajo este concepto, se medirán en metros cuadrados de área reparada cuando se trate de losas de tablero de puente, o en metros lineales de reparación cuando se trate de cualquier otro elemento. El pago de este concepto se hará al precio unitario de contrato por la unidad de reparación previamente definida, recibida a satisfacción; tal pago será la compensación plena por todos los costos involucrados en materiales, equipo, mano de obra necesaria en la demolición del concreto, limpieza y protección del hierro de

refuerzo, incremento del hierro de refuerzo, limpieza del área, previa al vaciado del concreto, suministro y colocación del concreto fresco, suministro de aditivos químicos, herramientas, señalamiento y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de esta actividad.

Pintura en puentes metálicos.

Esta actividad consiste en la eliminación de todo óxido y mancha de todos aquellos elementos metálicos que componen la armadura del puente, hasta la obtención de superficies completamente limpias y la posterior aplicación de una o varias capas de protección con pintura, con el objeto de evitar la corrosión y por consiguiente el deterioro de esos elementos. (Ver formulario PER – 16)

Este trabajo debe efectuarse en circunstancias en que los elementos conserven su capacidad estructural, es decir, que no hayan sido corroídos extremadamente por el óxido.

Los materiales necesarios para la ejecución de esta actividad son arena, agua, pintura a base de plomo y pintura a base de aluminio.

Durante la ejecución de esta actividad, se debe proveer la señalización del tipo preventiva y reglamentaria necesaria para brindar seguridad a los usuarios. La cantidad de señales estará en función de las fuentes de trabajo desplegadas diariamente a lo largo de la vía y las características de las mismas deben corresponder a las indicadas en las especificaciones de señalamiento correspondientes.

Una vez se haya identificado y señalado todos aquellos elementos donde la pintura haya desaparecido o presente discontinuidades, se debe limpiar profundamente utilizando cepillos de acero o preferiblemente con equipo neumático de aplicación de arena a presión o hidrolavado, debiendo incluirse en esta operación las tareas de limpieza de todas las superficies donde pueda haber acumulación de tierra u otros materiales que se adhieren a las piezas metálicas y puedan retener humedad, hasta obtener superficies totalmente limpias y libres de cualquier mancha, permitiendo posteriormente un completo secado de todos los elementos.

Posteriormente, a las partes preparadas, aplicar dos capas de antióxido o convertidor de corrosión a base de plomo, la primera café y la segunda roja con el propósito de diferenciarlas y poder realizar un eficiente control de ambas. Finalmente se aplica una capa de pintura protectora a base de aluminio en todos los elementos de la estructura, la cual prevendrá la agresividad del óxido; además mejora la apariencia estética del puente. Cada capa del tratamiento debe ejecutarse hasta que la anterior esté perfectamente seca.

La pintura podrá aplicarse a mano (Ver formulario PER – 16), debiendo prestar atención a la parte superior de las alas de perfiles estructurales a las zonas encerradas de uniones, hendiduras, etc. en las que la aplicación de la misma requerirá el uso de equipo neumático a presión cuyas boquillas produzcan una perfecta atomización de la pintura, de tal forma que penetre hasta las partes inaccesibles a las brochas y rodillos.

El pago de este concepto se hará al precio unitario de contrato por galón de pintura aplicada y recibida a satisfacción, tal pago será la compensación plena por todos los costos involucrados en los materiales, equipo, mano de obra necesaria en la limpieza de los elementos, por el suministro y colocación de las dos manos de tratamiento a base de plomo en los elementos que lo requieran y de una mano de pintura a base de aluminio y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de esta actividad.

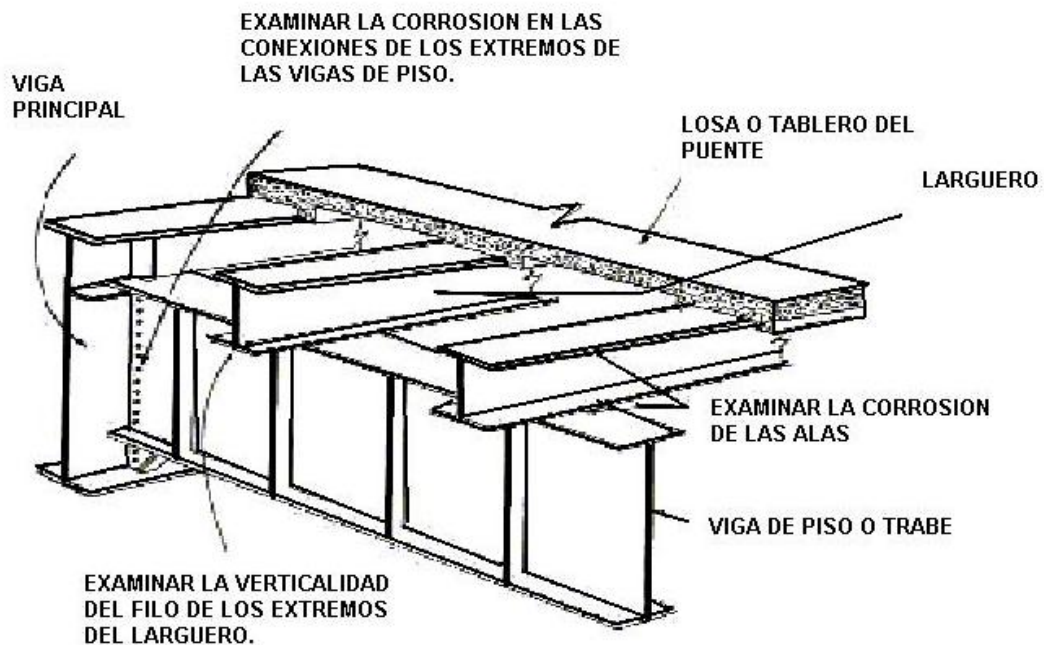


Figura N° 17. Puente metálico.

Conservación de juntas de construcción.

Esta actividad consiste en la reparación y sello de las juntas de construcción de la losa del puente que se han deteriorado por efecto del intemperismo o de la acción de las cargas sobre la losa del tablero.

Los materiales requeridos para la ejecución de las labores involucradas en esta actividad serán asfalto rebajado de curado rápido (RC-250 ó su equivalente) y arena triturada o natural, de granos densos, limpios y duros, libre de terrones de arcilla y de cualquier material que pueda impedir la adhesión de éstos con el asfalto, ambos materiales deben reunir los requisitos establecidos en la sección de materiales del Manual Centroamericano de Especificaciones para la Construcción de Carreteras y Puentes Regionales de la Secretaria de Integración Económica Centroamericana (SIECA).

Para la ejecución de este trabajo, se procede a retirar los restos de cualquier material que se encuentre depositado en el espacio comprendido entre cada una de las secciones de la losa, esta limpieza se realiza utilizando cepillos, equipo neumático o agua a presión, o con cualquier herramienta manual o mecánica que permita obtener la limpieza total de la junta hasta el nivel inferior de la misma.

Posteriormente se procede a rellenar el espacio de la junta con mortero bituminoso resultante de la mezcla de asfalto rebajado de curado rápido (RC - 250) con arena fina, y utilizando reglillas o cualquier otro método aprobado. Densificar el mortero desde el nivel inferior de la junta hasta que todo el espacio

se encuentre completamente lleno y no haya evidencia de la existencia de oquedades, ratoneras y panales de abeja, llevándolo hasta el nivel superior de la junta donde se enrasará. No se permitirá un trabajo en el que la junta terminada presente protuberancias o depresiones.

La mezcla, para fabricación de este mortero, se preparará en una zona fuera de la superficie del puente y de la carretera, dosificada en la proporción que ofrezca la mejor consistencia, la cual será aprobada por el ingeniero.

Terminadas las operaciones de la actividad descrita se procede a limpiar la zona de trabajo, eliminando cualquier residuo suelto como producto de las labores.

El pago de este concepto se hará al precio unitario de contrato por metro lineal de junta sellada y recibida a satisfacción. El pago será la compensación plena por todos los costos involucrados en los materiales, equipo, mano de obra necesaria en la limpieza de la junta, por el suministro y colocación, densificación y enrasamiento del mortero asfáltico en el espacio de la junta, herramientas, señalamiento, limpieza final y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de esta actividad.

Reparación de acceso al puente.

Este consiste en la reparación mediante el relleno, con un concreto asfáltico, en los asentamientos que con alguna regularidad suelen ocurrir en la zona de transición entre el relleno retenido por el muro del estribo y la losa del puente. El

ingeniero procede a indicar el área de trabajo que requerirá de la ejecución de esta actividad, para ello se auxiliará de uso de una cuerda con la cual definirá los límites transversales y longitudinales, en los cuales el trabajo debe ser ejecutado.

Realizar una limpieza de la zona a trabajar retirando en esta labor todo material suelto que impida la correcta adherencia entre la superficie asfáltica existente y el nuevo concreto.

Posteriormente aplicar un riego de liga con asfalto del tipo RC-250 ó el que reúna las características especificadas según la designación ASTM D-2028, en una razón de riego comprendida entre 0.20 y 0.40 galones por metro cuadrado.

Una hora después de haber aplicado el riego de liga o cuando se estime que los solventes se hayan evaporado completamente, se debe comenzar a colocar el concreto asfáltico extendiéndolo hasta los niveles y límites definidos previamente con rastrillos manuales en capas uniformes de espesor proporcional a la capacidad del equipo de compactación disponible.

Completada esta operación se procederá a revisar los niveles, nuevamente, utilizando la cuerda y verificando que el nivel de la carretera mantenga su continuidad hasta el acceso al puente, corrigiendo cualquier depresión o abultamiento que pudiera haber quedado y que constituya una fuente de incomodidad para los usuarios.

Finalizadas las labores de reparación se realiza la limpieza necesaria a fin de eliminar todo material sobrante o basura que haya quedado en el área de trabajo resultante de la ejecución de las operaciones propias de la actividad.

Esta actividad se medirá por metro Cúbico de concreto asfáltico colocado en el área de aproximación reparada y aceptada. El pago de este concepto se hará al precio unitario de contrato por metro cúbico de concreto asfáltico colocado en el área de aproximación reparada y recibida a satisfacción. El pago será la compensación plena por todos los costos involucrados en los materiales, equipo, mano de obra necesaria en la limpieza de la zona de trabajo, por el suministro, colocación, nivelación y compactación del concreto asfáltico, herramientas, señalización, limpieza final, reparación de trabajos defectuosos y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta realización de esta actividad.

3.3.1.3 Sistema de drenaje.

El agua es uno de los agentes más importantes de desgaste y degradación de los caminos rurales. El agua se puede presentar como agua freática cuando procede del subsuelo, y de superficie cuando viene en forma de ríos, torrentes o lámina de lluvia. El agua lluvia tiende a convertirse en agua superficial y formar torrentes; el daño que esta agua ocasiona a los caminos puede ser de dos formas:

- Erosión, arrastrando o arrancando partes de la superficie de rodadura

- Debilitando la capacidad de carga de la superficie del camino.

Se hace prioritario construir un buen sistema de drenaje que permita al agua, desalojarse rápidamente de la superficie de rodadura, así mismo de la cuneta.

Un sistema de drenaje consiste en los siguientes elementos: (Ver figura N° 18)

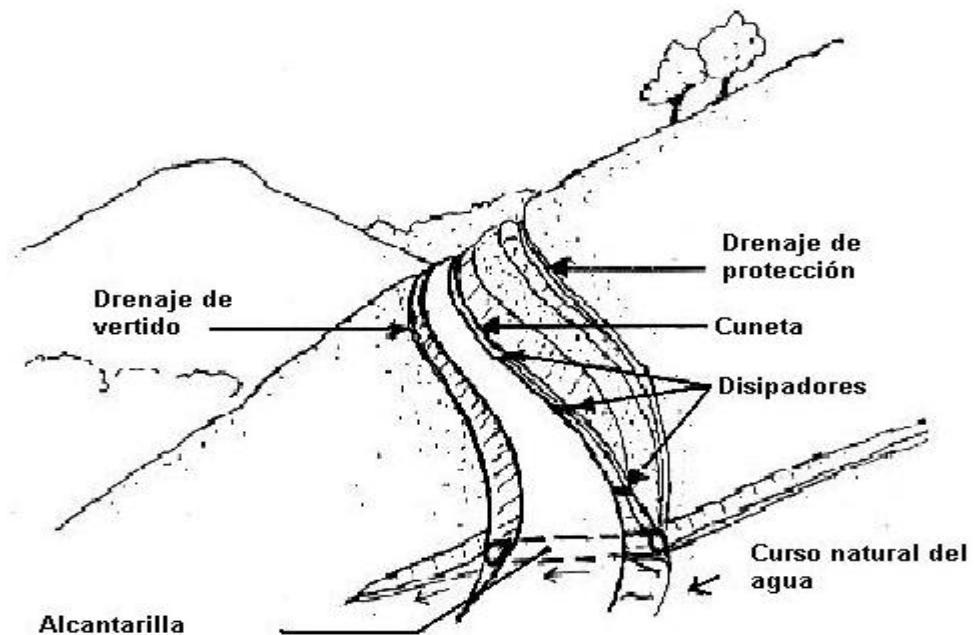


Figura N° 18. Elementos de un sistema de drenaje.

- Drenajes laterales o cunetas.

Su función es recoger el agua procedente de la superficie del camino y de las zonas aledañas. Al excavar las cunetas, el suelo resultante puede ser útil para el bombeo. En terreno liso o ligeramente ondulado una pendiente longitudinal del 2% al 5% permite que la cuneta tenga un funcionamiento adecuado. La construcción de las cunetas(Ver Formulario PERT-7 y RUT-9), se realiza en tres

pasos: excavación de cuneta, corte del talud y corte del contratalud. La razón de seguir este orden es por la facilidad del control dimensional, cuando se excave de una vez el perfil definitivo.

La excavación de cunetas se hace usando estacas y cuerdas para marcar correctamente el ancho de la excavación, las rectas y curvas se conectan suavemente; utilizar herramientas adecuadas para cada actividad, el ancho y profundidad de la excavación se comprobaran con una plantilla.

El talud lateral permitirá flujo suave del agua lluvia, desde la superficie hasta la cuneta. El material procedente del corte del talud se utiliza para la formación del bombeo. La actividad consiste en excavar una sección triangular entre el fondo de la cuneta y el nivel de la terraza, y palear el material resultante hacia el centro de la superficie de rodadura (Ver figura N° 19).

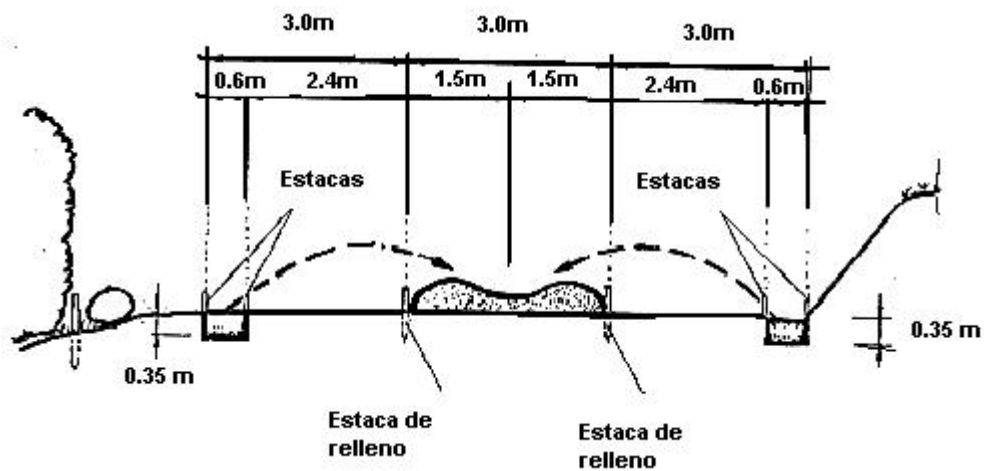


Figura N° 19. Conformación de cunetas.

Los contrataludes se hacen para evitar que el suelo de la parte externa de las cunetas caiga en ellas soterrándolas. Es responsabilidad del constructor garantizar la estabilidad de los laterales de las cunetas, mediante el corte de los contrataludes adecuados para cada situación y tipo de suelo. Será suficiente que haya una distancia de 0.5 m al borde del talud, un talud, a partir del borde de la cuneta; en terreno suelto o cortes altos, se incrementa el contratalud.

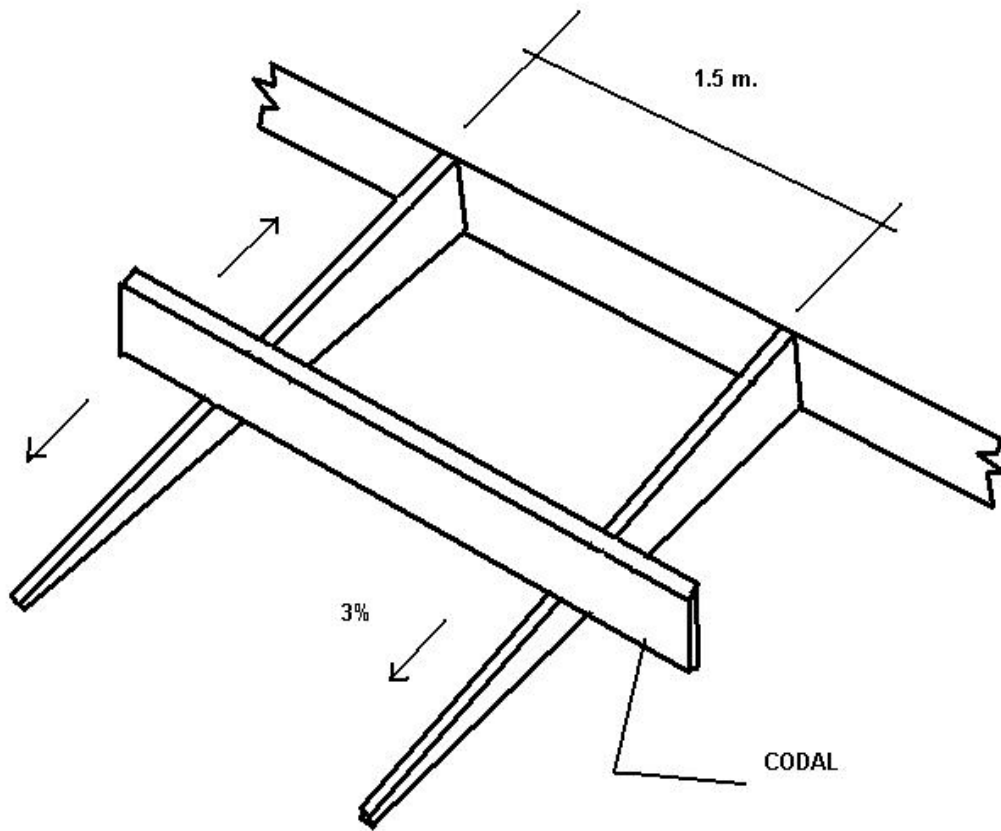
Se traza el ancho correcto con el auxilio de cuerdas, depositando la tierra obtenida en el centro de la superficie de rodadura, se deben arrancar todas las raíces que se encuentren, verificar el perfil y que la superficie sea uniforme.

- Bombeo del ancho de la vía, sección transversal.

El objetivo del bombeo es prevenir la erosión lateral de la superficie de rodaje en cada carril, dejada por el agua, o imposibilitar que esta penetre bajo la superficie del camino. Para evitar daños es necesario evacuar el agua rápidamente, esto se consigue dando al camino un perfil, tal que, el agua fluya rápida y libremente hacia los drenajes laterales

El bombeo, se forma rellenando uniformemente con tierra, desde el centro hacia los bordes de la superficie del camino. Para asegurar que el relleno comienza en el centro, se señala con una cuerda, tensada entre las estacas del centro. Es importante que no se deposite material en los bordes de la terraza. El bombeo toma el perfil de un triángulo, a controlar con una regla o codal entre cada

costados maestros. La pendiente recomendada para el bombeo es 3%, esto no permite el estancamiento del agua lluvia ni la erosión de la superficie (Ver figura N° 20).



REGLAS MAESTRAS Y CODAL PARA LA HECHURA DEL BOMBEO.

Figura N° 20. Bombeo.

- Drenajes de vertido.

Conducen el agua recogida por los drenajes laterales y de protección, hacia zonas bajas (Ver Formulario RUT-12 y RUT-15). Se construye un drenaje de este tipo cada 20 m, ya que con mayor cantidad de drenajes de vertido, habrá menor posibilidad de daños por sedimentación u obstrucción de las cunetas; aunque esto dependerá de las condiciones del camino y de los costos involucrados.

Los drenajes de vertido se descargan hacia torrentes ya existentes; el objetivo es no dañar las cosechas. A la vez, con este drenaje se evitarán erosiones, para lo cual, es recomendable que no posean saltos o cascadas en ningún punto de la trayectoria de evacuación y vertido, para evitar generación de cárcavas; en los puntos de evacuación se situarán gaviones, rocas y plantaciones que faciliten encauzar las corrientes de agua; por lo tanto, disminuirá la fuerza con la que entre el caudal y se reducirá la velocidad del agua, incapacitando el arrastre de suelos por agua drenada.

Según el clima y características del terreno, en áreas de vertido se realizan plantaciones con semillas de plantas tapizantes, arbustos e incluso a distancia adecuada del camino, árboles que sujeten la tierra, diversifiquen hábitat y paisaje, produzcan sombra, y eviten la erosión superficial. El ancho mínimo de los drenajes de vertido es de 0.6 m, y pendiente de 3% a 5%.

La tierra obtenida de su excavación se utiliza para consolidar el lateral inferior de la cuneta, o donde sea conveniente. Como cualquier canal, éstos drenajes

han de tener taludes que garanticen su estabilidad, en función del tipo de terreno y la naturaleza del suelo.

Al realizar un drenaje de vertido, las cunetas se bloquean para forzar el vertido, el cual será recto y conducido hacia un lugar abierto y sin obstrucciones por matorrales (Ver figura N° 21).

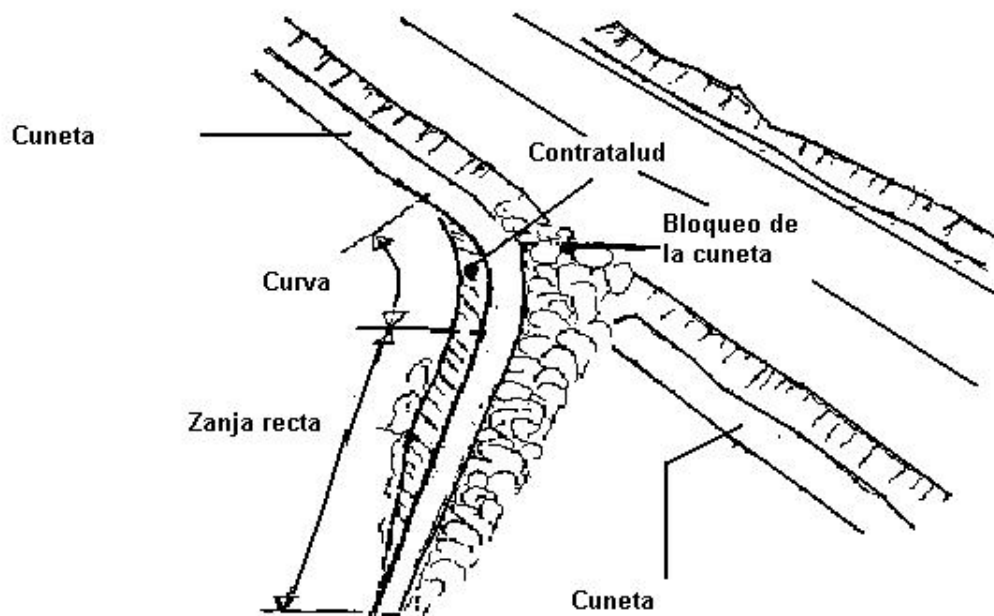


Figura N° 21. Drenaje de vertido.

- Disipadores.

Cuando las pendientes longitudinales son empinadas, el agua puede alcanzar gran velocidad. Por tanto, es necesario el control hidráulico, ya que de lo contrario, es seguro que ocurrirán arrastres y erosión de las cunetas.

La manera más sencilla de resolver este problema consiste en reducir el volumen de agua disponiendo de drenajes de vertido con mayor frecuencia (Fig. 21). Cuando esto no es posible, se recurre a los disipadores (Fig. 22), estos retienen los sedimentos arrastrados por la corriente del agua y producen una serie de tramos de baja velocidad, interrumpidos por pequeñas cataratas al interior del canal de cuneta.

Los disipadores se construyen usualmente con piedras o troncos de madera. El nivel superior de los disipadores debe ser de unos 25 cm. por debajo del nivel del camino, para así evitar que las cunetas lleguen a desbordarse. El perfil de la sección libre se controla con una plantilla (Ver figura N° 22)

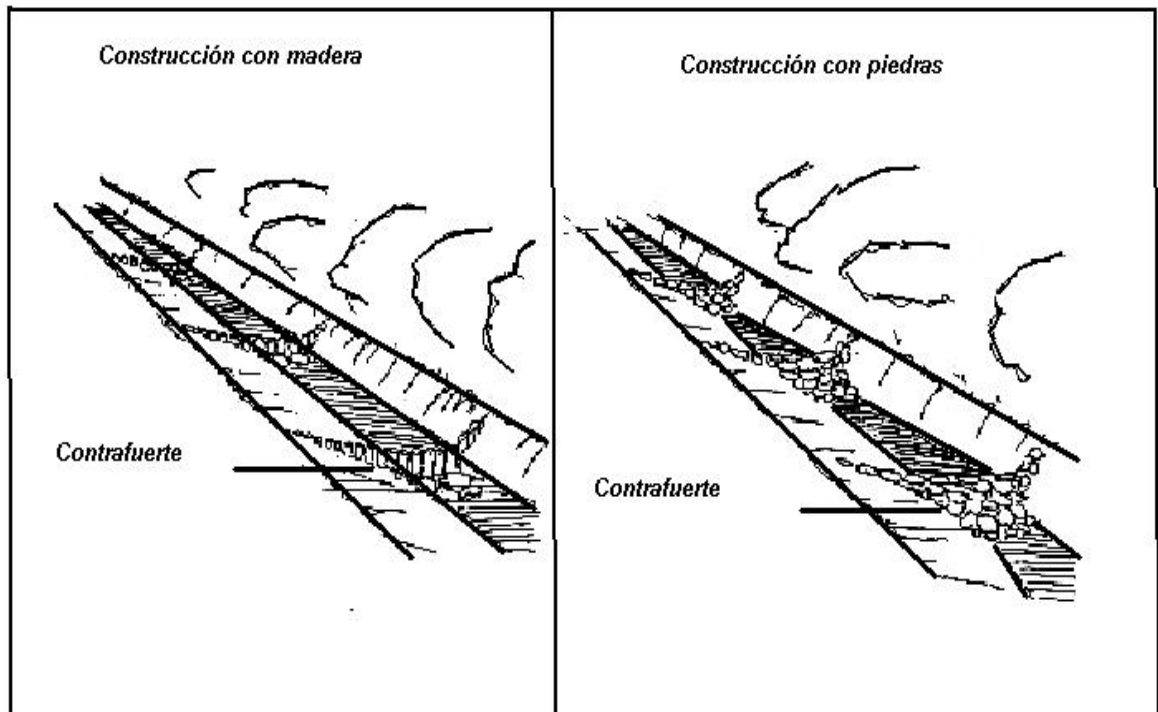


Figura N° 22. Disipadores.

La disposición de los disipadores se hace como se indica en la tabla No. 2.

Tabla No. 2 Separación de los disipadores de energía según pendientes del camino.

PENDIENTE DEL CAMINO	DISIPADORES: DISTANCIA DE SEPARACION
3% al 5%	Innecesarios
5%	20 m.
8%	7.5 m.
10%	5 m.
12%	4 m.

Tomado de Manual de Construcción de Caminos de Tierra, con utilización intensiva de mano de obra, Ramón Tejeiro, Noviembre, 1993.

- Drenaje de protección.

Son canales paralelos al camino, cuya función es recoger y evacuar el agua superficial procedente de las laderas o zonas altas contiguas al camino, antes de que lo alcance. Mientras sea posible, los drenajes de protección vertirlos a cuencas naturales. Estos drenajes tienen sección trapezoidal y con el material procedente de la excavación se consolida su lado inferior. El ancho mínimo será de 0.6 m. y la pendiente de las paredes de 2 : 1 y el canal tendrá pendiente longitudinal entre 2% y 5%.

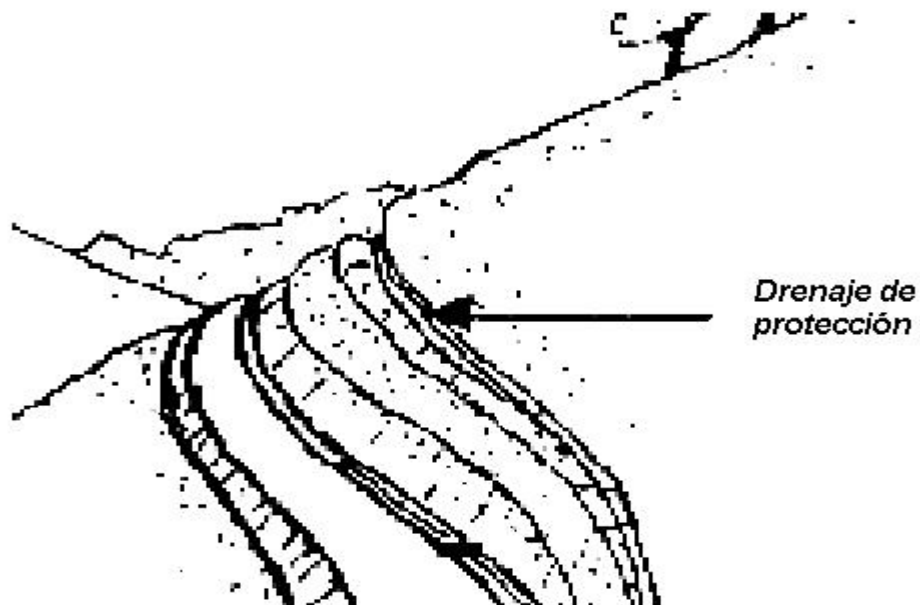
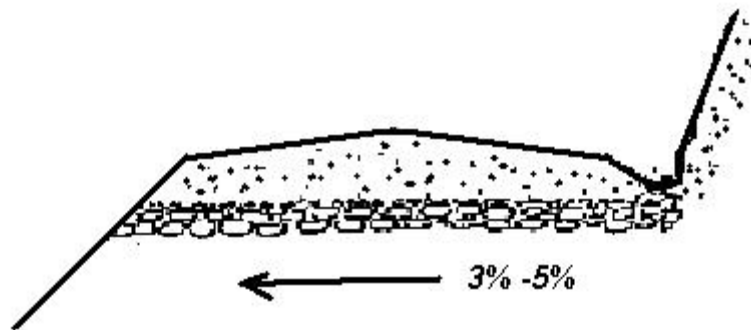


Figura N° 23. Drenajes de protección.

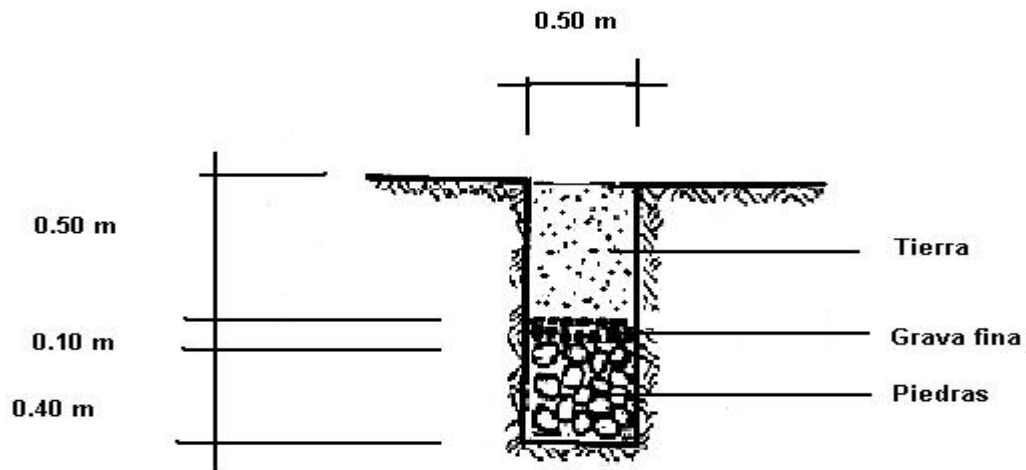
- Drenaje subterráneo.

Es el método más indicado para eliminar escorrentías de ladera y drenaje freático por debajo del camino (Ver formato PER-8 y RUT-15) consiste en zanjas de 1 m. de profundidad por 0.5 m. de ancho, que se llenan hasta la mitad de piedras de unos 15 cm. o más, cubriéndolas con una capa de grava fina y posteriormente con tierra apisonada. Los drenajes subterráneos se hacen antes de la formación del bombeo.

La figura N° 24 muestra el esquema de un drenaje subterráneo.



a) Subdrenaje en la sección transversal



b) Detalle del Subdrenaje por tramos.

Figura N° 24. Drenaje subterráneo.

- Alcantarillas.

Es un drenaje transversal bajo el camino, y su función es la de permitir el paso del agua, de la parte superior del camino, a la inferior (Ver Formatos RUT-13 y RUT-14).

Los tubos de alcantarilla se tienden perpendicularmente al camino, en un número suficiente para atravesarla.

La zanja tendrá la profundidad tal que cubra el tubo más el relleno y una anchura igual al diámetro del tubo, más 40 cm.

El lecho de la alcantarilla debe ser estable y tener la inclinación y profundidad correspondientes. Una vez hecha la zanja, es necesario preparar cierta cantidad de tierra suelta, sin piedras ni raíces, con la cual se forma el lecho, al que se dará el perfil del tubo con una plantilla. El relleno tendrá un mínimo de $\frac{3}{4}$ del diámetro del tubo; es decir: lo especificado en la tabla N° 3:

Tabla No 3. Profundidad y ancho de zanjas para alcantarillas.

Tubo nominal	Tubo exterior	Relleno 3/4d	Profundidad de zanja	Ancho de zanja d+ 40 cm.
60 cm.	72 cm.	45 cm.	117 cm.	100 cm.
90 cm.	108 cm.	70 cm.	178 cm.	130 cm.

Adaptada de: Manual de construcción de caminos de tierra, Ramón Tejeiro, Noviembre 1993.

El canal de salida no tendrá más de 25 m. de longitud y poseerá los taludes necesarios para hacer imposible el derrumbe de las paredes que lo puedan bloquear.

La pendiente de la alcantarilla se mantendrá siempre dentro de 3% a 5%, pues también dentro de ella y en su salida se pueden formar torbellinos que arrastren material y erosionen los empalmes entre tubos.

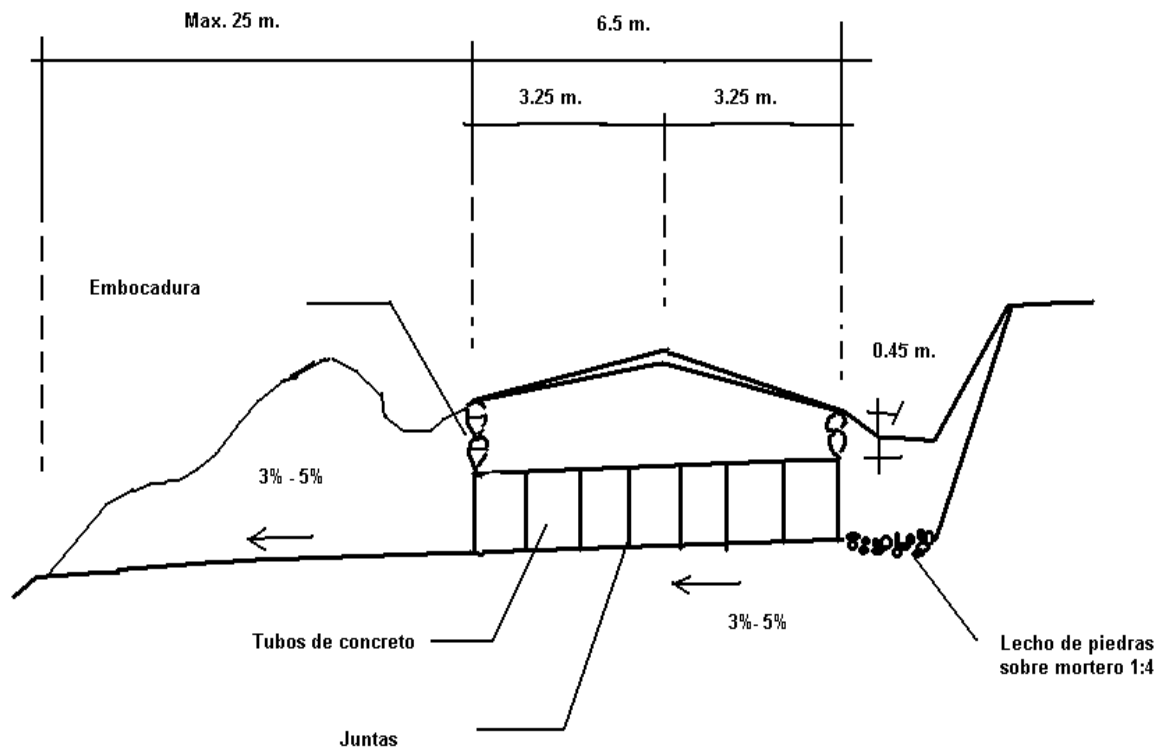


Figura N° 25. Alcantarilla.

3.4 Mantenimiento Correctivo.

Este corrige las deficiencias que presenta la estructura del pavimento después de ocurrido el deterioro, lo cual, regularmente se hace durante y después del invierno, reparando los daños que la lluvia ocasionó.

3.4.1 Técnicas, Métodos y Especificaciones en cada elemento del camino.

A continuación se detallan algunas técnicas que ayudarán a la realización de un plan de mantenimiento correctivo de los diferentes elementos de un camino.

3.4.1.1 Alineamiento horizontal.

En las actividades de mantenimiento y mejoramiento de cualquier componente geométrico de una carretera o camino (Ver Formato REM-22), siempre es indispensable el replanteo de puntos importantes, concernientes a cada componente. El trazado del alineamiento horizontal en el camino Quezaltepeque – San Matías, no se puede evadir en el proceso de mejoramiento de un camino. Esta actividad permite la determinación precisa de los demás trabajos a realizar.

El trazado horizontal consiste principalmente en la definición de rectas enlazadas con curvas, que en general, seguirán el trazado ya existente, acomodándolo a las condiciones geométricas del camino existente.

El trazado existente puede ser modificado excepcionalmente, cuando se pretenda: 1-Evitar zonas de mal pavimento; 2-Reducir pendientes excesivas; 3-Mejorar los sistemas de drenajes; 4-Evitar peligro al tránsito; 5) Cambio de posición local de ríos activos por donde pasa el camino y el eje del camino queda inundado.

Trazado de la línea central.

El trazado de la línea central se hace de forma que se cumplan los lineamientos para caminos rurales sostenibles como sigue: “Que se cumplan los requerimientos técnicos de especificación, manteniendo la geometría existente y que los costos de mejoramiento sean los más bajos posibles”.

Los costos de mejoramiento y mantenimiento variarán dependiendo del volumen de trabajo a hacer para el desbroce y el movimiento de tierras. La cantidad de trabajo para ejecutar los sistemas de drenaje no difiere mucho de un trazado a otro, y contribuirá con un monto más o menos constante al total de los costos de mejoramiento y mantenimiento.

Al efectuar el trazado de la línea central, prestar especial atención a las necesidades de limpieza y movimientos de tierra.

- Obstáculos que requieran gran cantidad de trabajo para ser removidos evitarán modificar el trazado horizontal.
- Trazar la línea central de manera que los trabajos de movimiento de tierra se minimicen en lo posible. De las condiciones de diseño se llega al trazado requerido a partir de la línea compensadora, con la cual, la tierra que se quita equivale con la que se pone, compensándose ambas y las diferencias son las menores posibles .

Trazado de líneas rectas.

La alineación de la línea central (Fig. N° 26) se logra con las picas, balizas o jalones, las cuales son barras de aluminio de dos metros de altura, con punta de acero y pintadas en tramos rojos y blancos. Para alinearlas se clava la primera pica en un punto conocido de la línea central o se elige uno dejando a sus lados igual ancho. A continuación se coloca otra pica con el mismo criterio y a una distancia de 40 m ó 60 m de la anterior. La línea que une ambas picas es

la línea central (Fig. N° 26), la cual se puede prolongar en línea recta clavando sucesivas picas alineadas visualmente con las anteriores. Como las picas se retirarán posteriormente para continuar el trazado de la línea recta central, éstas deben quedar marcada en el suelo. El procedimiento de marcaje es clavando estacas de lineamiento, en el suelo, a intervalos de 10 m. Las estacas son pedazos de madera de unos 40 cm de largo, con punta y pintadas en el otro extremo de un color llamativo, rojo o naranja, para hacerlas fácilmente visibles.

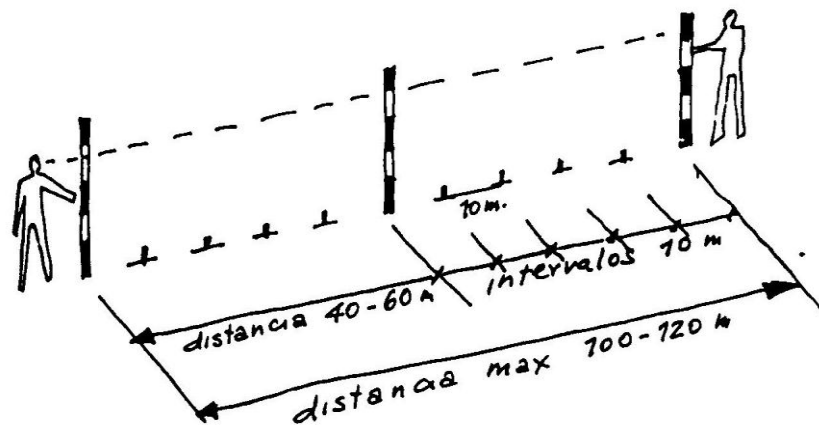


Figura N° 26a. Trazo de la línea central.

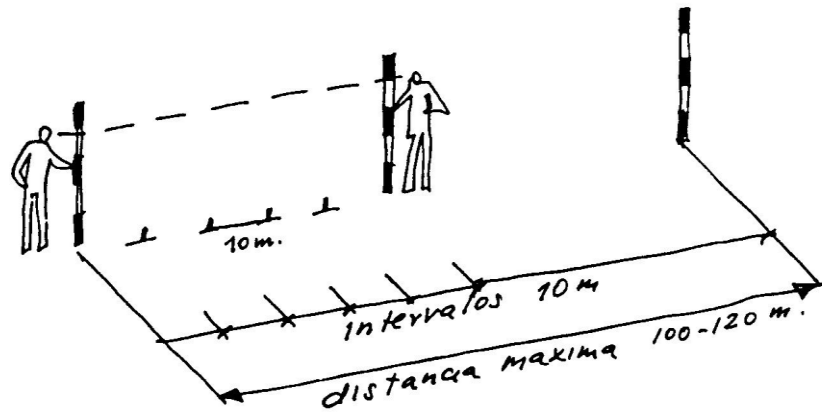


Figura N° 26b. Trazo de la línea central.

Trazado de curvas horizontales.

Para el trazado de curvas horizontales en caminos rurales existen métodos sencillos que sólo exigen el uso de cuerda, estacas, cinta métrica y picas de mira o visor. A continuación se detallan en la Tabla N° 4, cuatro métodos, con sus condiciones de aplicación:

Tabla N° 4. Métodos para trazado de curvas horizontales.

METODO	ADECUADO PARA:
METODO DE LA CUERDA	Este método sólo puede usarse para curvas de radio menor que 30 m, útil en terrenos planos y libres de obstáculos.
METODO DEL CUARTO	Este método se utiliza cuando el camino existente mantiene un contorno reconocible.
METODO DE LA TANGENTE	Método apropiado para unir con una curva dos rectas ya definidas.
METODO DEL SALIENTE	Este método se usa en todos los casos en los que el trazado empieza de la nada.

Adaptado de: Manual de construcción de caminos de tierra, Ramón Tejeiro, Noviembre 1993.

En todo caso, cualquiera que sea el método utilizado, es importante que las estacas de la línea central se unan con una cuerda, una vez completado el trazado.

Descripción de los métodos de trazado de curvas horizontales:

a) Método de la cuerda.

Caso ejemplo: Un camino que une a una carretera, en el punto A.

- La línea central ya ha sido trazada.
- El radio de esquina ha de ser de 8 m.

- El ancho de vía es de 5.4 m.

Herramientas: Estacas, cuerdas, martillo y cinta métrica.

Trazo de la curva horizontal por el método de la cuerda.

Solución:

- 1) Determinar el borde de la carretera existente. Marcarlo con una cuerda o cordel.
- 2) Desde el borde trazar la línea paralela1, a una distancia de 8 m, la cual es paralela también a la línea central 1, marcar asimismo con una cuerda.

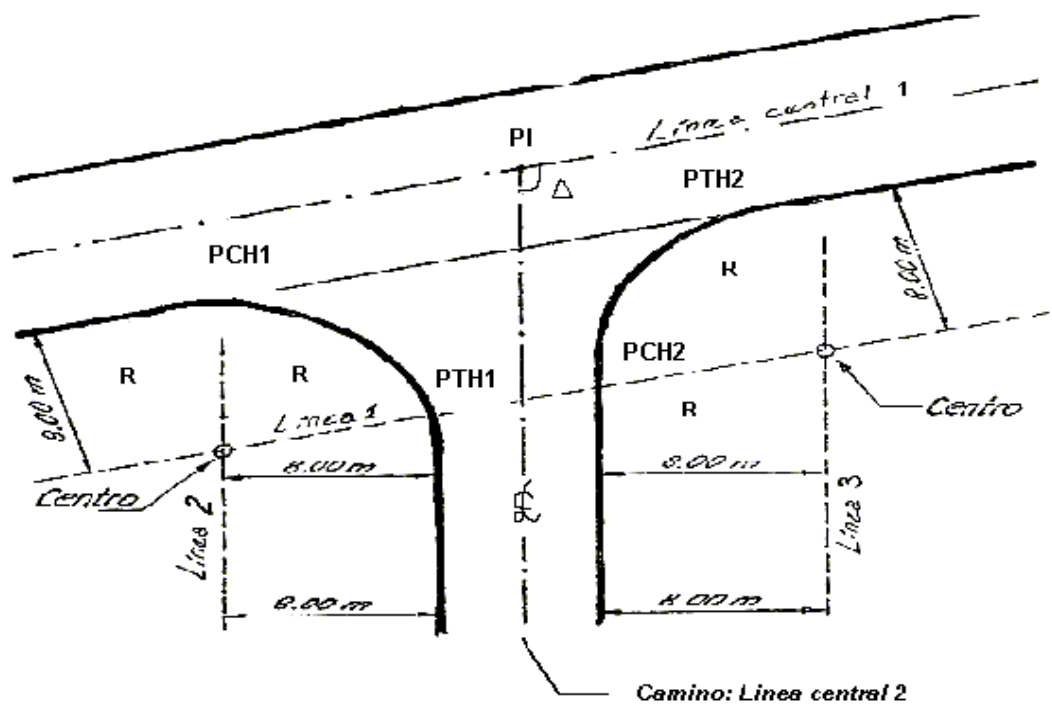


Figura N° 27. Método de la cuerda.

- 3) Trazar los bordes del camino de encuentro, paralelos a la línea central
2. También marcar con una cuerda.
- 4) Trazar la paralela 2 a una distancia de 8 m. del borde izquierdo, esta es paralela a la línea central 2.
- 5) Trazar la paralela 3 a 8 m. del borde derecho, también paralela a la línea central 2.
- 6) Los puntos de intersección de las paralelas 1 y 2 y de las 2 y 3, respectivamente, son los centros de las curvas de esquina.
- 7) Encontradas todas las intersecciones (PIH), también se han encontrado todos los puntos de unión de curvas y tangentes, o sea los PCH y PTH respectivamente.
- 8) Usar una cuerda de 8 m. de longitud como compás y trazar las curvas de intersección; para ello, clavar una estaca en cada punto de centro (intersecciones). Anudar a ella un extremo de la cuerda. Medir 8 m, tensarla y girar. Así, quedará trazada una circunferencia de 8 m. de radio, y sus correspondientes PCH y PTH.

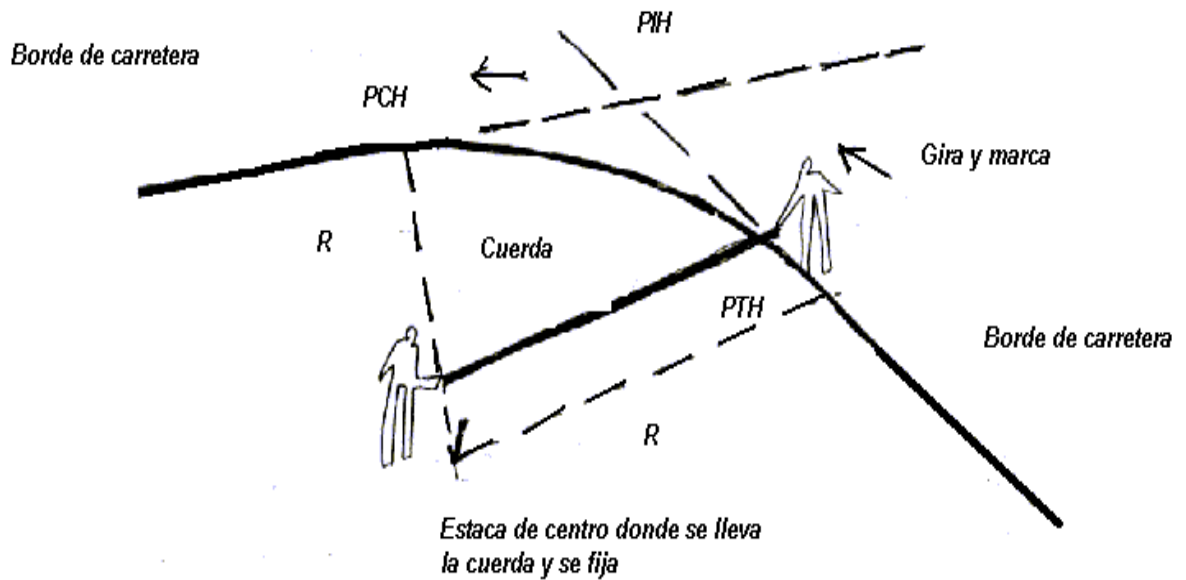


Figura N° 28. Método de la cuerda.

b) Método del cuarto.

Caso ejemplo: La línea central de un camino debe ser reconstruida de tal manera que siga el trazado del camino existente.

Solución: La línea central se reconstruye a partir de la cuneta existente en el lado más elevado.

- 1) Donde el borde de la cuneta existente, línea punteada, medir hacia el centro la mitad del ancho del camino, cada 20 m en aproximación al posible eje del camino. Marcar estos puntos con una estaca. Ver línea

punteada en Figura N° 17 y los puntos 1 y 2. Esta operación se puede hacer entre tres personas con una cinta de 30 metros haciendo un doblez en 20 m y dejando un metro se agrega la mitad del ancho del camino. Ver figura 17a y 17b.

- 2) Tender una cuerda que una las estacas, ubicadas cada 10 m.
- 3) Tensar otra cuerda cada dos estacas alternas, esto es, dejando una estaca sin cuerda, y medir la distancia "a" perpendicular a la distancia entre 1 y 2.
- 4) Dividir en cuatro partes la distancia "a" en metros ($a/4$).
- 5) Marcar con una estaca la distancia $a/4$ perpendicular a 1-3 y 3-2 en los puntos señalados con un nudo en la cuerda, hacia el centro del camino y poner una estaca para definir 4 así mismo para definir 5.
- 6) Retirar todas las cuerdas y tender una definitiva uniendo todas las estacas. Esta será la línea central o eje del camino. Siguiendo los puntos 1-4-3-5-2 y así sucesivamente si hay más cuerdas que trazar sobre la curva.
- 7) Hacer una confirmación visual del trazado de la curva y ajustarlo en caso de ser necesario.

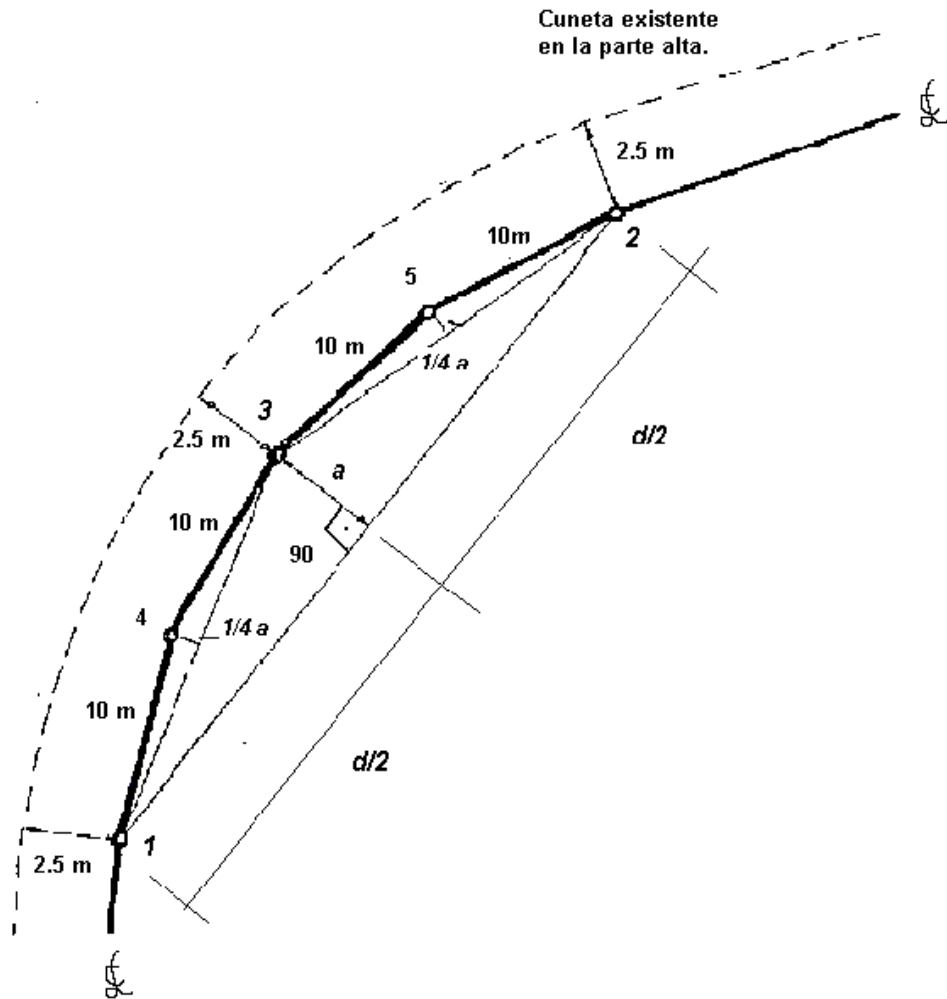


Figura N° 29. Método del cuarto.

c) Método de la tangente.

Caso ejemplo: cambiar la dirección del camino en un punto. Esto se hace mediante una curva parabólica, la cual es simétrica.

Herramientas: Estacas, cuerda, martillo y cinta métrica.

Solución:

- 1) El punto de intersección de los dos ejes (C) se determina prolongando éstos.
- 2) La amplitud de la curva se determina en función de las condiciones del terreno (es recomendable que sea tan amplia como sea posible).
- 3) Se sitúan dos estacas marcando los puntos A y B, que serán el inicio y el final de la curva, debiendo estar a la misma distancia de C. Conviene definir uno y pasar la medida al otro mediante una cuerda o cinta métrica.
- 4) Se dividen en segmentos A-C y B-C en igual número de partes respectivamente y se numeran como se indica en la figura N° 30.

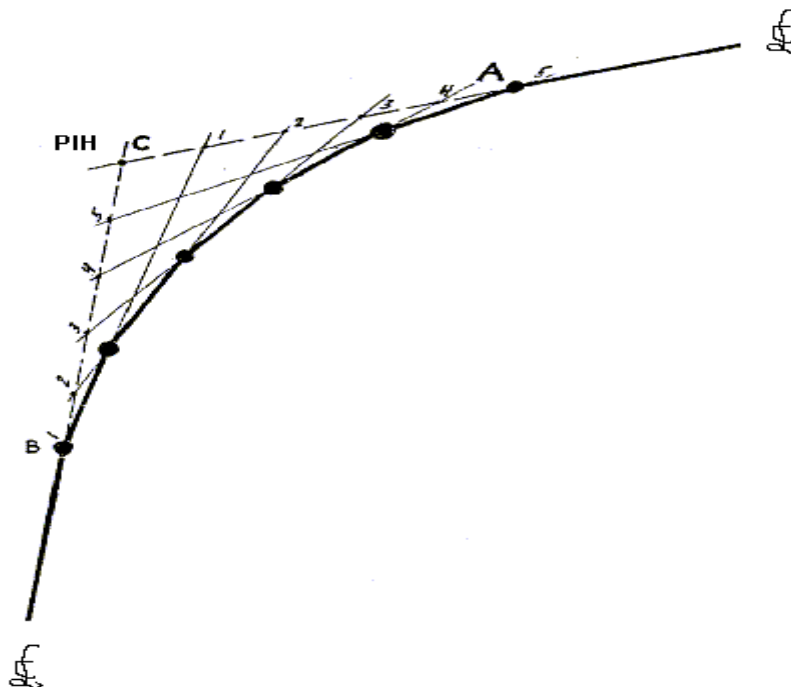


Figura N° 30. Método de la tangente.

- 5) Los puntos desde la línea central son los definidos por las intersecciones de la línea 1-1 con los de la 2-2; los de la 2-2 con la 3-3, y así sucesivamente.
- 6) Una vez marcados los puntos con estacas se tiende una cuerda uniéndolas todas ellas y se confirma visualmente la corrección del trazado.

d) Método del saliente.

Caso ejemplo: En un camino nuevo trazar una curva que siga aproximadamente el sendero existente.

Herramientas: Estacas, cuerda, martillo, cinta métrica y picas de mira.

Solución:

- 1) Elegir el punto (A), de comienzo de la curva, a una distancia de la intersección $T = PIH$ aproximadamente igual al radio.
- 2) Elegir la distancia X (se recomiendan los valores de la tabla N° 5).
- 3) Marcar el punto B sobre la prolongación del eje, con una distancia X .
- 4) Marcar el saliente $Y/2$ perpendicular a X , para obtener el punto C, el cual ya será del eje.
- 5) Prolongar la línea A-C, y marcar el punto D a una distancia X de C.
- 6) Marque el saliente perpendicular Y , para obtener el punto E, perteneciente a la línea del eje; y así sucesivamente.

- 7) Procurar ajustar el último punto, de manera que la nueva alineación se obtenga con un saliente de $Y/2$.

En caso de que no sea posible alcanzar la otra alineación, lo más probable es que haya habido un error. Si hay que hacer de nuevo el trazado, se puede corregir en éste el radio o el punto (A) de inicio de la curva.

Para un radio dado y una distancia X elegida, se calcula el saliente Y con la siguiente formula: $Y=X^2/R$.

Tabla N° 5 . Radios y distancias típicas del trazado.

Radio (m)	Distancia X	Distancia Y	Notas
R= 200	10 m	0.5 m	Si desea mayor radio, disminuirá Y.
R= 100	10 m	1 m	
R= 40	10 m	2.5 m	
R= 40	5 m	0.6 m	
R= 15	5 m	1.65 m	

Tomado de Manual de construcción de caminos de tierra, Ramón Tejeiro, Noviembre, 1933.

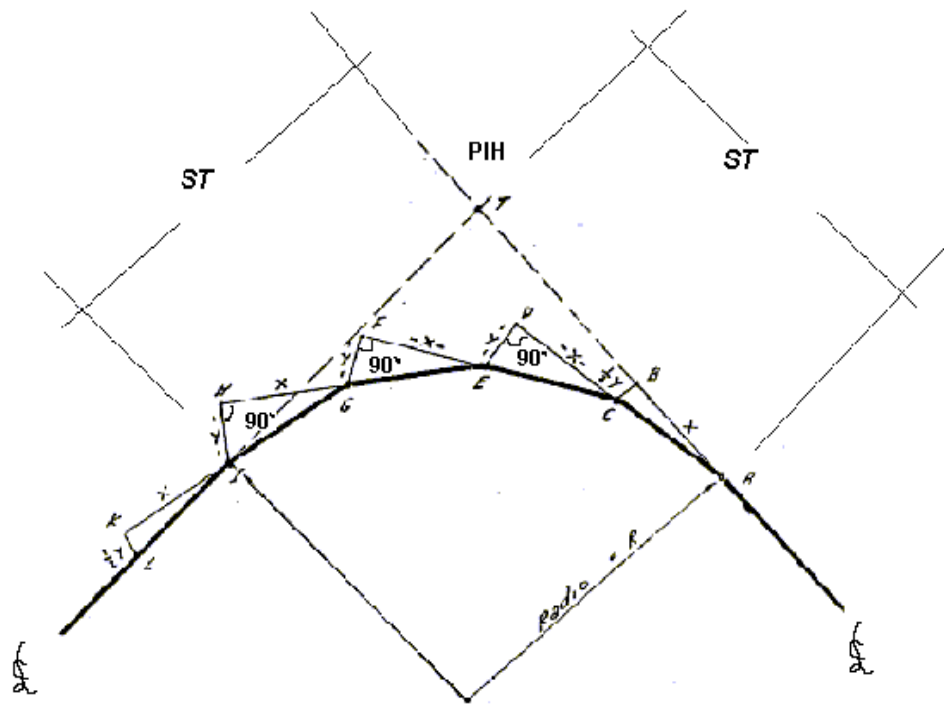


Figura N° 31. Método del saliente.

3.4.1.2 Alineamiento vertical.

Para el mejoramiento y mantenimiento de esta geometría, importante, se puede realizar de dos formas distintas: utilizando maquinaria pesada adecuada, y utilizando mano de obra.

1. Uso de maquinaria pesada.

Es importante definir claramente la ubicación exacta de la rasante del camino, que se definan tangentes, pendientes, y curvas verticales.

Al tener establecido los niveles de la rasante proyectada y definiendo claramente las pendientes de la tangentes verticales, es necesario que las irregularidades de la superficie en sus pendientes sean establecidas para que ella quede conformada uniformemente en toda su longitud.

Las curvas verticales es necesario uniformizarlas para lograr una mayor comodidad, esto, para cuando el proyecto a realizar, tenga asignados escasos recursos económicos y materiales, especialmente cuando haya inexistencias de equipo lo suficiente adecuado y en buenas condiciones para suplir todas las necesidades del mejoramiento de características del camino.

2. Uso de mano de obra artesanal.

En el replanteo del alineamiento vertical el uso de la mano de obra es de mucha importancia de acuerdo a los métodos que se detallan a continuación.

A) Método de los visores o tablillas.

Replanteo de la rasante de un camino. Este método permite la reimplantación de un trazado del perfil longitudinal, en una superficie de camino muy deteriorado. El perfil involucrará pendientes en tramos rectos como en curvas verticales. Es necesario que la línea central de la carretera sea estaquillada a cada 10 m con tramos entre 60 y 100 m. Este proceso se realiza con estacas de 30 cm de altura, para poder ser vistas a lo largo de todo el tramo de trabajo. Como en la figura N° 32.

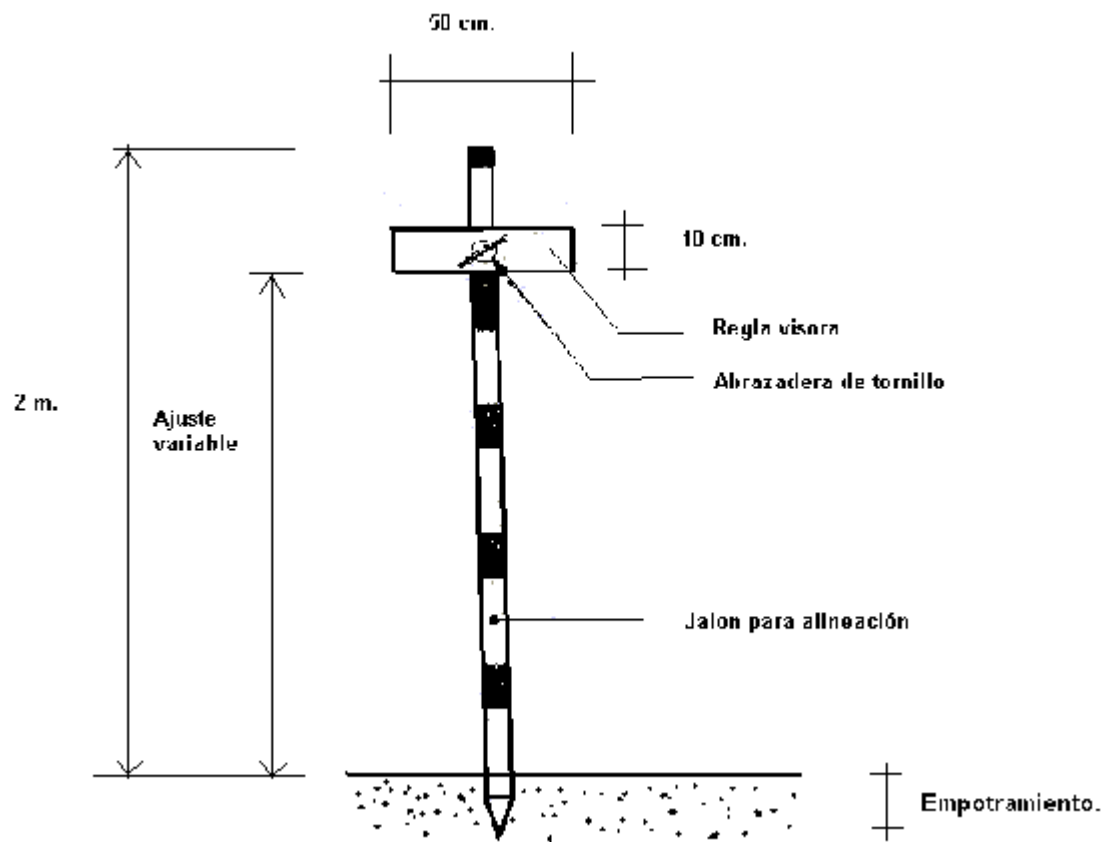


Figura N° 32 . Estaca para definición de alineamiento vertical.

En cada estaca se coloca un jalón o pica, cada jalón está provisto de un listón transversal ajustado, que puede deslizar, como corredera hacia arriba y abajo , y quedar sujeto en cualquier altura.

B) Replanteo de la rasante de una tangente.

El proceso se puede dividir en 3 etapas, las cuales permiten sistematizar la actividad.

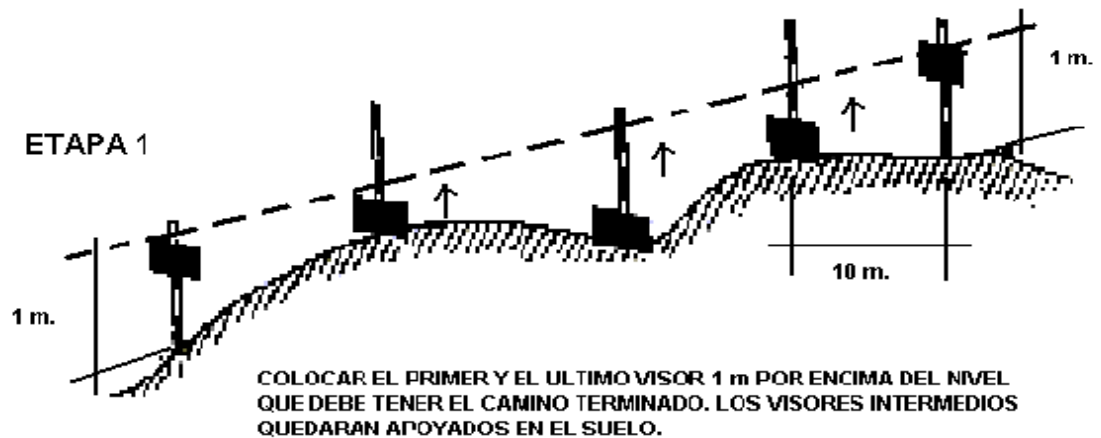
Etapa I

Se coloca el primero y último visor exactamente 1m. arriba del nivel estimado que deba tener la carretera terminada, esto permitirá establecer una línea que con pendiente y dirección conocida, facilite la ubicación de visores intermedios, que apoyados al suelo natural den una diferencia de niveles, con respecto a la línea de referencia con los visores de los extremos del tramo.

Etapa II

Teniendo establecidos los puntos intermedios, a través de los visores respectivos, se levantan poco a poco del suelo natural hasta llegar a la línea establecida de la rasante. En caso que los visores intermedios al ser ubicados con los niveles correspondientes de la rasante proyectada, resulten en demasiado movimiento de tierra, esto se considere no factible; se escogen otros puntos de inicio y final que reduzcan esas cantidades de tierra a mover, ver figura N° 33. Cada punto intermedio y extremo, quedará estacado indicando corte, relleno y nivel de rasante para obtener la línea tangente con su correspondiente pendiente.

REPLANTEO DE UNA RASANTE. Usando balizas o jalones o picas con reglilla visora extensible



ETAPA 3

COLOCAR NUEVAS ESTACAS DE EJE EN CADA JALON CON LA PARTE SUPERIOR 1 m POR DEBAJO DE LAS TABLILLAS DEL VISOR. ESTE ES EL NIVEL DEL CENTRO DEL CAMINO TERMINADO.

Figura N° 33. Método de los visores en alineamiento vertical

Etapa III

Se colocan nuevas referencias de eje con cada jalón; con la parte superior exactamente 1m por debajo de las tablillas visoras. Este entonces será el nivel de la carretera terminada y así se tendrán en campo las elevaciones de la rasante proyectada.

Luego de haber pasado la Etapa III en el replanteo del nivel terminado del camino se procede a realizar, actividades propias de mejoramiento, tal como la reacomodación de suelo de la rasante para la reconfirmación en las correspondientes secciones transversales, definiendo las pendientes en el alineamiento vertical, haciendo desaparecer las irregularidades en las pendientes a causa de las depresiones o prominencias en la calzada, generadas por el mal funcionamiento de los drenajes laterales , o por destrucción debido al tráfico, logrando la comodidad y seguridad, para que al utilizar la vía, esta sea más ventajosa y garantizada. Además, se reducen los costos de transporte.

C) Replanteo de la rasante de una curva vertical, hay dos etapas importantes, que son las siguientes:

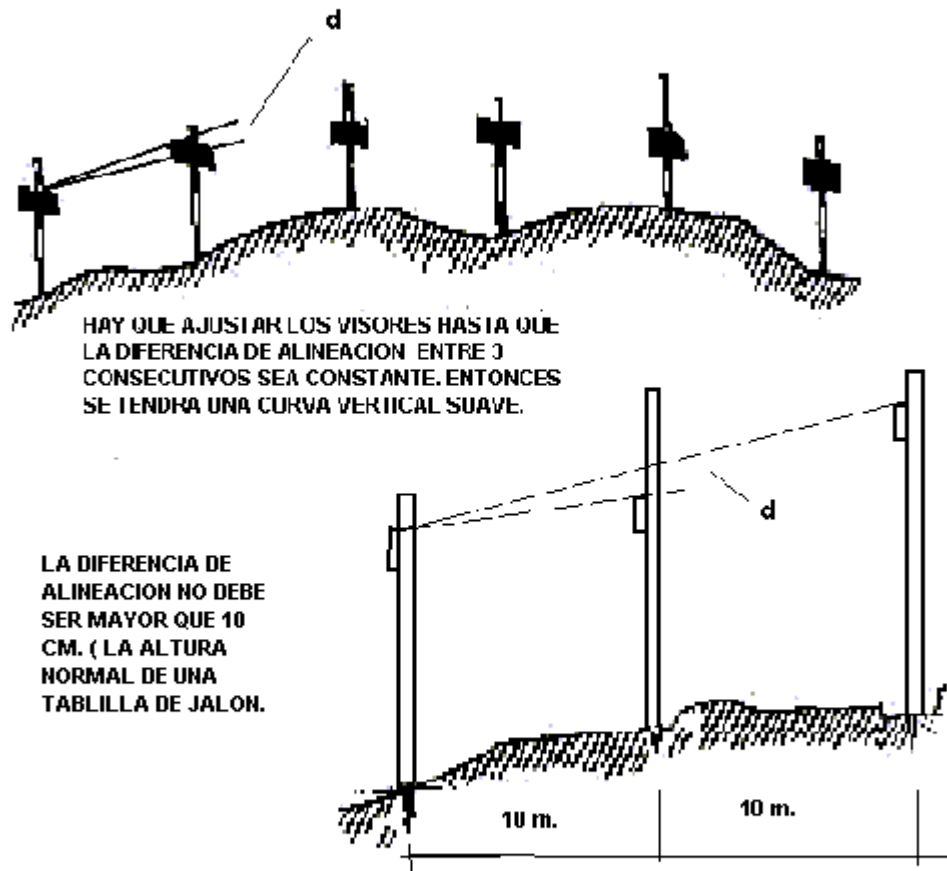
Etapa I : ubicando tablillas o visores guías.

Ajustar a cada 20 m, las tablillas guías a visoras que estén exactamente a un metro de distancia del terreno natural. De tal forma que la diferencia por tramo de 20 m quede bien definida horizontalmente, para poder ubicar los visores intermedios, (ver figura N° 34).

Etapa II : ubicación de tablillas con diferencia de alineación determinada.

En esta etapa se ubican los puntos intermedios exactamente a la mitad cada tramo de 20 m ,es decir a 10 m de distancia horizontal de cada tablilla de referencia. Y es en estas tablillas intermedias en que los visores se ajustan de manera que la visual entre los visores de referencia proporcionen una alineación, de la cual, hay que definir una diferencia visual vertical de alineación uniforme para todos los visores o tablillas intermedias. Tal valor de diferencia de alineación no debe ser mayor que 10 cm (o sea, la altura normal de una tablilla de jalón, figura N° 32).

REPLANTEO DE UNA CURVA VERTICAL.



CUANDO LA CURVA SEA ACEPTABLE, COLOCAR NUEVAS ESTACAS DE EJE CON LA PARTE SUPERIOR 1 M. POR DEBAJO DE LAS TABLILLAS DE JALON. ESTE ES EL NIVEL DEL EJE DEL CAMINO TERMINADO.

Figura N° 34. Método de los visores aplicado a curvas verticales.

Teniendo esto bien establecido en todas las tablillas intermedias del tramo de la curva, colocar nuevas estacas de eje con la parte superior a 1m por debajo de las tablillas de jalón, y así quedará referenciado y replanteado el nivel del eje del camino terminado y debidamente indicados los cortes, rellenos y niveles o cotas respectivas.

Después de realizar este proceso (al igual que en replanteo de pendiente), hay que verificar y comprobar la cantidad de tierra a reacomodar en cada nivel de línea central (nivel de carretera terminada, rasante). Si es aceptable, la actividad se vuelve factible y se aprueba el procedimiento realizado; en caso contrario, las etapas del proceso se repiten hasta que el movimiento compensatorio de tierras en la conformación de rasante sea aceptable.

3.4.1.3 Sección transversal.

El mejoramiento de las condiciones geométricas para el camino se resume en cuatro pasos principales :

1) Replanteo, se encuentra íntimamente ligado con el mejoramiento del alineamiento vertical, ya que es ahí donde se establecen los niveles definitivos de la rasante del camino ; con los cuales se parte para dar forma a la sección transversal en los distintos estacionamientos en que el camino se ha modulado.

Es así como al tener definido los niveles proyectados de la rasante terminada del camino, es necesario también replantear con referencias fijas los niveles

terminados de los bordes de la carretera, utilizando en ambos lados de la cuneta, cinta métrica como la plantilla de pendiente transversal con su respectivo nivel de caja (nivel de burbuja).

2) Excavación de cuneta y talud: inicialmente al tener adecuadamente replanteados los niveles necesarios del camino, el suelo se excava en la cuneta y en el talud , y se usa para formar la pendiente transversal del camino hasta obtener la forma requerida de cuneta y talud. Después es indispensable la comprobación de la forma que se le ha proporcionado a la cuneta, haciendo uso de la plantilla de cuneta y talud con nivel de burbuja. Si la excavación del suelo extraído para proporcionarle la forma a la cuneta es demasiada, considerar el desalojo de material a una zona que esté considerablemente alejada de la cuneta lateral. Si el relleno colocado tiene un espesor mayor que 15 cm es mejor repartir y compactar el suelo de relleno con rastrillos y pisón de mano o con rodillo manejado a mano o movido por tracción animal. La compactación del suelo es necesaria hacerla en capas de 15 cm a 20 cm.

3) Excavación de talud exterior :

Si el suelo excavado en los extremos de la sección transversal no es suficiente para compensar adecuadamente la parte central de la sección y proporcionarle su respectivo bombeo, examinar las posibilidades de aportar suelo sano adicional para el talud exterior; o para la parte exterior de la cuneta.

4) Formación de la pendiente transversal y compactación final, para finalizar la formación de la pendiente transversal al igual que la compactación final después de conformar esa pendiente, el último paso para proporcionar mejoramiento sustancial a cualquier camino de tierra, es añadiendo suelo selecto a la sección transversal para conseguir el perfil preciso después de la compactación. Para poder comprobar la forma de la superficie se pueden utilizar las cuerdas tiradas longitudinalmente, sobre la superficie de rodadura, en diagonal, entre estacas del replanteo. Luego, compactar el relleno para llegar al perfil final, preferiblemente, hacerlo con rodillo manejado a mano o con tracción animal.

3.4.1.4 Mejora del suelo superficial de rodadura.

Esta actividad consiste en mejorar el camino, nivelando la superficie. Esta es una tarea de mantenimiento rutinario (ver formatos RUT – 4, 5, 6 y 7), y se lleva a cabo con niveladoras remolcadas o auto propulsadas. Su realización consiste en lo siguiente:

-La reparación de baches grandes o depresiones (ver formularios RUT – 4 y 5) se hacen antes de emplear la niveladora, habiendo detectado antes las áreas de estancamiento de agua. Esta acción facilitará el trabajo y hará más duradera la superficie resultante de la reconstrucción.

-Escarificar la superficie existente para cortar en su base todo defecto visible en la superficie y soltar el suelo sano para incorporarlo a la formación de la nueva sección.

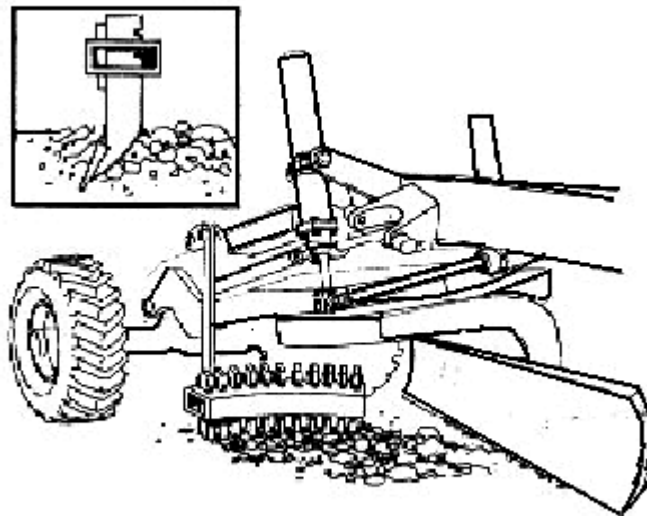


Figura N° 35. Escarificación de calzada existente.

-La niveladora sólo trabaja en un lado de la carretera cada vez y actúa por pasadas de unos 200 m de longitud, hasta puntos convenientemente elegidos, por razones de seguridad.

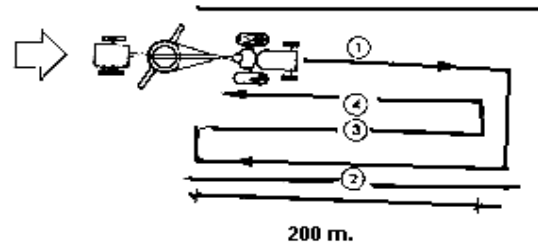
-La nivelación ligera, requerirá 4 pasadas para dar forma al camino. La nivelación intensa requerirá pasadas adicionales para conseguir la pendiente longitudinal precisa. El trabajo se termina primero en un lado del camino. Realizar un número par de pasadas, para evitar una zona plana en la cima o centro de la sección. Hay que dar pasadas de corte inicial, para aportar suelo de las bordas del camino. Las pasadas de reparto distribuyen el material desde la cima. Las pasadas iniciales cortan por el fondo de la irregularidad visible en la superficie y depositan un cordón justamente después de pasada la línea central. El cordón se reparte transversalmente en el camino, depositando todo el suelo arrastrado para dar la pendiente transversal correcta. Agregar agua para obtener el contenido de humedad correcto, necesaria para la compactación (ver formulario RUT – 7).

-No dar una pasada final en el centro del camino con la cuchilla en posición horizontal. Esto deja horizontal el centro del camino y facilita el estancamiento de agua, llevando a un deterioro rápido de la superficie.

-Cuando se emplean medios de compactación, seguir muy cerca la niveladora, pero sólo en tramos donde ha concluido el empleo de niveladora. Se necesitan unas ocho pasadas de un rodillo para conseguir una compactación completa, trabajando hacia el centro del camino.

-La niveladora no debe parar junto a intersecciones o en curvas, donde puede haber peligro por el tráfico.

Nivelación ligera



Nivelación importante

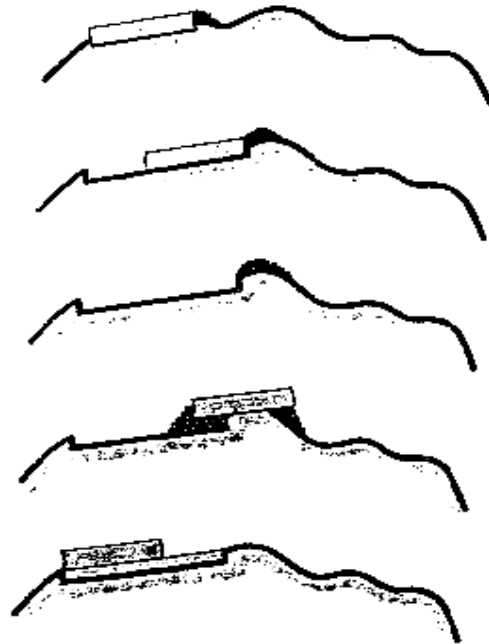


Figura N° 36. Nivelación de la sección transversal.

-La pendiente transversal se comprueba con la plantilla de pendiente transversal, a intervalos de 100 metros, a lo largo del camino.

-En curvas, la superficie será recta, con pendiente de 4% a 6% en todo su ancho para obtener el peralte correcto de la curva. Mantener un peralte correcto

en toda la longitud de la curva. En la transición, reducir gradualmente el peralte entre la parte final de la curva y el tramo recto, hasta llegar de nuevo a la sección normal de la recta.

Reconformación de cunetas, antes de emplear niveladoras en la superficie del camino limpiar las cunetas en forma de V y las de solera plana ancha. El material extraído de la cuneta no se lleva a la superficie de rodadura. En ciertas circunstancias el ingeniero puede enseñar la forma de recuperar y mezclar el material de cunetas, lo que puede convenir cuando la superficie de rodadura carece de finos aceptables y pueden ser aportados por la cuneta.

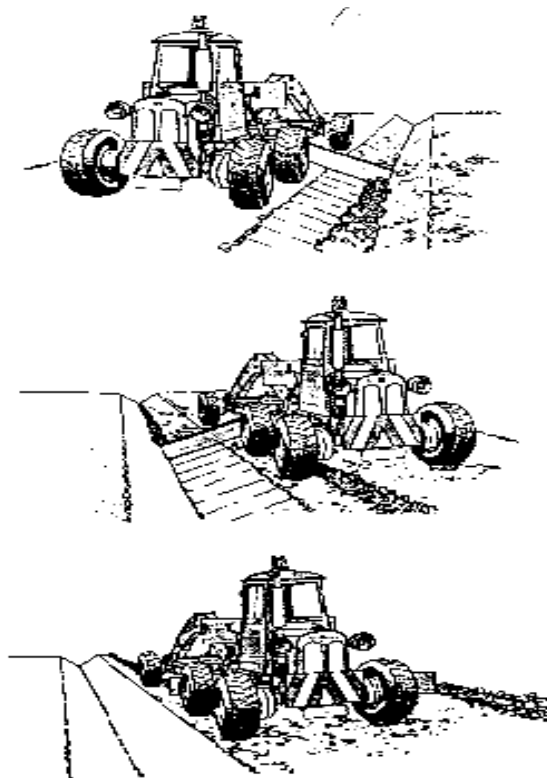


Figura N° 37. Reconformación de cunetas.

La primera pasada limpia el talud del lado del camino y acordona el material en el fondo de la cuneta. En cunetas de fondo plano y ancho, la segunda pasada limpia el fondo de la cuneta. La siguiente pasada limpia el talud exterior y retira el material a la parte alta de la cuneta. Si es posible, se usa una tercera pasada para retirar el material del borde de la cuneta y evitar que vuelva a ella como arrastre.

La cuneta completa tendrá por lo menos 1 metro de profundidad. Los desagües llevarán el agua fuera del borde del camino y seguir las curvas del nivel del terreno. Los desagües deben estar más próximos, entre mayor sea la pendiente de la superficie.

Reconstrucción con mano de obra, el alto costo o la falta de disponibilidad del equipo de nivelación especializado hace que la opción más atinada sea la rehabilitación basada en mano de obra.

3.4.1.4.1 Restitución de la superficie rasante

la actividad de restituir la superficie rasante consiste en el suministro, transporte y colocación del material de préstamo con la humedad requerida; conformación y compactación, de acuerdo con el espesor que se requiera. El trabajo incluye limpieza del banco de préstamo, obtención, explotación, acarreo, escarificación de la superficie donde se colocará, colocación homogenización o mezcla, conformación, humedecimiento, compactación y afinamiento de la superficie de

rodadura, incluyendo cunetas, de acuerdo a la sección típica definida. El balastro se coloca en todos aquellos tramos donde se haya perdido la capa de revestimiento con que fue construido originalmente, o en aquellos tramos que a criterio del ingeniero se encuentren en estado crítico con espesores diferentes, o representen problemas para el tránsito. Todo el material sobrante se retira para evitar que obstruya las cunetas. La conformación de la superficie de rodadura, se ejecuta acomodando las dimensiones de la sección existente del camino, respetando los lineamientos y pendientes existentes. Escarificar, mezclar, regar con agua para alcanzar humedad óptima y conformar para obtener el bombeo especificado en la sección típica aprobada. La escarificación se hará hasta 15 cm, cuando el espesor de balastro existente sea de ese espesor o mayor. Cuando el espesor de balastro sea menor que 15 cm, la profundidad de escarificación se limita al espesor de la capa sobrante de material. Una vez realizada la escarificación, se tamiza el suelo y todas las partículas mayores de 75 mm (3") en el suelo suelto se retiran o se trituran para su reincorporación.

Previa a la compactación, el suelo escarificado se humedece, se mezcla, conforma, afirma, de tal modo que al esparcir todo el material escarificado en lo ancho de la sección transversal típica del camino se proporcione el bombeo necesario para permitir adecuado drenaje transversal, pero sin llegar a pendientes extremas (3% a 6% es lo recomendable) que comprometan la comodidad y seguridad de los usuarios de la vía.

La compactación inicia en los bordes, avanzando hacia el centro del camino y después continúa hasta que toda la capa quede compactada en todo su ancho y espesor, con una densidad del 95% con proctor modificado; según la norma ASTM D 1557.

Durante el proceso y hasta completar la superficie de rodadura, mantener la superficie del camino, libre de estancamientos de agua. Las labores involucradas en la ejecución de esta actividad se hacen sin causar daños a los muros de los cabezales de entrada o de salida de drenajes así como a la tubería de la alcantarilla o cualquier elemento presente y de carácter necesario para el adecuado funcionamiento de la estructura.

3.4.1.4.2 Revestimiento con suelo cemento.

Existen casos en los que no será necesaria la restitución con suelo selecto en la subrasante de un camino, y se realiza un tratamiento más especializado, que involucre mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de los suelos a través de su estabilización, con el objeto de adecuarlos para ser usados en la cimentación de obras civiles; en este caso, en el revestimiento de la superficie de rodadura de caminos rurales sostenibles. Los suelos que necesitan ser estabilizados comúnmente son suelos expansivos, compresibles, colapsables, y de baja resistencia, etc.

El cemento es un estabilizador de suelos granulares friccionantes, con los que se cuenta en la actualidad. Cualquier suelo que no tenga cantidades excesivas

de materia orgánica (máximo 3%) puede ser estabilizado con cemento¹⁴; sin embargo, siempre existen limitantes para lograr un mezclado adecuado de éste, principalmente en arcillas suaves o blandas y húmedas o si los suelos son muy gruesos.

1. Propiedades del suelo cemento, útil para mejorar calzadas de caminos de tierra revestidos; el suelo estabilizado con cemento presenta propiedad especialmente adecuadas. Pero tales propiedades del suelo cemento varían de acuerdo a diversos factores, de los cuales los más importantes son:

- La naturaleza del suelo, calidad y cantidad del agua, proporción de Cemento Pórtland, y cantidad de cada uno de estos elementos por unidad de volumen de mezcla compactada (relación agua / cemento, a/c).
- Condiciones de mezclado, compactado, curado y acabado; que se presenten durante el período de hidratación del cemento.

2. Clasificación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo cemento de acuerdo a su importancia.

¹⁴ La materia orgánica es completamente nociva al cemento, principalmente en estabilización de suelos es muy difícil eliminarla totalmente de estas impurezas. En tal sentido, se permite que los suelos insitu que sean estabilizados no excedan el 3% de impurezas orgánicas; preferiblemente el suelo selecto debe ser tendido en capas de 10 cm a 20 cm debidamente compactadas, limos de preferencia. La prueba de ignición es importante en este caso para garantizar la mejor calidad de la estabilización.

- Propiedades primarias , son las que hacen posible que el suelo cemento se emplee en el mejoramiento de calzadas de caminos de tierra, siendo ésta una de las tantas aplicaciones del suelo cemento. Estas son granulometría, plasticidad, capacidad de carga.
- Propiedades secundarias, son las que garantizan la durabilidad del suelo cemento.

3.4.1.4.3 Tratamiento con cal para la subrasante.

Las técnicas de estabilización con cal hidratada son similares a las de estabilización con cemento, pero existen dos aspectos de diferencias que son importantes:

1. La cal tiene mayor aplicación en estabilización de los suelos arcillosos para la subrasante y muy poca en suelos granulares o friccionantes, contrario con el cemento.
2. La práctica de estabilizar con cal es cada vez mayor, esto como un pre-tratamiento para la subrasante; mientras el cemento se usa para tratamientos finales de rodadura.

La más frecuente utilización de cal como estabilizante es en arcillas plásticas , a las que hace más trabajables y fáciles de compactar, es usada

frecuentemente como pre-tratamiento, antes de la estabilización con cemento, que es utilizado como estabilizante definitivo.

Propiedades del suelo- cal.

1. Granulometría: los suelos con abundantes partículas finas, y plasticidad alta , son más sensibles a la adición de cal que los suelos arenosos y con gran proporción de limos, debido a la floculación de las partículas finas y su aglutinación posterior , lo que hace que en algunos casos, pasados algunos días de hecha la mezcla, la granulometría del suelo presente un incremento notable de arena fina y limo, como también una disminución en los tamaños que pasan por el tamiz No. 200.
2. Humedad Optima : para una misma energía de compactación, la humedad óptima crece y el peso específico decrece con el contenido de cal. Más, la disminución en el peso específico no implica una reducción de la resistencia mecánica del suelo tratado respecto al suelo original, sino todo lo contrario, a igualdad de peso específico, la resistencia de la mezcla es notablemente superior a la del suelo sin tratar.
3. Plasticidad : El límite plástico de un suelo se ve incrementado al adicionarle cal, no así el límite líquido que es reducido considerablemente, esto en suelos muy plásticos; y puede tener el efecto contrario en suelos que presenten menor plasticidad.

3.4.1.5 Tratamientos correctivos de la superficie de rodaje.

Se plantearán los procedimientos para mejorar las condiciones existentes en un camino rural en cuanto a la superficie de rodadura se refiera. Teniendo claro todos factores que afectan a cada uno de los elementos involucrados dentro de la superficie de rodadura, y su estado, se pueden deducir las actividades apropiadas para corregirlos. La limpieza de todo tipo de objetos que puedan obstruir o minimizar las dimensiones de la calzada es un factor involucrado en el buen funcionamiento de un camino, al igual que las condiciones de la superficie de rodadura propiamente dicha como las distintas irregularidades en la calzada; es decir, los baches que tenga por su deterioro, allí es donde se formulan los procedimientos y actividades para que estos factores considerados como principales en el deterioro de la superficie de rodadura sean mitigados factiblemente.

3.4.1.5.1 Limpieza de maleza en laterales.

En los laterales del camino no debe existir vegetación que impida adecuado escurrimiento de las aguas hacia las zonas de desagüe, así como que impida la visibilidad completa a los automovilistas, sobre todo, en las curvas o intersecciones. Esta actividad se efectúa mediante el corte de la vegetación a ambos lados del camino, así mismo el corte de ramas colgantes de los árboles que puedan caer sobre la superficie de rodadura (ver formulario RUT – 23). No deben haber ramas que se encuentren a menos de 8 m por encima de la

superficie. En las labores de mantenimiento de caminos, se llama limpia y chapeo a la operación de cortar todo el exceso de maleza y arbustos que hayan crecido dentro del derecho de vía o que hayan sido sembrados y cultivados en los hombros y taludes, con el objeto de protegerlos de la erosión producida por agentes atmosféricos.

Es importante que la vegetación tanto en hombros como en taludes se mantenga a una altura baja que permita:

- a) La máxima visibilidad de la vía y de las señales de tránsito.
- b) El escurrimiento de las aguas superficiales y lluvias.
- c) Mejora del panorama de la vía para evitar tensiones a los usuarios.

Para efectuar la actividad de limpia y chapeo, el manual centroamericano de la SIECA recomienda tres métodos: manual, mecanizado y procedimientos químicos.

A. Método manual

En Centroamérica, es corriente el uso del machete para la realización de la limpia y chapeo por medios manuales, y posiblemente es el método más utilizado por la abundancia de mano de obra.

Cuando se utiliza machete, se recomienda que el trabajador utilice a la vez una vara que termine en gancho, llamado "garabato". Este tiene varios usos: permite que el trabajador no se agache demasiado, obteniendo más rendimiento al no fatigarse; que no tome con la mano la maleza, evitando el contacto directo con

animales y plantas dañinos; y facilita la recogida de la maleza cortada, además los riesgos de heridas o cortaduras de la mano o el brazo.

El método manual se combina con la quema de lo cortado al final de la jornada, evitando botarlo en sitios distantes del trabajo. Al quemar la maleza tener especial cuidado para que el fuego no se propague más allá del derecho de vía.

B. Método mecánico.

También este método es de uso corriente en Centroamérica, pero es recomendable generalizarlo más, puesto que resulta práctico en las carreteras que tienen hombros amplios (aunque no corresponde a este trabajo de graduación, es necesario mencionar el método por su existencia). Tomando en cuenta que la maleza por razones tropicales se reproduce rápido, este método da buenos resultados.

Existe variedad de equipo para este procedimiento; sin embargo, los que han dado mejores resultados son las chapeadoras rotatorias acopladas a un tractor de llantas de hule. Son de uso corriente en la agricultura por su alto rendimiento y su bajo costo de operación; es recomendable que al equipo lo acompañen dos trabajadores con machetes para auxiliarlo en la limpia de aquellos lugares donde la máquina no logra entrar, tales como en las cercanías de señales de tránsito, puentes, esquinas, etc.

C. Procedimientos químicos.

Estos resultan efectivos en el control de la vegetación y se llevan a cabo mediante el uso de sustancias químicas llamadas “herbicidas” que eliminan las plantas al quemarlas. En el comercio se encuentra gran variedad, de herbicidas y equipo, para su aplicación. El equipo que se utiliza en la agricultura para este trabajo es pequeño y no aplicable para trabajos en caminos; es recomendable que para usarlo en este tipo de trabajos se disponga de un tanque con capacidad mínima de 1000 galones y que las boquillas sean de alta descarga de acuerdo a los volúmenes de químicos a regar, los cuales a su vez dependen del ancho a impregnar y de la velocidad del equipo.

Siendo el objetivo principal de la limpia, mantener buena visibilidad en la vía; es conveniente mantener la vegetación a una altura razonablemente baja; consecuentemente, la frecuencia de la actividad depende de varios factores: zonas, climas, estación, tipo de plantas, etc, pero se recomienda que como mínimo se realicen en todos los caminos dos limpias y chapeos al año, al inicio y al final del invierno.

3.4.1.5.2 Bacheo de la superficie de rodaje.

La reparación del bacheo se puede usar para reparar zonas desgastadas o erosionadas o para restaurar zonas que se debilitan con la humedad. Esta actividad de conservación consiste en sustituir o añadir grava nueva como material de superficie en áreas relativamente pequeñas. El bacheo puede ser

llevado a cabo por una cuadrilla móvil o por métodos basados en mano de obra convencional. El bacheo se estima, comúnmente, como tarea de reparación superficial que involucra menos de 1 ó 2 cargas de material en camión por día. El trabajo a escala mayor se llama generalmente recargo con grava. El bacheo se utiliza para corregir: baches, roderas, canales de erosión (ver formulario RUT – 5).

La forma de reparar los deterioros es la reconstrucción con niveladora o la rehabilitación con mano de obra. Donde se presenten gran número de baches, será preciso escarificar el tramo, con una niveladora y posiblemente hacer un recargo de grava, a utilizar en el procedimiento del bacheo la cual se debe almacenar en la cantera o gravera en áreas destinadas a conservación, o depositada en el lateral de la carretera. Esta grava será de tan buena calidad, o mejor , que el material que está empleado en la superficie de la carretera. Su empleo será aprobado por el ingeniero de conservación.

Descripción de la actividad

Al realizar el bacheo el procedimiento es el siguiente: El material es descargado a mano, del camión, adyacente al lugar donde es necesario el bacheo. Nunca se dejará acopiado el material suelto, obstruyendo el camino. El material suelto y el agua estancada, que se encuentren en el bache, se eliminarán.

En baches grandes y profundos recortar para que tengan sus paredes verticales, y estas lleguen hasta el material sano. Identificado este material, tener en cuenta los siguientes parámetros del material:

El contenido de humedad del material se puede comprobar rápidamente, estrujándolo con los dedos de la mano. Si el material está suficientemente húmedo como para permanecer homogéneo, es admisible su empleo, si este suelta agua, está demasiado húmedo, no se debe usar; si está seco, se remoja el área a bachear y se añade agua al material que ha de llenar el bache. El área se llena con grava en un espesor de unos 10 cm. Si el material está seco, se debe remojar con agua para facilitar la compactación. La capa se compacta usando el rodillo o el pison de mano. El espesor del bache se llena por capas.

Finalmente el área bacheada se llena por igual con la grava hasta un nivel de unos 3 cm por encima del nivel de la superficie y se reparte hasta dejarlo en la forma correcta. El bache se compacta con el rodillo o pison de mano para dar una superficie que esté ligeramente por encima del nivel de la parte del camino circundante. Tanto las zonas grandes como las pequeñas, que se hayan de bachear, se reparan de la misma forma, pero el pison de mano se emplea en baches pequeños. El rodillo se usa en áreas grandes aunque el pison de mano será necesario para compactar bordes y esquinas. Un bacheo no se dejará durante la noche sin haberlo terminado. Durante la noche, la zona de trabajo debe quedar en condiciones de seguridad debiendo desaparecer todos los obstáculos del camino. El personal a utilizar es el siguiente: 1 supervisor, 1 conductor, 2 a 6 obreros, 2 controladores de tráfico; Maquinaria y herramientas: 1 camión pequeño o camión remolque, 1 rodillo, 1 pison de mano, 1 cepillo para cada 2 obreros, 1 pico para cada 2 obreros, 1 pala cada 2 obreros, 1 azadón

para cada 2 obreros,1 rastrillo para cada 2 obreros,1 barril para agua,1 regadera.

3.4.1.6 Limpieza en obras de drenaje.

El estado del drenaje juega un papel muy importante en el mantenimiento del camino, pues su función principal es eliminar en el menor tiempo posible las aguas que por una u otra razón fluyen a/o de las vías, ya sean aguas superficiales o subterráneas. El término drenajes en caminos rurales es muy amplio, e incluye las pendientes transversal y longitudinal, las cunetas, el Subdrenaje, contracunetas, las tuberías, bóvedas y puentes.

El efecto del agua en los caminos puede ser beneficioso o dañino, según las aguas sean controladas o no. Si no hay debido control del drenaje del agua, se producirán daños en los diferentes elementos de la vía, que pueden ser tan graves, que no admitan reparación y sea necesario reconstruir los drenajes.

Limpieza del cauce.

Esta actividad consiste en la limpieza de todos los materiales, ya sean arenas, rocas, o cualquier tipo de suelo, que se hayan depositado por efecto de la acumulación o sedimentación en la zona adyacente a las pilastras y estribos del puente, así como la remoción de troncos, maleza, y cualquier basura retenida en la sección aguas arriba de las pilas que no permitan el libre flujo del agua a

través de la estructura (ver formulario PER-24). Incluirá además la redefinición del cauce tanto en lo referido a su sección hidráulica como el curso del mismo.

Cuando el alineamiento del lecho del río haya sido cambiado por efecto de la sedimentación resultante de crecidas extraordinarias del río, que hayan modificado el curso del mismo, el contratista con todos los recursos adecuados y suficientes procederá a la readaptación del cauce del mismo con el objeto de devolver el flujo natural de la corriente, apartando hacia las orillas de la sección los materiales que no permiten el flujo del agua a través del cauce original¹⁵.

La readaptación al cauce original se consigue haciendo uso de tractores o dragas o cualquier otro tipo de maquinaria adecuada para el trabajo específico del proyecto, esto en una longitud de por lo menos tres veces la distancia medida entre los estribos del puente en el lado aguas arriba y uno y medio veces en el lado aguas abajo; pero en todo caso, se considerarán las nuevas circunstancias que el río está definiendo para el paso de la vía.

En las zonas de la subestructura y sus proximidades, la sección del canal se redefine a su condición natural, removiendo todo material (arena, roca, troncos, etc.) que pudiera haberse depositado o remansado y que obstruya el libre flujo del agua o que pueda crear condiciones de turbulencia que causen socavación en las pilastras o los estribos de la estructura. Los materiales removidos en

¹⁵ Ningún río que haya cambiado su cauce relativo actualmente, aceptará volver rápidamente a su encauce; en tal sentido, es el camino el que se adapte a la nueva dinámica que en ese momento plantea el río, y consecuentemente ocurre la reconstrucción en la vía con o sin modificaciones en la geometría, y la calzada reconsiderará la buena calidad de la subrasante y la rasante.

esta zona se extraen y transportan a sitios autorizados por el ingeniero, donde no constituyan peligro de depósito en el cauce limpiado.

El dimensionamiento relacionado con el ancho y la profundidad del canal y de la sección típica en la zona de la subestructura y sus proximidades a la que se tenga que excavar será definida previamente con los planos, considerando en todo momento la protección y el buen funcionamiento de los elementos de la subestructura del puente.

Debido a que los factores que intervienen en la determinación de los volúmenes de trabajo son tan variados que impiden normalizar su medición, esta se hará en función de la cantidad y calidad de recursos que el contratista invierta en la correcta ejecución. En función de lo anterior, el pago de esta actividad, al contratista, será la suma resultante de los costos provenientes del suministro de la mano de obra, equipo, herramientas y cualquier otro imprevisto necesario para la correcta ejecución de los trabajos, más un porcentaje fijo.

3.4.1.6.1 Destape de cunetas.

La eliminación de agua proveniente de la superficie de rodamiento se realiza a través de las cunetas, trasladándola a lugares fuera del área del camino. Es muy importante conservar el fondo de la cuneta tal como se diseñó (ver formulario RUT-8).

Las operaciones de mantenimiento en cunetas se realizarán constantemente, pero en especial a la entrada y durante la estación lluviosa. Se tendrá presente,

que una buena práctica de trabajo es constatar su funcionamiento cuando hay lluvias intensas, para determinar objetivamente si son lo suficientes y trabajan evacuando correctamente o si hay necesidad de ampliar o mejorarlas.

3.4.1.6.2 Limpieza de alcantarillas.

Esta actividad consistirá en la recolección, extracción y remoción de todo tipo de materiales que se encuentren depositados en la sección de cada una de las alcantarillas y cajas del proyecto, además incluyendo la limpieza y remoción de todo material que se encuentre en la entrada y salida de las alcantarillas (ver formulario RUT-13).

1) Procedimiento de ejecución:

La limpieza incluye la estructura misma, así como sus causes de entrada y salida existentes dentro del derecho de vía del camino y hasta una longitud de 50 m dentro de causes naturales aguas arriba y aguas abajo de la alcantarilla.

La limpieza de alcantarillas y cajas debe ser hecha utilizando preferentemente mano de obra y herramientas manuales, a menos que por razones especiales sea necesario el uso de algún equipo mecánico liviano.

Cuando estos canales se encuentren azolvados como producto de depósito o sedimentación de suelos, basura, maleza o cualquier otro material, deben ser objeto de excavación y remoción hasta conseguir darles la forma, sección y pendiente originales. En todo momento, tener presente que las labores hechas

mediante esta actividad serán encaminadas a lograr el paso rápido de las aguas a través de estos elementos. Todos los materiales extraídos en el desarrollo de las labores descritas constituyen desperdicios a ser removidos de la zona y transportados a sitios donde no representen problemas ecológicos e inminentes a los drenajes. Las labores involucradas en la ejecución de estas actividades se harán sin causar daño a los muros de los cabezales¹⁶ de entrada o de salida así como a la tubería de la alcantarilla o cualquier elemento presente y de carácter necesario para el adecuado funcionamiento de la estructura del camino.

2) Medición y forma de pago.

El trabajo realizado en esta actividad será medido por unidad limpiada, considerando como una unidad todos los elementos que conforman el sistema de drenaje del punto en consideración, así como, el canal de entrada, la estructura del canal de alivio y cualquier elemento asociado al drenaje del sitio. Lo anterior será Independientemente del diámetro, cuando se trate de alcantarillas o del tamaño de la sección, cuando se trate de cajas.

3.4.1.7 Tratamiento de taludes.

A continuación se describen los procedimientos para la reconfiguración de los taludes de los caminos rurales, de acuerdo al tipo de suelo y altura que poseen, además de la gravedad del derrumbe ocurrido.

¹⁶ Si estos se encontrarán dañados, se procede de acuerdo con el formulario RUT-14.

3.4.1.7.1 Conformación y reconformación de taludes.

Los caminos en toda su longitud están limitados lateralmente por taludes de corte o terraplén. Para que los taludes puedan conservarse correctamente, cumplirán las especificaciones de construcción FP-96, y las de mantenimiento SIECA-96 y / o reparación. Los taludes se construirán con pendientes que varían en relación a su altura. En la Tabla N° 6 se presentan datos sobre la inclinación que deben tener los taludes, tomando en cuenta clase de material del terreno y altura del corte o terraplén.

Una vez tallado el talud, es conveniente que se les redondee la corona. Si este trabajo no se hace durante la conformación se efectúa después, como parte del mantenimiento preventivo recomendando; como buena práctica hacerlo a 1.50 m. para arriba y debajo de la línea de corte de la ladera (ver formulario PER-19).

Si el redondeado de los taludes no se hace a su debido tiempo, es posible que el agua al caer de la ladera al corte, no corra pegado al terreno, sino que salte al llegar a la orilla, golpeando al talud provocando socavamientos y posteriores derrumbes. Por la misma razón, en la cara de los taludes de corte en roca,

Tabla N° 6. Taludes, altura e inclinación según el suelo del que están compuestos.

CLASE DE MATERIAL	ALTURA	INCLINACION
Corte		
Roca	Cualquiera	1/4: 1
Limo- arenoso	Cualquiera	1/4: 1
Material común	0 a 3 m.	1:01
Material común	3 a 7 m.	1/2: 1
Material común	más de 7 m.	1/3: 1
Relleno		
Todo material	0 a 3 m.	2:01
Todo material	más de 3 m.	1 1/2: 1

Tomado de Manual Centroamericano de mantenimiento de carreteras, alcantarillas y puentes de la SIECA, Julio, 1974.

eliminar todos los salientes que no permitan un escurrimiento suave de las aguas, pues además de provocar derrumbes que dañan la vía, pueden originar serios accidentes de tránsito al arrancar piedras y caer sobre los vehículos en circulación.

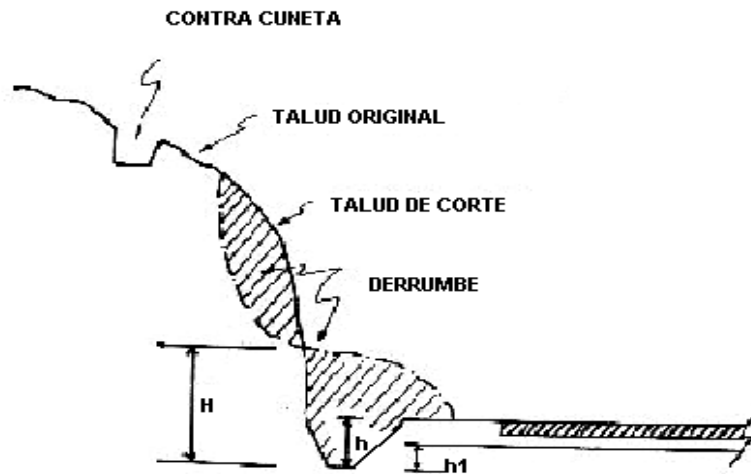


Figura N° 38 . Esquema de un posible derrumbe de talud.

Eliminación de derrumbes. Estos pueden ser pequeños o grandes, pero cualquiera que sea su magnitud, siempre tiene un resultado negativo para la estructura del camino, ya que obstruyen las cunetas y cuando son de gran magnitud producen daños directos en la superficie de rodadura. Los derrumbes causan efectos totalmente nocivos: a) obstruyen el escurrimiento del agua en las cunetas, y la represan manteniendo charcos o lagunetas y el consecuente ablandamiento de los suelos de la zona localizada, b) siendo la altura del derrumbe superior a la de la línea central del camino, la humedad de ésta en vez de drenar hacia la cuneta, no se elimina, saturando los materiales y facilitando la destrucción de la rodadura.

Los derrumbes, eliminarlos en el menor tiempo posible (ver formularios RUT-25 y 26); dependerá de la magnitud del derrumbe y de los medios con que se

cuenta para removerlos. Si son relativamente pequeños, las cuadrillas de mantenimiento lo harán rápido; si son de gran magnitud, conviene por rapidez y economía usar equipo mecánico como cargadores o palas montadas sobre ruedas neumáticas.

Para la eliminación rápida de los derrumbes, también es importante la elección de los lugares para descargar el material de desecho, los que deben ser amplios para permitir fácil movimiento tanto de los vehículos de descarga como del equipo adicional. Se tomará en cuenta que los materiales descargados no obstruyan o desvíen la salida o entrada de las aguas de las cunetas, tuberías, etc. Tampoco es recomendable que el material proveniente de los derrumbes se coloquen sobre los rellenos, porque si estos no se compactan, fácilmente se saturan, originando posteriormente los deslizamiento. El acabado final de los taludes, especialmente la limpia de las cunetas, se hará manualmente (ver formulario RUT-8).

Prevención de derrumbes.

Si un talud se desploma pero el suelo no es quebradizo, es aconsejable cortarlo o tallarlo con un ángulo de reposo mayor que el original, eliminando la concavidad dejada por el derrumbe. Este trabajo, según las dimensiones, puede hacerse a mano o con maquinaria. Si se utiliza el primer sistema, el trabajo lo realizan cuadrillas equipadas con barras, picos, palas, y cuerdas; es importante tener la máxima precaución, a efecto de que durante su realización, no ocurran accidentes de trabajo, con las consiguientes pérdidas que lamentar.

Cuando el trabajo se realice con maquinaria, poner especial atención en el equipo a usar, tanto para cortar como para retirar el material y tallar el talud. También es importante tomar en cuenta, que la línea donde se inicie el corte tenga el ancho suficiente que permita libertad de movimiento, sin que se produzca un nuevo derrumbe o asentamiento que provoque accidentes. Para realizar estos trabajos se puede seguir el procedimiento de terrazas, construyendo una o más, según sea la altura del talud; en todo caso, esta contará con un ancho mínimo de dos veces la del equipo, en cada terraza.

Cuando el derrumbe proviene de un talud alto o bajo, pero de suelo quebradizo, el trabajo, ya sea realizado a mano o con maquinaria, se hace construyendo terrazas pequeñas; éstas serán más pequeñas y la nueva línea del talud más inclinada, esto, entre más quebradizo sea el suelo y mayor altura tenga el talud. Para la conservación de taludes se recomienda la construcción de terrazas, porque además de proveer estabilidad presenta otras ventajas, como: a) los nuevos derrumbes caerán en el piso de las terrazas sin alcanzar la superficie del camino; en el caso que esto último sucediera, probablemente sólo será una parte de su volumen lo que facilitará un retiro más rápido; b) las aguas que no alcancen a ser recogidas por las contracunetas, pueden encausarse a través de pequeñas cunetas construidas en cada terraza, lo que en gran medida elimina el peligro de nuevos derrumbes.

3.4.1.8 Señalización de tránsito.

El mejoramiento de caminos no sólo incluye el tratamiento de los elementos básicos de funcionamiento, también, un sistema de señalización paralelo que permita a los usuarios una guía del lugar en que transitan. Con el empleo de dispositivos de control de tránsito se mejora el uso del camino, permitiendo seguridad y orientación del usuario. Los dispositivos de control de tráfico son: las señales, marcas, semáforos y avisos que se colocan sobre o adyacente a las carreteras y caminos por autoridades públicas, para prevenir, regular y guiar a los usuarios de los mismos.

Estos dispositivos indican a los usuarios las precauciones o prevenciones a tener en cuenta, las limitaciones que gobiernan el tramo en circulación y las informaciones necesarias, dadas las condiciones específicas para cada camino o carretera.

Clasificación de las señales de tránsito:

1. señales: estas pueden ser preventivas, restrictivas e informativas.
2. marcas: rayas, símbolos y letras.
3. obras y dispositivos diversos: cercas, defensas, indicadores de obstáculos, indicadores de alineamiento o de servicios al usuario de la vía.
4. dispositivos para protección en obra: señales preventivas, restrictivas e informativas; canalizadores, señales, manuales.
5. semáforos: vehiculares, peatonales y especiales.

Al proyectar dispositivos de control de tránsito, lo más importante es lograr la uniformidad de formas tamaños, símbolos, colores, ubicación etc., de manera que satisfagan una necesidad, llamen la atención, impongan respeto y transmitan un mensaje claro y legible.

Señales preventivas

Su función es dar al usuario aviso anticipado de un peligro potencial sobre o a un lado del camino, se identifican con el código SP (figura N° 39). Se instalan siempre que una investigación o estudio de tránsito indique que existe una condición de peligro potencial. Las características que pueden justificar el uso de señales preventivas son las siguientes:

- cambios en alineamiento horizontal y vertical por la presencia de curvas.
- Presencia de intersecciones con caminos o carreteras, y pasos a nivel con vías de ferrocarril.
- Reducción o aumento del número de carriles y cambios de anchura del pavimento.
- Pendientes peligrosas.
- Proximidad a un cruce donde existe un semáforo o donde se debe hacer un alto.
- Pasos peatonales y cruces escolares.
- Condiciones deficientes en la superficie del camino o carretera, como presencia de huecos y protuberancias.
- Presencia de derrumbes, grava suelta, etc.

- Aviso anticipado de dispositivos de control por obras de construcción.



Figura N° 39. Señales preventivas.

La ubicación de las señales preventivas (figura N° 39) en sentido longitudinal, serán antes del riesgo que se trate de señalar a una distancia que depende de la velocidad de aproximación. El tablero de las señales preventivas será de forma cuadrada, de esquinas redondeadas, que se colocará con una de sus diagonales en sentido vertical tomando la forma de diamante. Los colores serán en acabado reflejante o mate, así : amarillo para el fondo, y negro para el símbolo, leyenda caracteres y filete.

Señales restrictivas

Tienen como función expresar en la carretera o camino alguna fase del Reglamento de Tránsito, para su cumplimiento por parte del usuario, identificadas con el código SR (figura N° 40). En general, tienden a restringir algún movimiento del mismo, recordándole la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada.

Las señales restrictivas de acuerdo a su uso se clasifican en los siguientes grupos:

- De derecho de paso o vía.
- De inspección.
- De velocidad máxima o mínima.
- De movimientos o circulación.
- De mandato por restricciones y prohibiciones.
- De estacionamiento.

El tablero de las señales restrictivas (figura N° 40) será de forma rectangular, con las esquinas redondeadas, excepto las señales de “ALTO”, que tendrá forma octogonal, y “CEDA EL PASO”, que tendrá forma de un triángulo equilátero con uno de sus vértices hacia abajo. Las señales que requieran una explicación complementaria, además del símbolo, llevarán un tablero adicional de forma rectangular, colocado en su parte inferior formando un conjunto.

El color de fondo de las señales restrictivas será blanco en acabado reflejante o mate. El anillo y la franja diagonal en rojo, y el símbolo, letras y filete en negro, excepto las señales de “ALTO” y “CEDA EL PASO” . La señal “ALTO” llevará fondo rojo con letras y filete en blanco. La señal “CEDA EL PASO” llevará fondo blanco con letras en negro y franja perimetral en rojo.

La ubicación longitudinal de las señales restrictivas será en el punto mismo donde exista la prohibición o restricción. En sentido lateral las señales se fijarán en uno o dos postes colocados a un lado del acotamiento en carreteras y caminos.



Figura N° 40. Señales restrictivas.

Señales informativas

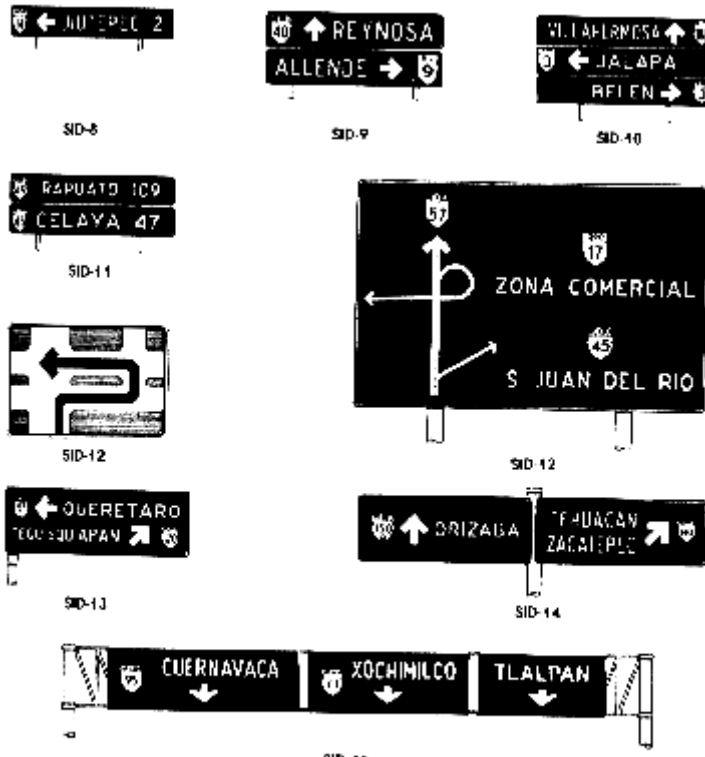
Las señales informativas, identificadas con el código SI (figura N° 41), tienen como función guiar al usuario a lo largo de su itinerario por caminos y carreteras e informarle sobre nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar.

Las señales informativas se clasifican en los siguientes grupos:

- a) De identificación: se usarán para identificar los caminos según el número que les haya sido asignado. Tendrán forma de escudo, pudiendo, este,

ser pintado sobre una placa rectangular o recortado según la silueta correspondiente.

- b) De destino: se usarán para indicar al usuario el nombre de las poblaciones que encuentre sobre la ruta, el número de ésta y la dirección que deberá seguir.
- c) De servicio: son aquellos que identifican lugares donde se prestan servicios generales como gasolineras, puestos de socorro, teléfonos, etc..
- d) De información general: son aquellos que identifican lugares, ríos, puentes, poblaciones, nombre de calles, sentidos de tránsito, desviaciones, postes de kilometraje, etc.



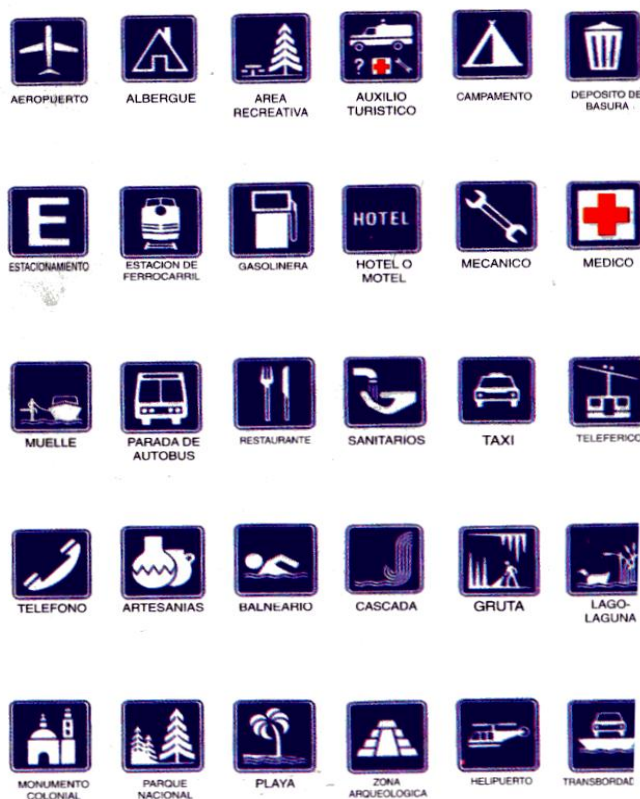


Figura N° 41. Señales informativas.

Las señales informativas (figura N° 41) serán de forma rectangular, con su mayor dimensión horizontal, excepto los escudos, las señales de servicio y los postes de kilometraje que tienen su mayor dimensión en sentido vertical.

El tamaño de estas señales se ajusta a las necesidades, pero es aconsejable que no tengan más de tres renglones de leyenda. Su color debe ser en general de fondo blanco en acabado mate con leyenda, flechas y número en negro. En autopistas y otras arterias importantes, el fondo blanco será reflejante, de preferencia. Las señales informativas elevadas serán de fondo verde mate y

leyenda, flechas y números en blanco reflejante. Las señales de servicio tendrán marco azul y símbolo negro, dentro de un cuadro blanco, excepto “PRIMEROS AUXILIOS” que llevará símbolo rojo.

Marcas sobre el pavimento

Las marcas en el pavimento están formadas por marcas longitudinales, marcas transversales y otras. Las marcas longitudinales pueden ser de línea continua o de línea discontinua. Cuando se emplea una línea continua, ella restringe la circulación de tránsito de tal manera que ningún vehículo pueda cruzar o circular sobre ella. Las líneas discontinuas que son directrices, tienen como objeto guiar y facilitar la circulación en las diferentes vías; pueden ser cruzadas siempre que ello se efectúe dentro de las condiciones de seguridad.

Las líneas continuas tienen como fin, prohibir a un vehículo rebasar al otro, a que pase de un carril a otro de sentido contrario en puntos peligrosos como curvas, cambios de rasante, pasos a desnivel, etc., o delimitar los carriles de circulación.

En línea discontinua, los vehículos no deben cruzar la línea continua trazada a la derecha de una línea discontinua. sin embargo, la línea continua puede ser cruzada por los vehículos si ella está colocada a la izquierda de la línea discontinua.

Las marcas transversales en el pavimento se emplean como indicadores de parada o bien para delimitar fajas destinadas para el cruce de peatones. Las marcas sobre el pavimento son de color blanco y amarillas.

En la Ley de Carreteras y Caminos vecinales, están contenidos artículos referidos a la señalización vial, los que se citan a continuación:

“Art. 23. Toda persona natural o jurídica de cualquier naturaleza que fuere, que desee colocar por su cuenta señales de tránsito, debe obtener previamente la aprobación de la oficina respectiva, acompañando para tal efecto la solicitud con los diseños correspondientes y ofreciendo cumplir con los requisitos que exige la presente Ley.

Art. 24. En las señales de tránsito no podrán colocarse rótulos o anuncios. Se prohíbe la instalación de los mismos cuando puedan confundirse con postes marcadores, avisos, placas de prevención y otras señales de tránsito colocadas a lo largo de las vías.

Art. 26. No se permitirá la instalación de anuncios o rótulos dentro del derecho de vía ni sobre señales de tránsito, postes de servicio público, cordones, puentes, alcantarillas, árboles, rocas, piedras y muros dentro del derecho de la vía pública y en todas las obras auxiliares construidas en ella.”

Generalmente la señalización vial se encuentra localizada en carreteras especiales, primarias y secundarias, no considerándose las carreteras terciarias modificadas, las terciarias y las rurales A y B, ya que en su mayoría no existe

ninguna señalización y si la hay es relativamente poca. Los caminos rurales sostenibles cuya superficie de rodaje sea de pavimento asfáltico o de concreto hidráulico, esta prioridad de servicios obliga prácticamente a que deben ser señalizados y demarcados en superficie tal como corresponde a cualquier vía de tal naturaleza pues el uso y/o servicio es el mismo para los fines del usuario y el cumplimiento de reglas internacionales convenidas.

3.5 Propuesta de técnicas para el camino Quezaltepeque – San Matías.

Tomando en cuenta el estudio de campo realizado en el camino Quezaltepeque – San Matías, con el cual se realizó el diagnóstico del estado en que se encuentra este camino, así como las técnicas utilizadas en el mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo¹⁷, se presenta una propuesta de las técnicas y su correspondiente mantenimiento para dar al camino en estudio características adecuadas de funcionabilidad. Así como la posibilidad de que se convierta en camino rural sostenible (CRS).

Alineamiento horizontal.

Los valores de tangentes de 9.15 m a 391.61 m y radios de curvatura de 39.73 m a 522.69 m del camino Quezaltepeque – San Matías, poseen una variación de valores mayores y menores con respecto a los parámetros establecidos por

¹⁷ Toda técnica y procedimiento se encuentran referenciados en las secciones anteriores y en los formularios PER, RUT, y REM anexos al capítulo.

las Normas de Diseño para Caminos Rurales (ver cuadro N° 4). Por economía, no se recomienda cambio alguno, sin embargo, el formato REM -44, establece las pautas para cuando en la realización haya algún tramo que requiera modificación.

Alineamiento vertical.

Los valores de pendientes se encuentran entre 0.1% y 12.4%, las longitudes de curva entre 18.86 m y 816.87 m, poseen una variación de valores mayores y menores respecto a las Normas de Diseño para Caminos Rurales (ver cuadro N° 4); No se recomienda cambio alguno, sin embargo el formato REM -44, establece el procedimiento para cuando se requiera una modificación en el alineamiento vertical.

Sección transversal.

Esta se compone de varios elementos como: Taludes, cunetas, bombeo; por lo que no se puede dar una propuesta general, sino en correspondencia a cada componente como se especifica a continuación:

Taludes.

No requieren ninguna reconfiguración ya que se encuentran en condiciones estables, aunque se debe tener un control de ellos sobre todo en la época lluviosa por algún derrumbe local que obstaculice el camino, en los formatos

RUT –23 y 24¹⁸ se describe el procedimiento para la prevención y eliminación de derrumbes de manera adecuada. Estabilizar los taludes que no cuenten con la vegetación adecuada para evitar la erosión y saturación de su superficie, este procedimiento se encuentra detallado en la sección 3.3.1.1.

Obras de paso.

Actualmente no presentan daños que interfieran en el buen funcionamiento del camino, por lo que no se requiere reparaciones estructurales. Se deben considerar varias actividades dentro del mantenimiento de los puentes. A continuación se hará mención de cada uno de ellos, así también la referencia de los procedimientos que se realizarán para dar el adecuado mantenimiento.

- Reparar los barandales que presenten algún daño de acuerdo al procedimiento del formato RUT -16.

- Reparar los accesos a los puentes que se encuentran en mal estado, esto se realizará con el procedimiento de la sección 3.3.1.2.

- Un aspecto muy importante en el mantenimiento de las obras de paso es la limpieza del cauce de río o quebrada , arriba y debajo de ellas, en cada punto, esto se describe en el formato PER - 24.

- Realizar un mantenimiento preventivo de las obras de paso en el camino Quezaltepeque – San Matías.

¹⁸ Se debe considerar que las técnicas y procedimientos son de carácter general, por lo que se debe adecuar al equipo y personal con que se cuente.

Superficie de rodadura.

Por el estado general en que se encuentra la superficie de rodadura del camino Quezaltepeque – San Matías y considerando los datos de índice de plasticidad (Ip) están entre 0.3 y 42.0, descritos en el anexo N° 1, para Ip's mayores que 9 necesariamente se requiere la sustitución del material que se encuentra presente en la superficie de rodadura del camino, este procedimiento se describe en el formato PER - 4 . Existen tramos que presentan malas condiciones pero la solución es la reconfiguración de la misma de acuerdo a lo descrito en el formato RUT - 6.

Bacheo de la superficie de rodadura.

Es prioritario que todos los baches que se encuentran en el camino Quezaltepeque-San Matías sean reparados rápidamente, debido al inconveniente que representan para el usuario y el daño que producen en la subrasante. El procedimiento a seguir para realizar esta actividad correctiva se detalla en el formato RUT - 5.

Limpieza de maleza en laterales.

La maleza que se encuentra en los laterales del camino debe ser limpiada en la época de invierno y verano, de manera que no ocasione obstrucción del agua lluvia, la realización de esta actividad es descrita en la sección 3.4.1.5.1.

Cunetas.

Los daños que presentan y la inexistencia en algunos tramos, hace necesaria la reconfiguración y construcción de cunetas, las cuales pueden ser sin revestimiento, ya que con el debido mantenimiento mantendrá sus características. El procedimiento de conformación y construcción de cunetas no revestidas se encuentra detallado en los formatos REM – 10, 12 y 13 respectivamente.

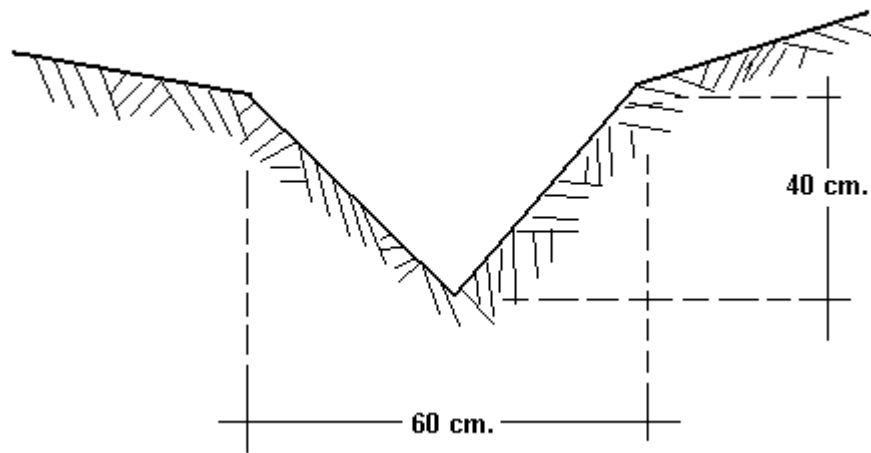


Figura N° 42. Sección de cuneta propuesta.

Disipadores.

Al realizar la construcción y reconfiguración de las cunetas, en el camino, se debe prestar atención a las pendientes mayores que 8% que puedan provocar erosión en ellas por el arrastre del agua, por lo que se hará necesario la construcción de disipadores en esos tramos. El procedimiento se describe en la sección 3.3.1.3.

Drenaje de vertido.

El camino no cuenta con un sistema de drenaje que evacue el agua, de los drenajes laterales hacia sitios donde no dañen la superficie de rodadura, por lo que se requiere la construcción de drenajes de vertido en toda su longitud, tal construcción dependerá de factores como: la topografía existente en cada tramo del camino, como de la existencia de zonas naturales que permitan el recibimiento de la escorrentía a evacuar. Se hace necesario identificar puntos adecuados que hagan posible la recepción de la escorrentía: entre estos puntos se encuentran las quebradas y ríos que atraviesan el camino y por ser puntos más bajos permiten con facilidad el desagüe de zonas más altas. En el proyecto Quezaltepeque –San Matías son identificables el río Caro, río Sucio, quebrada Las Tinajas y quebrada Piedras Gordas, que serán los principales receptores. La construcción de los drenajes se realizará haciendo una zanja de longitud variable (según la figura N° 21 de la sección 3.3.1.3), dependiendo de la distancia a la que hay que verter el agua a evacuar, con un revestimiento que

no permita la erosión. Existe un tramo a partir del estacionamiento 0+483 hasta el estacionamiento 1+288, en el que se necesita la construcción de drenajes de vertido, ya que la cantidad de agua que corre por el camino es considerablemente fuerte, por existir un punto de drenaje freático en el inicio del tramo, por lo que este se tienen que construir cada 20 m. y así evitar el deterioro de las cunetas.

Bombeo.

Los valores del bombeo en la longitud del camino varían desde 1.5 % a 2%, y tomando en cuenta que para un camino de clasificación rural debe ser de 3%, el valor de bombeo implica que se debe realizar una reconfiguración de este. Esta actividad según la Sección 3.3.1.3 debe hacerse de tal forma que se rellene uniformemente con tierra desde el centro hacia los bordes de la superficie del camino, asegurándose que el relleno comienza en el centro, esto se puede hacer señalando con junta tensada entre estacas del centro, y a la vez evitando que se deposite material en los bordes de la terraza. Considerando que el camino Quezaltepeque – San Matías presenta similares valores de bombeo en toda su longitud, se debe realizar el procedimiento en todo el camino.

Drenaje de protección.

Este recoge el agua que llega al talud por la parte superior, por cuestiones de seguridad se debe realizar la construcción de drenajes de protección en los

taludes del camino a los que llega una gran cantidad de agua lluvia, de acuerdo al diagnóstico realizado en el camino Quezaltepeque – San Matías, el talud que presenta estas condiciones es el que se encuentra en el estacionamiento 5 + 796, que es un talud natural, por lo que requiere la construcción de un drenaje de protección en su longitud, esto se describe en la sección 3.3.1.3.

Drenaje subterráneo.

El camino presenta un problema serio en lo que a drenaje freático se refiere, ya que este produce un desgaste y erosión de la superficie de rodadura, a partir del estacionamiento 0+483 hasta el estacionamiento 1+288, haciéndose necesario la construcción de un drenaje subterráneo, este se construirá de la siguiente manera:

Diseño de drenaje subterráneo (dren Francés)

Ubicación del lugar a drenar:

Desde estacionamiento 0+500 a 0+650 (nacimiento superficial de agua puede dañar las capas de subrasante, base y sub-base.)

Pendiente de la rasante 7.0% en ese tramo, se hará una zanja de 150 m de longitud, desaguando en canaleta.

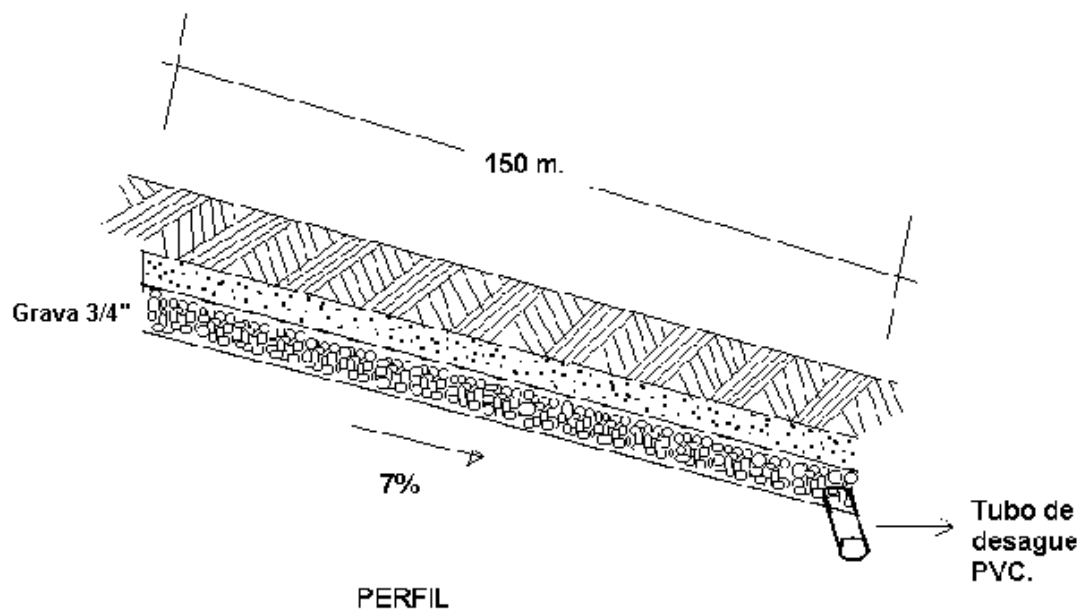


Figura N° 43. Perfil de drenaje subterráneo.

El dren se hará al lado izquierdo de la vía específicamente donde afecta el nivel freático.

Se excavará una zanja de 150 m de largo por 1.50 m de profundidad con un ancho de 0.60 m cuya sección es la siguiente:

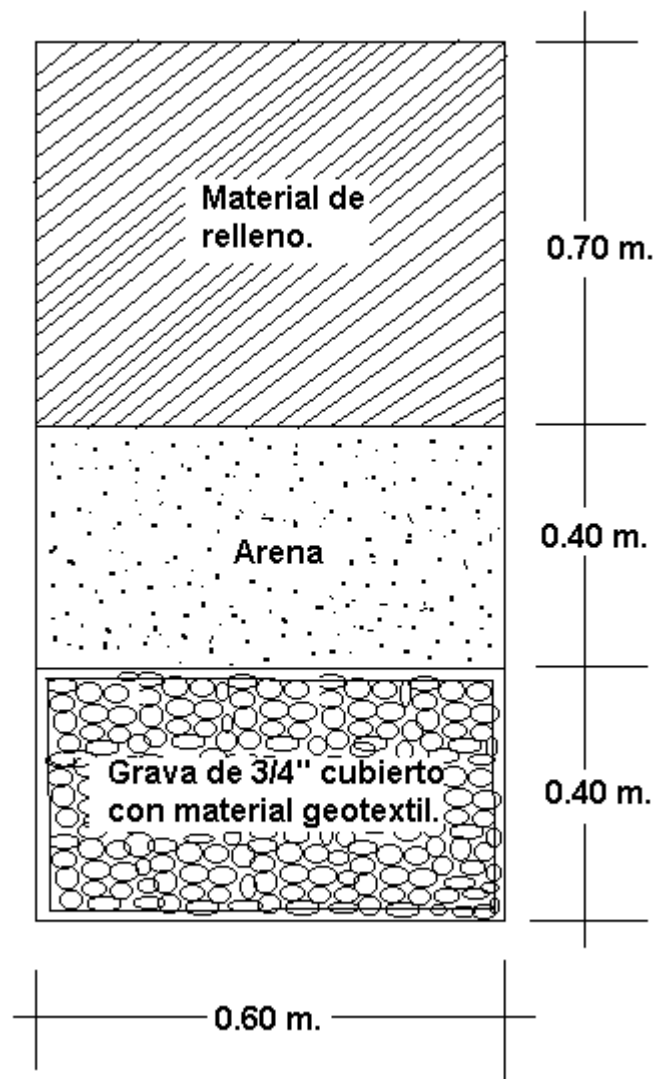


Figura N° 44. Sección de drenaje subterráneo.

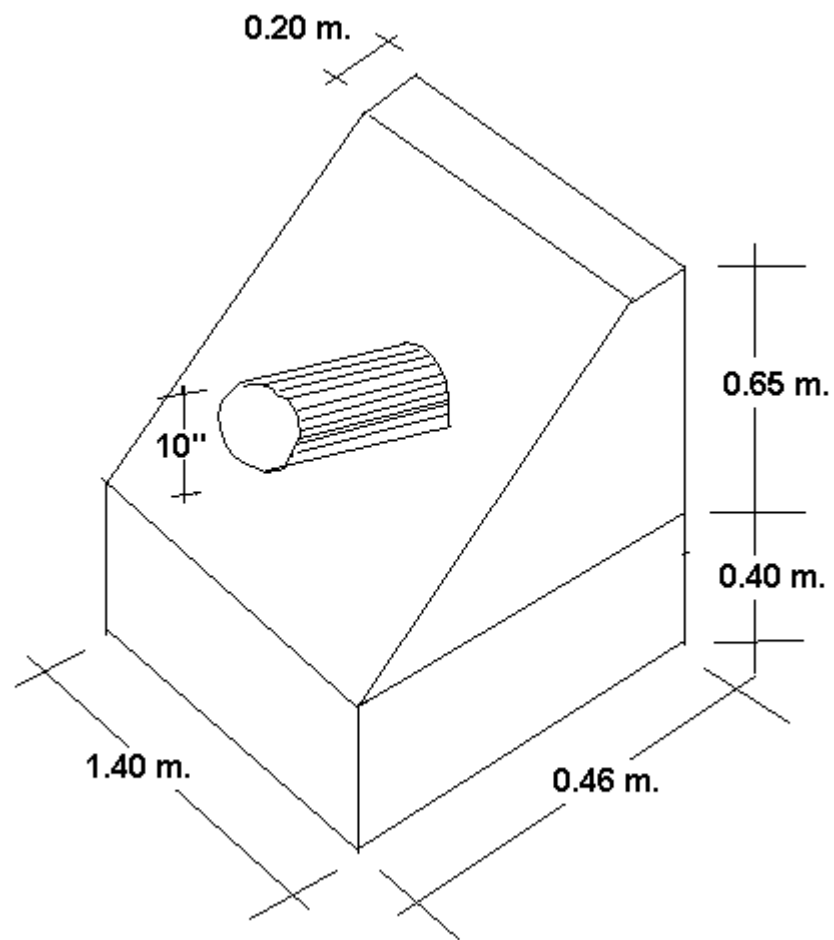


Figura N° 45. Detalle de cabezal.

El drenaje se podrá elaborar justo de bajo de la canaleta en la zona afectada como se muestra en la sección típica siguiente:

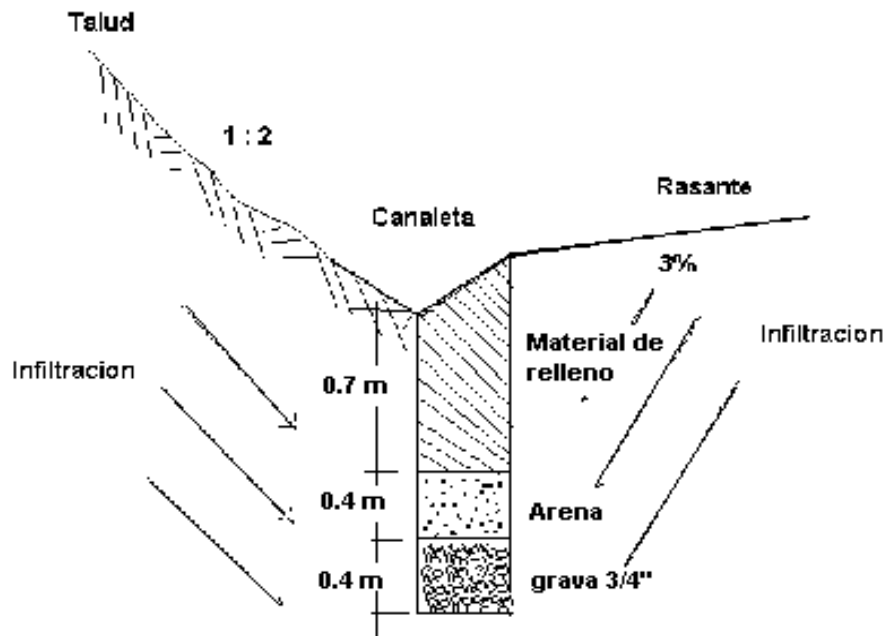


Figura N° 46. Detalle del drenaje.

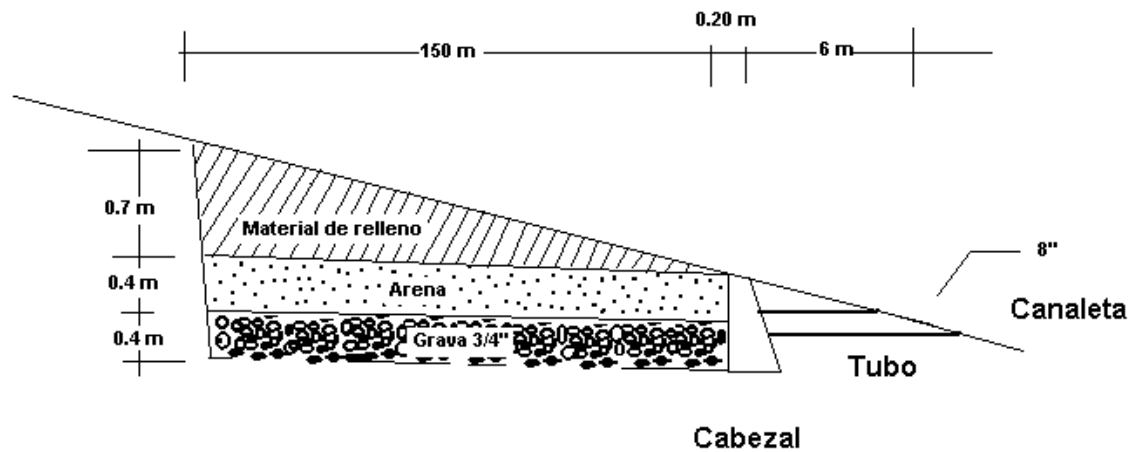


Figura N° 47. Desagüe en canaleta colineal.

CANTIDADES DE MATERIAL.

PARA DREN

Grava de ¾"	150m x 0.60 x 0.40 =	36 m3
Arena	150m x 0.60 x 0.40 =	36 m3
Material de recubrimiento	150m x 0.70 x 0.60 =	63 m3
Tubo de 8" ó 10"	3 tubos de 6m (concreto o PVC)	
Tela o material Geotextil	rollos de 2.10 a 2.4m	

Alcantarillas.

Estas no se encuentran en ningún estado de deterioro por lo que actualmente se mantendrán sus elementos tal como están; aunque con el paso del tiempo se hará necesario una inspección y reparación de daños, si los hay, lo cual se describe en el formato PER - 6.

Además, las alcantarillas requieren de una limpieza periódica para evitar obstrucciones de agua, sobre todo en la época lluviosa. El procedimiento de limpieza de alcantarilla se describe en el formato RUT -13.

Señalización.

Por tratarse de un camino rural, el tipo de señalización que se debe llevar a cabo es la vertical, ya que prácticamente no existen en el camino

Quezaltepeque – San Matías y es de gran necesidad para el conductor que hace uso de esta vía. Dentro de este tipo de señalización existen las señales restrictivas, preventivas e informativas, descritas en la sección 3.4.1.8. La señalización se establecerá al inicio y final del camino, intersección Hacienda Río Claro, intersección con el Cantón y Caserío El Jocote, Hacienda San Lorenzo, Hacienda San Roger, Finca El Capulín, Colonia Las Tinajas, Finca y Caserío San Antonio, Caserío El Conacaste, Cantón y Caserío Santa Rosa, Calle vieja a San Matías, además señalar todo cambio entre tangente y curva, señales de puentes y bóveda. El procedimiento para realizar la señalización se detalla en el formato REM - 45.

3.6 CONCLUSIONES.

El mejoramiento y mantenimiento de caminos rurales, conllevan un costo, evaluable con anterioridad, para tomar la decisión de realizarlo o buscar alguna alternativa técnica y económicamente factible, apegado a los criterios de caminos rurales sostenibles. Así como a normas y especificaciones de diseño y construcción actuales, en concordancia con el área centroamericana.

Para que un plan de mantenimiento logre los objetivos propuestos, es necesario que los encargados realicen los procedimientos descritos en las diferentes secciones de este capítulo, aplicando lo establecido en los formatos de la

Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA), en forma correcta.

Es ventaja técnica y económica, mantener el alineamiento horizontal como el vertical, existentes, mejorando principalmente las irregularidades considerables en cada uno de los componentes de estos alineamientos del camino Quezaltepeque – San Matías, estacionamiento 3+220 donde existe una pendiente del 12% y curvas horizontales continuas.

Cuando la restitución del suelo existente en la base y superficie de rodadura de un camino rural no sea adecuado, este se estabiliza preferentemente con cemento en conveniencia con las características del material. En suelos arcillosos el uso de cal como estabilizante es otra alternativa para el mejoramiento de la base del camino.

Los dispositivos de control de tráfico como la señalización vertical y horizontal son necesarios para el funcionamiento del camino, en los puntos donde se requiere indicar información específica a los usuarios del camino, debiendo colocarse en entronques, desvíos, curvas pronunciadas, pendientes fuertes, zona de derrumbes y en todo punto que requiera ser señalizado, evitando confusiones al usuario.

**FORMATOS ANEXOS AL
CAPITULO III**

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO RUT - 5	NOMBRE: BACHEO DE SUPERFICIES NO PAVIMENTADAS		
DESCRIPCION: Reparación a mano de pequeñas áreas, de carreteras y hombros no pavimentados, que presentan irregularidades tales como baches, depresiones, desgastes del balastro, áreas inestables y otras, colocando material apropiado.			
PROPOSITO: Corregir las irregularidades para la preservación de la carretera, evitarla formación de atascaderos y ofrecer seguridad y comodidad a los usuarios, así como mantener a un mínimo aceptable el costo de operación de vehículos.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Esta actividad debe ser realizada cuando las irregularidades provocan empozamientos de agua que al filtrarse destruye la carretera y antes que el área afectada se vuelva intransitable para el tránsito automotor.			
CANT.	MANO DE OBRA	PROCEDIMIENTO	
1	Caporal	<ol style="list-style-type: none"> Colocar señales y dispositivos de seguridad. Cargar y transportar el material apropiado desde el banco hasta el lugar de apilación, predeterminado. Descargar el material según se necesite. Cuadrar el bache y extraer el material lodoso, orgánico o cualquier otro material indeseable, que pueda haber dentro del área a reparar. Si es necesario, se debe compactar primero el fondo del bache. Si la causa de la anomalía es un nacimiento de agua, se debe dar aviso para que se haga un subdrenaje. Esparcir el material, en capas de 10 cm si la profundidad a reponer es mayor de 15 cm para compactación manual, y para compactación con equipo en capas no mayores de 15 cm. Compactar cada capa con la compactadora o con mazos, cuando no sea posible el uso del primero. El material debe tener una humedad cercana a la óptima. Si le falta humedad regarle agua con la regadera de mano. Verificar que el área quede bien nivelada con relación a la superficie circundante, por medio de regla o cordel. Recoger excesos de material. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados. 	
10	Peones		
1	Piloto		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		
1	Camion de volteo		
1	Rodillo vibratorio portátil		
CANT.	UNIDAD		MATERIALES
10	M3		Balastro
CANT.	HERRAMIENTAS		
10	Palas		
5	Azadones		
10	Piochas		
5	Mazos metálicos		
3	Carretillas de mano		
2	Regaderas de mano		
1	Tonel para agua		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro cubico de balastro			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			
10 M3/ día			

RUT - 5

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL		
ACTIVIDAD		
CODIGO RUT - 6	NOMBRE: RECONFORMACION DE SUPERFICIES NO PAVIMENTADAS	
DESCRIPCION: Conformar superficies no pavimentadas sin añadir material adicional, procurando conservar la sección típica tanto en ancho como en el bombeo.		
PROPOSITO: Mantener el perfil de la carretera en condiciones similares a las de diseño y proveer una superficie de rodadura uniforme.		
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se llevará a cabo cuando la superficie tenga muchas irregularidades, se trabajará el material a la humedad óptima (de preferencia al principio de la estación lluviosa.		
CANT.	MANO DE OBRA	PROCEDIMIENTO
1	Jefe de operadores	1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Si las cunetas tienen exceso de maleza o están en mal estado ejecutar la actividad RUT-11. 3. Escarificar la superficie de rodadura hasta una profundidad de 15 cm cuando sea necesario y en una longitud no mayor de 1 kilometro para no entorpecer el tránsito. 4. Mezclar y conformar humedeciendo el material cuando sea necesario, por medio de riego hasta alcanzar su humedad óptima o airearlo cuando está muy saturado. 5. Raspar y arrastrar el sedimento desde el fondo de la cuneta hacia el hombro y si es necesario hacia el pié del talud. 6. Compactar con varias pasadas a todo el ancho. 7. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso al que fueron colocados.
1	Caporal	
5	Peones	
1	Piloto de regadora de agua	
1	Operador de motoniveladora	
1	Operador de compactadora	
CANT.	EQUIPO NECESARIO	
1	Camion regador de agua.	
1	Motoniveladora	
1	Compactadora de rodillo metálico.	
CANT.	UNIDAD	MATERIALES
		Ninguno
CANT.	HERRAMIENTAS	
5	Palas	
5	Azadones	
5	Piochas	
2	Carretillas de mano.	
UNIDAD DE MEDIDA		
Kilometro		
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA		
1.5 Km/ dia		

RUT - 6

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO RUT - 8	NOMBRE: LIMPIEZA DE CUNETAS Y CONTRACUNETAS REVESTIDAS (A MANO)		
DESCRIPCION: Limpiar las cunetas a mano, extrayendo el material que haya caido en ellas.			
PROPOSITO: Mantener el drenaje de la carretera eficiente, de manera que el agua fluya libremente.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se realizará en las cunetas y contracunetas revestidas. Ejecutar al inicio de la estación lluviosa y periódicamente durante la misma.			
CANT.	MANO DE OBRA	PROCEDIMIENTO 1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Colocar a los peones a lo largo de la cuneta o contracuneta por limpiarse, espaciándolos de 70 a 100metros para que no se interfieran mutuamente. 3. Quitar basura, vegetación, piedras, pequeños derrumbes y sedimento de las cunetas o contracunetas y cargarlas en el camión de volteo uando sea necesario, o en carretillas de mano. 4. Verificar que la pendiente de fondo de la cuneta o contracuneta permita el flujo libre de agua y no haga depresiones que provoquen empozamientos. Ver que la cuneta desague libremente en alcantarillas o salidas de agua. 5. Descargar el material limpiado en zonas predeterminadas, donde no sea arrastrado por la lluvia de nuevo al sistema de drenaje de la carretera. 6. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.	
1	Caporal		
10	Peones		
1	Piloto		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		
1	Camion de volteo		
CANT.	UNIDAD		MATERIALES
			Ninguno
CANT.	HERRAMIENTAS		
10	Palas		
5	Azadones		
2	Rastrillos		
2	Carretillas de mano		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro lineal de cuneta limpiada.			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			
1000 ml/ dia.			

RUT - 8

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO RUT - 10	NOMBRE: LIMPIEZA Y RECONFORMACION DE CUNETAS NO REVESTIDAS (A MANO)		
DESCRIPCION: Limpieza y reconformación de cunetas y contracunetas a mano, extrayendo el material que haya caído sobre ellas.			
PROPOSITO: Mantener el drenaje de la carretera eficiente, de manera que el agua fluya libremente.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se realizará en las cunetas y contracunetas no revestidas donde no pueda trabajar la motoniveladora o donde el ancho de la carretera sea menor de 4.0 m. Se ejecutará al inicio de la estación lluviosa, a mediados de la misma y cuando sea necesario.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	Caporal		
10	Peones		
1	Piloto		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		
1	Camión de volteo.		
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		Ninguno	
CANT.	HERRAMIENTAS		
10	Palas		
5	Azadones		
2	Rastrillos		
2	Carretillas de mano.		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro lineal de cuneta o contracuneta			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			
300 ml/ dia.			

RUT - 10

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL		
ACTIVIDAD		
CODIGO RUT - 11	NOMBRE: LIMPIEZA Y RECONFORMACION DE CUNETAS (CON MOTONIVELADORA)	
DESCRIPCION: Limpiar y conformar las cunetas con motoniveladora, solamente en tramos largos de cunetas no revestidas donde la topografía y la humedad del suelo lo permitan.		
PROPOSITO: Mantener libre el flujo de agua superficial, evitando estancamientos.		
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se ejecutará esta actividad al inicio de la estación lluviosa y periódicamente durante la misma.		
CANT.	MANO DE OBRA	PROCEDIMIENTO
1	Jefe de operadores	1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Ajustar la cuchilla de la motoniveladora. 3. Raspar y arrastrar con la motoniveladora la maleza y sedimentos hacia fuera de la cuneta, prolongar la limpieza hacia las salidas de agua, si es necesario a mano. 4. Cargar el material sobrante en el camión y transportarlo a sitios donde no perjudique, nunca sobre los hombros ni donde pueda obstruir obras de drenaje al ser arrastrados por las lluvias. No debe quedar sedimento en el hombro. 5. Verificar que la cuneta limpiada tenga pendiente uniforme que permita el flujo libre del agua y no queden depresiones ni puntos altos que provoquen que se empoce. 6. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso al que fueron colocados.
1	Caporal	
5	Peones	
1	Piloto	
2	Operadores	
CANT.	EQUIPO NECESARIO	
1	Camión de volteo.	
1	Motoniveladora	
1	Retroexcavadora	
CANT.	UNIDAD	MATERIALES
		Ninguno
CANT.	HERRAMIENTAS	
5	Palas	
5	Azadones	
2	Carretillas de mano.	
UNIDAD DE MEDIDA		
Kilometro de cuneta limpiada.		
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA		
5 Km / dia.		

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO RUT - 12	NOMBRE: LIMPIEZA DE CANAL (A MANO)		
DESCRIPCION: Limpiar los canales a mano, extrayendo el material que haya caido sobre ellos, y reconfomando los no revestidos.			
PROPOSITO: Mantener el drenaje de la carretera eficiente, de manera que el agua fluya libremente.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se realizará en los canales revestidos y en los no revestidos. Se hara al inicio de la estación lluviosa y a mediados de la misma.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	Caporal		
10	Peones		
1	Piloto		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		
1	Camión de volteo.		
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		Ninguno	
CANT.	HERRAMIENTAS		
10	Palas		
10	Azadones		
2	Piochas		
4	Rastrillos		
4	Carretillas de mano.		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro lineal de canal limpiado.			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			
500 ml/ dia.			

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL		
ACTIVIDAD		
CODIGO RUT - 13	NOMBRE: LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS, BOVEDAS Y CAJAS.	
DESCRIPCION: La inspección y limpieza manual de tuberías, bóvedas, cajas y obras de drenaje relacionadas con la misma.		
PROPOSITO: Mantener despejadas las áreas de drenaje permitiendo el libre flujo de agua.		
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Esta actividad se realizará de preferencia al inicio de la época lluviosa y periódicamente durante la misma.		
CANT.	MANO DE OBRA	PROCEDIMIENTO
1	Caporal	1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Limpiar tragantes, si los hay. 3. Quitar los escombros y basuras depositados alrededor de las rejillas, limpiar los sedimentos, limpiar y rectificar las zanjas alrededor de los tragantes. 4. Reemplazar y reparar rejillas dañadas. 5. Quitar basuras y sedimentos del interior de las alcantarillas, cajas y bóvedas. 6. Quitar basura y vegetación de los canales de entrada y salida. 7. Reportar los daños mayores y menores al maestro de caminos. 8. Cargar basura, sedimentos y vegetación extraídos, en el camión y botarla en lugares apropiados donde no obstruya obras de drenaje y no sea perjudicial. 9. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso al que fueron colocados.
10	Peones	
1	Piloto de regadora de agua	
CANT.	EQUIPO NECESARIO	
1	Camión de volteo.	
CANT.	UNIDAD	MATERIALES
		Ninguno
CANT.	HERRAMIENTAS	
10	Palas	
5	Azadones	
4	Piochas	
2	Carretillas de mano.	
5	Cubetas	
4	Lazos	
5	Machetes	
UNIDAD DE MEDIDA		
Unidad de: Alcantarilla, bóveda y caja.		
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA		
3 u/ dia.		

RUT - 13

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO RUT-15	NOMBRE: MANTENIMIENTO DE SUB-DRENAJES		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO: RUTINARIA
DESCRIPCION: El mantenimiento de sub-drenajes en las carreteras y limpieza de sus zanjas de salida.			
PROPOSITO: Mantener el agua subterranea alejada de la carretera para evitar daños a la superficie de rodadura.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se realizará esta actividad a inicios de la epoca lluviosa, a mediados y periodicamente durante la misma.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	caporal		1. Localizar la salida de los Sub-Drenajes. 2. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 3. Limpiar las zanjas de salida, cortando la vejetacion y retirando pequeños derrumbes. Si no existe cabezal y se hace necesario para el buen funcionamiento del sub-drenaje; construirlo de acuerdo a la actividad REM-039 Sumideros y Cabezales de alcantarillas si se encuentra dañado repararlo de acuerdo a la actividad RUT-014 Reparacion de Cabezales. 4. Depositar el material extraido en lugares donde no interfiera con el buen funcionamiento del sistema de drenaje. 5. Revisar mensualmente las salidas de los sub-drenajes durante la epoca de lluvias para ver si sale agua. En caso de que no salga agua y se presenten humedecimientos y deflexiones en el tramo, habra que reconstruir el sub-drenaje de acuerdo a la actividad PER-008 Reconstruccion de sub-drenajes. 6. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
5	peones		
1	piloto		
	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.
1	Camión de volteo		35
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		NINGUNO	
CANT.	HERRAMIENTA		
5	palas		
4	Azadones		
4	piochas		
2	Carretilla de mano		
4	Mahetes		
4	Barretas		
UNIDAD DE MEDIDA			
Unidad de Sub-Drenaje mantenido			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
4 U/día			FECHA

RUT-15

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO RUT-16	NOMBRE: MANTENIMIENTO DE BARRERAS Y BARANDALES DE PUENTES		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO: RUTINARIA
DESCRIPCION: Reparacion, reposicion y/o repintado de barreras y barandales de puentes.			
PROPOSITO: Mantener la seguridad en las curvas y puentes de la carretera, protegiendo del peligro a los usuarios.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se realizara siempre que el mal estado o inexistencia de barreras y barandales de puentes, por accidentes o desgaste, no les permita cumplir con la funcion para la que fueron colocados.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	encargado de señalizacion		1. Inspeccionar perioicamente las barreras, barandales de puentes para determinar el tipo de servicio requerido. 2. Solicitar los suministros necesarios para las barreras que deban reponerse y/o repararse. 3. Colocar las señales y dispositivos de seguridad que sean necesarios. 4. Efectuar la reparación, reposición y/o repintado de las barreras y barandales de puentes. 5. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
4	peones		
1	piloto		
6	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		
1	pick-up		40
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
0.15	m	arena de rio	
0.3	m	Pidrin	
1	saco	Cemento Portland	
2	u	Postes de Barrera	
2	u	Barreras de metal	
2	gal	pintura de aceite	
2	gal	Pintura de aluminio	
2	gal	Pintura reflectiva tráfico	
0.2	gal	Pintura reflectante	
CANT.	HERRAMIENTA		
4	palas	1	llave inglesa
2	piochas	2	cucharas de albañil
1	mazo metalico	2	barretas
1	carretilla de mano	1	tonel para agua
4	brochas de 4"		
1	cubetas		
4	machete		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro lineal de barreras y barandales de puentes mantenidos			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
150 ml/día			FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO	NOMBRE: MANTENIMIENTO DE SEÑALES		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:
RUT-18	VIALES (VERTICALES)		RUTINARIA
DESCRIPCION: Revisar, limpiar, repintar, reacondicionar y reemplazar o reinstalar las señales de manera que sean claras y visibles.			
PROPOSITO: Proveer a la carretera de una buena señalización que guie al usuario a una conducción segura, por medio de la conservación en buen estado de las señales existentes.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: se realizará esta actividad revisando e inspeccionando en forma ordenada cada señal vertical de las carreteras.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	Encargado de señalización		1. Inspeccionar el sector donde se va a trabajar para determinar que señales necesitan ser reparadas, limpiadas, pintadas o sustituidas. 2. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 3. Efectuar la limpieza, pintura, reparación o sustitucion, según el caso. 4. Retirar señales y dispositivos de seguridad en el orden inverso a como fueron colocados.
4	peones		
1	piloto		
6	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		
1	Pick-up		40
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
0.25	m	pidrín	
0.15	m	arena de rio fina	
2	u	señales verticales	
0.5	gal	pintura de aceite	
0.2	M	material reflectante	
1	saco	cemento portland	
CANT.	HERRAMIENTA		
4	palas	1	cubeta
2	azadones	2	machetes
1	piocha	1	cuchara de albañil
1	carretilla de mano	2	barretas
2	brochas de 4"	1	tonel de agua
1	regadera de mano		
UNIDAD DE MEDIDA			
Unidades de señales mantenidas			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
5 señales mantenidas/día			FECHA

RUT-18

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO RUT-19	NOMBRE: INSPECCION DE PUENTES		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO: RUTINARIA
DESCRIPCION: La inspeccion de los diferentes elementos de puentes, usando el formulario diseñado para este fin.			
PROPOSITO: Llevar un control de condición estructural de cada puente de la red vial.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se ejecutará una vez al año y con el criterio descrito en el formulario			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	Inspector de puentes		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Inspeccionar todo el puente: Superestructura Subestructura Otros para localizar cualquier desperfecto. Verificar la necesidad de pintar las partes metálicas y de madera. Investigar si hay erosiones o socavamientos en los muros, estribos y aletones. 3. Quitar señales y dispositivos de seguridad en el orden inverso a como fueron colocados. 4. El formulario debe ser llenado y enviado al Departamento de Ingeniería de Mantenimiento para su control y archivo. Debe ser ordenada la ejecución de mantenimiento que sea necesario
2	Peones		
1	Piloto		
4	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.
1	Pick-up		40
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		NINGUNO	
CANT.	HERRAMIENTA		
1	pala	1	plomada
1	azadón	1	escalera
1	piocha	1	martillo de bola
1	escobón de peasava		
1	lazo		
1	nivel de mano		
1	cinta métrica		
UNIDAD DE MEDIDA			
puentes inspeccionados			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
10 puentes inspeccionados/día			FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL				
ACTIVIDAD				
CODIGO RUT-20	NOMBRE: MANTENIMIENTO LIGERO DE PUENTES DE CONCRETO		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO: RUTINARIA	
DESCRIPCION: El mantenimiento y limpieza manual de los diferentes elementos de un puente donde se acumula material, incluyendo los tubos de drenaje y los apoyos de las vigas.				
PROPOSITO: Preservar la estructura y mantener un tránsito seguro.				
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se ejecutará esta actividad dos veces al año en cada puente.				
CANT.	MANO DE OBRA			PROCEDIMIENTO
1	Caporal			1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Eliminar todo el material sobrante (arena, piedras, basura, etc.) depositado sobre el puente, en los tubos de drenaje, en las juntas de dilatación, en los apoyos de las vigas, en las zonas adyacentes a los estribos y pilas, etc. El material de desecho debe depositarse fuera del derecho de vía y donde no obstruya el sistema de drenaje de la arretera. 3. Quitar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados. 4. Informar por escrito al inspector de puentes, cualquier trabajo de reparación, pintura de la estructura y de habilitación del cauce del río.
10	Peones			
1	Piloto			
12	TOTAL			
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.	
1	camión de volteo		40	
CANT.	UNIDAD	MATERIALES		
		NINGUNO		
CANT.	HERRAMIENTA			
10	palas	2	cincel	
5	azadones	2	martillo	
2	piochas			
2	escobones			
2	carretilla de mano			
1	barreta			
UNIDAD DE MEDIDA				
Metro de puente mantenido				
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA				APROBADO POR:
50 Metro de puente mantenido/día				FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO RUT-21	NOMBRE: MANTENIMIENTO LIGERO DE PUENTES DE ACERO.		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO: RUTINARIA
DESCRIPCION: El mantenimiento y limpieza manual de los diferentes elementos de un puente donde se acumula material, incluyendo los tubos de drenaje y los apoyos de las vigas.			
PROPOSITO: Preservar la estructura y mantener un tránsito seguro.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se ejecutará esta actividad dos veces al año en cada puente.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	Caporal		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Eliminar todo el material sobrante depositado sobre el puente, en los tubos de drenaje, en las juntas de dilatación, en los apoyos de las vigas en las zonas adyacentes a los estribos y pilas, etc.El material de desecho debe depositarse fuera del derecho de vía y donde no obstruya el sistema de drenaje de la carretera. 3. Quitar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados. 4. Informar por escrito al inspector de puentes, cualquier trabajo de reparación pintura y de habilitación del cauce del río.
10	Peones		
1	Piloto		
12	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.
1	Camión de volteo		40
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		Ninguno	
CANT.	HERRAMIENTA		
10	Palas	1	Barreta
5	Azadones		
2	Piochas		
2	Escobones		
2	Carretillas de mano		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro de puente mantenido			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
50 m de puente mantenido/ día			FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO	NOMBRE: CHAPEO A MANO DE		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:
RUT-23	TALUDES Y DERECHOS DE VIA.		RUTINARIA
DESCRIPCION: El corte de la vegetación que crece en los hombros, taludes y derechos de vía.			
PROPOSITO: Mejorar la visibilidad y eliminar la maleza creciente para la seguridad del tránsito y facilitar el drenaje superficial.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se realizará esta actividad cada vez que la maleza crezca más de 30 cm de altura.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	Caporal		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Ubicar a los peones a lo largo de la zona a cortar, dándole a cada uno el espacio suficiente para trabajar en forma efectiva. 3. Cortar la vegetación que crece en los hombros, taludes y derecho de vía. 4. Eliminar el material cortado transportándolo a lugares adecuados. 5. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
10	Peones		
1	Piloto		
12	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.
1	camión de volteo (parcial)		35
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		NINGUNO	
CANT.	HERRAMIENTA		
5	Azadones		
2	Carretillas de mano		
2	Lazos		
10	Mahetes		
3	Limas triangulares		
UNIDAD DE MEDIDA			
Hectárea			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
0.5 Ha/día			FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL				
ACTIVIDAD				
CODIGO	NOMBRE: REMOCION DE		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:	
RUT-25	DERRUMBES PEQUEÑOS (A MAQUINA)		RUTINARIA	
DESCRIPCION: Consiste en la limpieza de material proveniente de los taludes y quebradas que se deposita en las cunetas y hombros de la carretera.				
PROPOSITO: Facilitar el normal tránsito de los vehiculos, reestablecer el paso del agua por las cunetas, el normal uso del hombro y para seguridad del usuario.				
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Debe realizarse a la mayor brevedad posible, después que se notificó el derrumbe, y antes que empiecen las lluvias.				
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO	
1	Jefe de operadores		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Quitar el material que amenace con desprenderse. 3. Despejar la zona afectada del material de derrumbe, usando el cargador frontal y los camiones de volteo. 4. Continuar eliminando el material dejando que pase el tránsito cada cierto tiempo. 5. No se debe depositar el material sobre rellenos o donde pueda obstruir obras de drenaje 6. Limpiar bie las cunetas, hombros , calzada, etc, después de eliminar el material caido. 7. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso al que fueron colocados.	
1	Caporal			
5	Peones			
2	Pilotos			
1	Operador de cargador			
1	Ayudante de operador			
11	TOTAL			
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.	
2	Camiones de volteo		45	
1	Cargador frontal		70	
CANT.	UNIDAD	MATERIALES		
		NINGUNO		
CANT.	HERRAMIENTA			
5	Palas			
5	Azadones			
5	Piochas			
3	Carretillas de mano			
UNIDAD DE MEDIDA				
Metro cubico de derrumbe removido.				
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:	
250 M3/ día			FECHA	

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO RUT-26	NOMBRE REMOCIÓN DE DERRUMBES PEQUEÑOS (A MANO)		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO: RUTINARIA
DESCRIPCION: Consiste en la limpieza de material proveniente de los taludes y quebradas que se deposita en las cunetas y hombros de la carretera y que causa molestias e inseguridad a los usuarios.			
PROPOSITO: Facilitar el normal tránsito de los vehiculos, restablecer el libre paso del agua por las cunetas, el normal uso del hombro y para seguridad del usuario.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Debe realizarse a la mauor brevedad posible, después de que se notificó el derrumbe, y antes que empiecen las lluvias.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	Caporal		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Quitar el material que amenace con desprenderse. 3. Despejar la zona afectada del material de derrumbe. Usando el Camión y/o Carretillas de mano. 4. Continuar eliminando el material dejando que pase el tránsito, cada cierto tiempo, nivelando a mano. 5. No se debe depositar el material sobre relleno donde pueda obstruir obras de drenaje. 6. Limpiar bien las cunetas, hombros, rodaduras, etc, despues de eliminar el material caído, a mano. 7. Retirar señales y dispositivos de suguridad en orden inverso a como fueron colocados.
10	Peones		
1	Piloto		
12	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.
1	Camión de volteo		30
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		NINGUNO	
CANT.	HERRAMIENTA		
10	Palas		
5	Azadones		
5	Piochas		
3	Carretillas de mano		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro cúbico de derrumbe removido			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
15 m3/día			FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO	NOMBRE:	SOLDADURA DE	CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:
RUT-27	ELEMENTOS METALICOS		RUTINARIA
DESCRIPCION: Consiste en reparar los distintos elementos metálicos.			
PROPOSITO: Restituir los distintos elementos metálicos a su condición original.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Según diseño original.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	Soldador		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Limpiar el elemento a soldar, quedando libre de oxido, materia orgánica y cualquier otro ajeno a su estructura. 3. Soldar el elemento dañado, ya sea reparar el existente o reemplazar por uno similar en perfecto estado. 4. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
2	Peones		
3	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.
	SOLDADURA AUTOGENA		
1	Equipo de Soldadura		
1	Cilindro de Oxigeno		
1	Cilindro de Acetileno		
	SOLDADURA ELECTRICA		
1	Maquina de soldar		
1	Planta eléctrica		
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
10	kg	Electrodos	
100	lbs	Oxigeno	
75	lbs	Acetileno	
CANT.	HERRAMIENTA		
3	mascaras para soldar		
UNIDAD DE MEDIDA			
Variable			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
Variable según tipo de soldadura			FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL				
ACTIVIDAD				
CODIGO	NOMBRE:		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:	
PER-004	REPOSICIÓN DE BALASTO		PERIÓDICA	
DESCRIPCION: Reponer el material perdido por desgaste, erosión, etc., con material apropiado; incluye escarificación conformación, y compactación.				
PROPOSITO: Mejorar la superficie y el valor soporte de la capa de rodadura y recuperar la rasante y sección transversal original de la carretera.				
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Es recomendable llevar a cabo esta actividad cuando la humedad natural del terreno sea más o menos la óptima y cuando el balasto de un tramo tenga menos de la mitad del espesor.				
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO	
1	Encargado		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Llevar el Tractor y el Cargador al banco de material, para ello, si es necesario, pedir una Plataforma con Cabezal. 3. Acumular el material de balasto en sitios predeterminados. 4. Escarificar la superficie de rodadura y limpiar cuneta con Motoniveladora, si estuviera muy seca, regar agua ligeramente, sin exceder la humedad óptima. 5. Cargar, transportar y descargar el material apropiado, extendiéndolo sobre la superficie escarificada. 6. Si el material está muy seco, mojarlo usando la regadora de agua, hasta tener una humedad cercana a la óptima. Si estuviera demasiado húmedo, airearlo dándole vuelta con la motoniveladora. 7. Eliminar piedras con tamaño mayor de 3" (7.5cm), romper terrones, mezclar con la motoniveladora, y conformar. 8. Compactar la superficie de acuerdo a la Sección 200, numeral 203.04 del Tomo I del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras. 9. Limpiar desperdicios, sobrantes y botarlos donde no interfieran el tránsito ni el libre curso del agua superficial. 10. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.	
1	Caporal			
10	Peones			
7	Pilotos			
1	Operador de Cargdor Frontal			
1	Operador de Motoniveladora			
1	Operador de Tractor de Oruga			
1	Operador de Comnpactor			
1	Operador de Bomba de Agua			
1	Laboratorista			
1	Audante de Laboratorista			
26	TOTAL			
CANT.	EQUIPO NECESARIO	% T.P.		Se consideró 1 viaje por hora (se debe de optimizar de acuerdo a la distancia al banco de materiales)
6	Camiones de volteo	75		
1	Camión Regador de Agua	45		
1	Cargador Frontal	70		
1	Motoniveladora	70		
1	Tractor de Oruga con Cuchilla	65		
1	Compactadora Vibratoria	50		
1	Bomba de Agua (si es necesario)	30		
1	Equipo de Laboratorio	50		
CANT.	UNIDAD	MATERIALES		
250	m3	Balasto		
CANT.	HERRAMIENTA			
5	Palas			
5	Azadones			
5	Piochas			
3	Mazos Metálicos			
4	Carretillas de Mano			
UNIDAD DE MEDIDA				
Metro cúbico de balasto				
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:	
250 m3/día			FECHA	

ACTIVIDAD				
CODIGO	NOMBRE: REPARACIÓN MENOR DE		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:	
PER-006	ALCANTARILLAS, BÓVEDAS Y CAJAS.		PERIÓDICA	
DESCRIPCION: Consiste en la reparación de todos los daños que hayan ocurrido en las alcantarillas, bóvedas y cajas.				
PROPOSITO: Asegurar el libre flujo del agua, evitar filtraciones que puedan dañar la carretera y aumentar la vida útil de la estructura.				
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Esta actividad se llevará a cabo durante la época seca, a menos que la reparación sea considerada de emergencia.				
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO	
1	Caporal		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Determinar áreas de trabajo, para evitar que se estorben mutuamente los trabajadores. 3. Quitar todo el material suelto en la parte dañada. 4. Preparar la mezcla según las siguientes proporciones: Cemento - 1 bolsa Arena - 3 bolsas Agua - según necesidades	
1	Albañil			
4	Peones			
1	Piloto			
7	TOTAL			
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.	
1	Camión de volteo (parcial)		40	
CANT.	UNIDAD	MATERIALES		5. Reparar los sectores dañados de alcantarillas dejándolos en condiciones satisfactorias. 6. Si se trata de alcantarillas metálicas anidables enderezar las partes deformadas, apretar y reemplazar tuercas y tornillos que estén flojos o que falten usando la llave inglesa o cangrajo. Si es tubería con protección asfáltica cubrir con (RC-250) las partes desgastadas, dejar secar al aire y echar arena. 7. Limpiar la estructura. 8. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
2	gal	Líquido asfáltico RC-250		
0.5	m3	Arena de río fina		
2	saco	Cemento Portland		
10	u	Tornillos con tuercas		
CANT.	HERRAMIENTA			
4	Palas	2	Machetes	
4	Azadones	2	Llaves Inglesas	
3	Piochas	2	Cucharas	
3	Mazos metálicos	2	Martillos	
1	Carretilla de mano	2	Cinceles	
3	Regaderas	2	Barretas	
2	Cubetas	1	Tonel de agua	
1	Lazo			
UNIDAD DE MEDIDA				
Metro lineal reparado				
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:	
15 m/día			FECHA:	
			PER - 6	

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO	NOMBRE: REPARACIÓN DE OBRAS DE DRENAJE PROVISIONALES		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO: PERIÓDICA
PER - 07			
DESCRIPCION: Reparación de todos los daños que hayan ocurrido en obras de drenaje provisionales construidas con materiales tale como madera rolliza, madera procesada y piedra sin ligar.			
PROPOSITO: Asegurar el libre flujo del agua, evitar filtraciones que puedan dañar la carretera y aumentar la vida útil de la tubería.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Esta actividad se llevará a cabo durante la época seca, a menos que la reparación sea considerada de emergencia.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	Caporal		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Inspeccionar y determinar qué pieza va a ser sustituida. 3. Retirar el relleno sobre la obra de drenaje. 4. Proceder a reemplazarlas. 5. Reconstruir el relleno compactándolo adecuadamente. 6. Limpiar el interior de la alcantarilla, retirar desperdicios y basura, depositarlos donde no interfiera el tránsito y corrientes de agua ni sean antiestéticos. 7. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados 8. Estudiar la posibilidad de colocar losetas prefabricadas de concreto o medias secciones de tubería sobre lo muros de piedra e informar al Supervisor.
4	Poenes		
1	Piloto		
6	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.
1	Camión de volteo		40
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
2	lbs	Madera Rolliza ó Madera Procesada (según las necesidades) Clavo	
CANT.	HERRAMIENTA		
2	Palas	1	Lazo
2	Azadones	2	Machetes
2	Piochas	1	Serruchos
1	Mazo Metálico	2	Martillos
1	Carretilla de mano	1	Barreta
1	Regadera de Mano		
1	Cubeta		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro lineal reparado			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
10m/día			FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL				
ACTIVIDAD				
CODIGO	NOMBRE:		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:	
PER-008	RECONSTRUCCION DE SUB-DRENAJE		PERIÓDICA	
DESCRIPCION: La reconstrucción de los elementos de un sub-drenaje para que este funcione en buena forma.				
PROPOSITO: Encausar el agua subterránea que afecta a la carretera ocasionándole daños.				
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se efectuará esta actividad cuando después de hacer el mantenimiento rutinario e inspecciones mensuales.				
CANT.	MANO DE OBRA			PROCEDIMIENTO
1	Caporal			1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Excavar a lo largo, retirar el material del sub-drenaje a partir del cabezal de salida. 3. Inspeccionar si hay tubería perforada y como se encuentra (tapada, rota, aplastada, etc.), limpiar o colocar nueva tubería perforada (las juntas de los tubos deben cubrirse con tela tenso filtrante); después la piedra graduada y la arena, de acuerdo al diseño o plano del subdrenaje. Si hay piedrin o arena en el sub-drenaje que estén sucios, pero que se puedan utilizar, se pueden limpiar tamizándolos y/o lavándolos. 4. Colocar encima una capa impermeable de arcilla, o bien construir cuneta revestida de acuerdo a Actividad REM-010 Construcción de Cuneta Revestidas. 5. En caso de haber tenido que romper la capa de rodadura para reconstruir parte del sub-drenaje, proceder a repararla de acuerdo a la actividad respectiva, retirando el material que se encuentre húmedo. 6. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
10	Peones			
1	Piloto			
12	TOTAL			
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.	
1	Camión de volteo (parcial)		50	
1	Tamiz o Zaranda de 1/4"			
CANT.	UNIDAD	MATERIALES		
3	m3	Piedrin		
3.6	m3	Arena de río fina		
6	m3	Piedra		
10	ml	Tubería Perforada de 8"		
2	m2	Tela tenso filtrante		
CANT.	HERRAMIENTA			
10	Palas	2	Regaderas	
5	Azadones	4	Cubetas	
10	Piochas	5	Mahetes	
4	Mazos metálicos			
3	Carretillas de mano			
UNIDAD DE MEDIDA				
Metro lineal de sub-drenaje tratado				
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA				APROBADO POR:
15 ml/día				FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO	NOMBRE: REPARACION MAYOR		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:
PER-13	DE PUENTES DE CONCRETO		PERIODICA
DESCRIPCION: Reparación o reposición de los elementos mayores de los puentes que se encuentren en mal estado.			
PROPOSITO: Preservar las estructuras y proveer un tránsito seguro.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se ejecutará esta operación cuando el daño de los miembros de la superestructura, o en los estribos o pilas de la subestructura del puente, sea tal que pongan en peligro la estabilidad y funcionamiento de la estructura.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
	SEGUN SEA NECESARIO		1. Colocar señales e ispositivos de seguridad. 2. De ser necesario clausurar el paso sobre el puente habilitando un desvío o vado provisional para no interrumpir el tránsito 3. Retirar los dispositivos que se encuentrán en mal estado ya sea en la superestructura, en los apoyos o en la subestructura. 4. Colocar nuevos dispositivos o los antiguos bien reparados 5. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso al que fueron colocados.
	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO	% T.P.	
	SEGUN SEA NECESARIO		
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		SEGUN SEA NECESARIO	
CANT.	HERRAMIENTA		
	SEGUN SEA NECESARIO		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro de puente reparado			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
VARIABLE			FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO	NOMBRE: REPARACIÓN MAYOR DE Puentes de ACERO		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO: PERIÓDICA
PER-014			
DESCRIPCION: Reparación o reposición de los elementos mayores de los puentes que se encuentren en mal estado			
PROPOSITO: Preservar las estructuras y proveer un tránsito seguro.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se ejecutará esta operación cuando el daño de los miembros de la superestructura, o en los estribos o pilas de la subestructura del puente, sea tal que ponga en peligro la estabilidad y funcionamiento de la estructura.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
	SEGÚN SEA NECESARIO		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. De ser necesario clausurar el paso sobre el puente habilitado un desvío o vado provisional para no interrumpir el tránsito. 3. Retirar los elementos que se encuentran en mal estado, ya sea en la superestructura, en los apoyos o en la subestructura. 4. Colocar nuevos elementos o los antiguos bien reparados. 5. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO	% T.P.	
	SEGÚN SEA NECESARIO		
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		SEGÚN SEA NECESARIO	
CANT.	HERRAMIENTA		
	SEGÚN SEA NECESARIO		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro de puente reparado			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
VARIABLE			FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL				
ACTIVIDAD				
CODIGO	NOMBRE:		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:	
PER-016	PINTURA DE PUENTES DE ACERO		PERIÓDICA	
DESCRIPCION: Limpieza y pintura de los puentes.				
PROPOSITO: Mantener las partes estructurales debidamente protegidas.				
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se realizará esta actividad, cuando después de efectuada la actividad RUT - 19 Inspección de puentes, se informe que el puente necesita pintura.				
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO	
1	Encargado de Señalización (parcial)		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Preparar las partes a pintarse, limpiando y cepillando hasta eliminar la oxidación, la pintura existente que se encuentre descascarándose, grasa, polvo y cualquier material extraño que se encuentre en la superficie. 3. Si son áreas metálicas, dar una mano de pintura anticorrosivo como base, dejando que se seque bien. 4. Efectuar el pintado final con la pintura conveniente, si es sobre metal usar pintura de aluminio. 5. Dar un tiempo para que la pintura seque. 6. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.	
2	Pintores			
4	Peones			
1	Piloto			
8	TOTAL			
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.	
1	Camión de Estacas		40	
CANT.	UNIDAD	MATERIALES		
2	gal	Pintura Anticorrosiva de Minio		
2	gal	Pintura de Aluminio		
2	gal	Solvente		
12	pliego	Lija		
CANT.	HERRAMIENTA			
4	Cepillos de alambre			
6	Brochas de 4"			
3	Cubetas			
4	Lazos			
2	Escaleras			
UNIDAD DE MEDIDA				
Galones de pintura/día				
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA				APROBADO POR:
4 gal pintura/día				FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO	NOMBRE:		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:
PER-019	RECONFORMACIÓN DE TALUDES EN CORTE.		PERIÓDICA
DESCRIPCION: Reconformar los taludes en corte.			
PROPOSITO: Evitar que se produzcan derrumbes que interrumpan el paso y pongan en peligro la seguridad de los usuarios y conservar los taludes de corte con buen aspecto.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Esta operación debe hacerse cuando el talud presente irregularidades ya sea por derrumbes o erosiones y puedan producirse caídas de material sobre la carretera.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	Caporal		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Donde lo permita la altura debe conformarse con la cuchilla de la motoniveladora, en caso de no poderse utilizar debe emplearse personal para conformarlo, sostenido por cables o cuerdas gruesas. 3. Cargar el material de desperdicio en el Camión y llevarlo a depositar en un lugar que no obstruya el sistema de drenaje ni sea antiestético. 4. De ser necesario debe darse aviso para construir un muro de retención o de gaviones (ver en las Normas de Ejecución los códigos REM-040 Reconstrucción de muros de retención de concreto ciclópeo . REM-041 Construcción de muros de retención de piedra ligada con mortero. REM-042 Construcción de muros de retención de piedra sin ligadar (muros secos) REM-043 Construcción de muros de retención de gaviones. REM-012 Construcción de contracunetas PER-021 Prevención de derrumbes. 5. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
10	Peones		
1	Piloto		
1	Operador de Cargador Frontal (eventual)		
1	Operador de Motoniveladora (eventual)		
1	Ayudante de Operador		
15	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.
1	Camión de volteo		40
1	Cargador Frontal (eventual)		20
1	Motoniveladora(eventual)		50
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		NINGUNO	
CANT.	HERRAMIENTA		
10	Palas		
5	Azadones		
10	Piochas		
3	Carretillas de mano		
4	Lazos		
10	Machetes		
UNIDAD DE MEDIDA			
Kilómetro de talud reconformado			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
0.5 km/día			FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL				
ACTIVIDAD				
CODIGO	NOMBRE: PROTECCION DE TALUDES		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:	
PER-020	EN CORTE Y RELLENO CONTRA LA EROSION.		PERIÓDICA	
DESCRIPCION: La protección de los taludes de corte y rellenos contra la erosión, utilizando materia adicional o sembrando grama u otras plantas.				
PROPOSITO: Conservar la estabilidad del relleno, evitando que el agua los erosione con la consiguiente falla del terraplén y evitar peligros a los usuarios.				
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se llevará a cabo poco antes o al inicio de la estación lluviosa, a menos que en casos especiales sea considerada como emergencia.				
CANT.	MANO DE OBRA			PROCEDIMIENTO
1	Caporal			1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Delimitar las áreas erosionadas secando el material suelto y conformando en forma de terrazas, con el fondo horizontal. 3. Cargar, transportar y descargar el material apropiado en los lugares previamente preparados de los taludes de relleno erosionados. 4. Sembrar Grama u otra planta apropiada en el talud. 5. En caso de que sea necesario se construirán cuentas, salidas de agua y/o muros de retención, de acuerdo con las Normas de Ejecución de las Actividades respectivas. 6. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
10	Peones			
1	Piloto (parcial)			
12	TOTAL			
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.	*NOTA: 0.20-A Protección de taludes en coarte y relleno contra la erosión/mezcla asfáltica. 0.20-B Protección de taludes en coarte y relleno contra erosión/tratamiento superficial. 0.20-C Protección de taludes en coarte y relleno contra erosión/balasto 0.20-D Protección de taludes en coarte y relleno contra erosión/tierra
1	Camión de volteo		45	
CANT.	UNIDAD	MATERIALES		0.20-B Protección de taludes en coarte y relleno contra erosión/tratamiento superficial. 0.20-C Protección de taludes en coarte y relleno contra erosión/balasto 0.20-D Protección de taludes en coarte y relleno contra erosión/tierra
10	m3	Balasto Grama, caña brava u otros		
CANT.	HERRAMIENTA			
10	Palas	5	Cubetas	
10	Azadones	5	Lazos	
10	Piochas	10	Machetes	
2	Carretillas de mano			
2	Regaderas de mano			
UNIDAD DE MEDIDA				
Metro cuadrado de relleno tratado				
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA				APROBADO POR:
75 m2/Día				FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO	NOMBRE:		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:
PER-021	PREVENCIÓN DE DERRUMBES		PERIÓDICA
DESCRIPCION: Excavaciones en terrazas efectuadas en los taludes de corte.			
PROPOSITO: Evitar que los taludes se derrumben sobre la carretera.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Debe llevarse a cabo en aquellos tramos en que los derrumbes ocurran constantemente y existan indicios de que puedan suceder. Hacerla antes de la época lluviosa.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	Caporal		1. Movilización de maquinaria y ubicar camino para que suba al talud. 2. Colocar señales y dispositivos de seguridad, si es necesario, detener el tránsito mientras trabaja el Tractor. 3. Ejecutar las excavaciones de los taludes, en forma de terrazas o gradas, derremando el material hacia la carretera. 4. Cargar el material excavado en los Camiones con el Cargador Frontal. 5. Transportar y descargar el material en lugares donde no constituya ningún peligro a los usuarios, ni vaya a obstruir el sistema de drenaje. 6. Dejarle drenaje a las terrazas, con inclinación alejándose de la carretera y si es necesario haciendo zanjas de salida con peones. 7. Limpiar con personal todo el ancho de la carretera y los terraplenes de material suelto y desechos. 8. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
10	Peones		
6	Pilotos		
1	Operador de Cargador Frontal		
1	Operador de Tractor de Oruga		
1	Ayudante de Operador		
20	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.
6	Camiones		75
1	Cargador Frontal		90
1	Tractor de Oruga con Cuchilla y Escarificador		90
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		NINGUNO	
CANT.	HERRAMIENTA		
10	Palas		
5	Azadones		
5	Piochas		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro cúbico de material cortado			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
150 m3/día			FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO	NOMBRE:		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:
PER-024	CANALIZACION DE RIOS		PERIÓDICA
DESCRIPCION: Consiste en la construcción de obras hidráulicas que controlen los cauces de los ríos			
PROPOSITO: Mantener o mejorar los cauces de los ríos dentro del entorno de las carreteras.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Cuando existan ríos que por incremento en sus caudales, hagan peligrar carreteras y puentes de la red vial.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
	SEGÚN SEA NECESARIO		1. Si es necesario construir acceso al río 2. Colocar señales y dispositivos de seguridad, además colocar señales informativas sobre el trabajo a ejecutar. 3. Traslado de maquinaria pesada al punto de incorporación al río. 4. Construcción de canales naturales, con el mismo material del río, preparando plataformas par tener capacidad de recibir mantenimiento rutinario. 5. Retirar señales y dispositivos de seguridad en el orden inverso en que fueron colocados.
	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO	% T.P.	
	SEGÚN SEA NECESARIO		
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		SEGÚN SEA NECESARIO	
CANT.	HERRAMIENTA		
	SEGÚN SEA NECESARIO		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro Lineal			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA		APROBADO POR:	
variable		FECHA	

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL				
ACTIVIDAD				
CODIGO	NOMBRE:		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:	
REM-010	CONSTRUCCION DE CUNETAS		PERIÓDICA	
DESCRIPCION: Revestimiento con piedra y morter, concreto pre-mexclado o mezcla asfáltica, en cunetas de zonas de material erosionable, de pendiente muy fuerte y en zonas de derrumbe.				
PROPOSITO: Evitar daños por erosión al hombro, al talud y la profundización del fondo de la cuneta.				
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se realizará esta actividad preferiblemente en carreteras pavimentadas o cuando en carreteras de tierra se tenga una superficie estable que no pierda sus materiales por erosión o desgaste y su nivel llegue a quedar más bajo que el de la cuneta revestida.				
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO	
	SEGÚN SEA NECESARIO		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Trazar la cuneta manteniendo una pendiente uniforme, Usar la sección adecuada a los planos estándar. Si procede, trazar salida con derramadero o dientes alejándose del hombro y revestirlo. 3. Conformar y compactar manualmente la superficie a revestir. 4. Construcción la cuneta, según los materiales especificados en sección 600, Cunetas Revestidas, del Tomo I del Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras. 5. Retirar señales y dispositivos de seguridad en el orden inverso en que fueron colocados.	
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.	
	SEGÚN SEA NECESARIO			
CANT.	UNIDAD	MATERIALES		
		SEGÚN SEA NECESARIO		
CANT.	HERRAMIENTA			
	SEGÚN SEA NECESARIO			
UNIDAD DE MEDIDA				
Metro cuadrado de cuneta o bordillo				
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:	
8 m ² /día			FECHA	

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO	NOMBRE: RECONSTRUCCION		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:
REM-012	DE CONTRACUNETAS		REHABILITACION Y MEJORAMIENTO
DESCRIPCION: La construcción de contracunetas en la parte superior de los taludes de corte.			
PROPOSITO: Evitar la caída de corrientes de agua y materiales arrastrados por ella sobre la carretera, prevenir erosiones y derrumbes en los taludes .			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se realizará cuando haya necesidad de encauzar el agua para que no caiga sobre la carretera y alejarla de la misma.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	Caporal		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. No construir la contracuneta a menos de 3 metros deal borde del talud 3. El Caporal trazará la contracuneta teniendo cuidado que no tenga una pendiente muy fuerte y que desfogue en lugares en los que no perjudique a la carretera. 4. Excavar la contracuneta procurando que no queden depresiones donde se pueda empozar el agua. 5. Si el material es muy erosionable y hay peligro que la contracuneta se profundice demasiado, provocando a su vez derrumbes; se debe revestir la contra cuneta de acuerdo a la Actividad REM-010 Construcción de Cuneta. 6. Cargar ña tierra sobrante en las carretillas y/o camión y descargarla en lugares donde no se arrastrado por las lluvias al sistema de drenaje de la carretera. 7. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
10	Peones		
1	Piloto (parcial)		
12	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.
1	Camión de volteo (parcial)		30
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		Ninguno	
CANT.	HERRAMIENTA		
10	Palas		
5	Azadones		
10	Piochas		
2	Carretillas de mano		
1	Nivel de mano		
1	Cordel		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro lineal de Contracuneta			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
40 ml/día			FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL			
ACTIVIDAD			
CODIGO	NOMBRE: CONSTRUCCION DE		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:
REM-013	CUNETAS NO REVESTIDAS A MANO		REHABILITACION Y MEJORAMIENTO
DESCRIPCION: La construcción de cunetas, en lugares donde se considera necesario.			
PROPOSITO: Evitar que las aguas corran por la carretera, empozamientos y erosiones en los hombros.			
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se realizará esta actividad, cuando en algún tramo se compruebe que los hombros se erosionan fácilmente y que las aguas no corren libremente.			
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO
1	Caporal		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Escoger la sección de la cuneta tratando de no restringir el ancho de la carretera. 3. Trazar la cuneta, manteniendo una pendiente uniforme, de ser posible trazar la salida alejándose del hombro. 4. Excavar la cuneta procurando que no queden depresiones donde se pueda empozar el agua o permita azolvamientos. 5. Si el material es muy erosionable y hay peligro que se se profundice demasiado, se debe revestir la cuneta de acuerdo a la Actividad REM-010 Construcción de Cuneta. 6. Cargar la tierra sobrante en las carretillas de mano o en el camión y descargarla en lugares donde no sea arrastrada, por las lluvias al sistema de drenaje de la carretera. 7. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
10	Peones		
1	Piloto (parcial)		
12	TOTAL		
CANT.	EQUIPO NECESARIO		
1	Camión de volteo (parcial)		10
CANT.	UNIDAD	MATERIALES	
		Ninguno	
CANT.	HERRAMIENTA		
10	Palas		
10	Azadones		
10	Piochas		
2	Mazos Metálicos		
4	Carretillas de mano		
1	Nivel de mano		
UNIDAD DE MEDIDA			
Metro lineal de cuneta			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:
60 ml/día			FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL				
ACTIVIDAD				
CODIGO	NOMBRE:			CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:
REM-39	SUMIDEROS Y CABEZALES DE ALCANTARILLAS			REHABILITACION Y MEJORAMIENTO
DESCRIPCION: Construcción de sumideros y cabezales de alcantarillas con concreto ciclópeo o mampostería de piedra ligada con mortero de cemento.				
PROPOSITO: Encausar la corriente de agua, evitar socavaciones, sostener los taludes y proteger a LA tubería de golpes y astilladuras.				
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se ejecutará esta operación cuando las alcantarillas carezcan de sumideros y/o cabezales.				
CANT.	MANO DE OBRA			PROCEDIMIENTO
1	Caporal			1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Marcar y hacer la excavación de acuerdo a planos estándar, lavar cuidadosamente la piedra bola. 3. a) Para muros de concreto ciclópeo colocar la formaleta y preparar el concreto según las siguientes proporciones: Cemento - 1 bolsa Arena - 2 bolsas Piedrín - 3 bolsas Agua - según necesidades b) Para muros de mampostería, colocar las piedras necesarias y preparar el mortero según las siguientes proporciones: Cemento - 1 bolsa Arena - 3 bolsas Agua - según necesidades 4. Alcanzada la altura deseada, rasar la corona y proveer curado al concreto o al mortero. Retirar formaleta a los 7 días. 5. Después de 7 días, rellenar atrás del cabezal y a los lados de la tubería, con material de buena calidad, por capas no mayores de 20 cm, y compactando con mazos, el material debe estar más o menos en su humedad óptima. 6. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
10	Peones			
1	Piloto (parcial)			
1	Operador de mezcladora de concreto			
1	Albañil			
14	TOTAL			
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.	
1	Camión de volteo		30	
1	Mezcladora de concreto portátil (si es necesario)		10	
CANT.	UNIDAD	MATERIALES		
18	m3	Piedrín		
1.2	m3	Arena de río fina		
0.9	m3	Piedra bola		
16	saco	Cemento Portland		
10	lbs	Alambre de amarre		
10	lbs	Clavo		
35	pt	Madera		
CANT.	HERRAMIENTA			
10	Palas	3	Machetes	
5	Azadones	1	Serrucho	
10	Piochas	2	Barretas	
4	Mazos Metálicos	2	Cucharas	
2	Carretillas	2	Martillos	
2	Tenazas	2	Cinceles	
4	Cubetas	1	Plomada	
1	Lazos	1	Escuadra	
1	Tonel para agua			
UNIDAD DE MEDIDA				
Metro cúbico de cabezal				
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA				APROBADO POR:
4.5 m3/día				FECHA

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL				
ACTIVIDAD				
CODIGO	NOMBRE: MEJORAMIENTO DE DISEÑO GEOMETRICO REM-044 (CAMBIOS) Y AMPLIACIÓN DE LA TERRACERIA.		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO: REHABILITACION Y MEJORAMIENTO	
DESCRIPCION: Mejorar tramos cortos de caminos por medio de cambios del alineamiento horizontal y/o vertical y/o la ampliación de la terracería.				
PROPOSITO: Aumentar la seguridad y comodidad del usuario o evitar problemas graves de derrumbes o fallas geológicas.				
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se ejecutará esta actividad cuando ciertos tramos provoquen accidentes; y exista un estudio y diseño de la Entidad Ejecutora. Esta actividad se completa con la prolongación de alcantarillas y la actividad REM-039 Sumideros y cabezales de alcantarilla.				
CANT.	MANO DE OBRA		PROCEDIMIENTO	
	SEGÚN SEA NECESARIO		1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Replantear línea central, colocar estacas de talud y trompos de nivel estudiar el drenaje e informar. 3. Limpiar de materia orgánica y material inadecuado los cortes y los lugares en que se harán los rellenos. 4. Hacer los cortes y colocar el material en los rellenos en capas no mayores de 15 cm, compactando cada una antes de colocar otra, verificando con pruebas de Laboratorio. El material a compactar debe tener una humedad cercana a la óptima. Si le falta agua, añadirle con la regadera, si está muy húmedo airearlo dándole vuelta con la cuchilla del tractor o la motoniveladora. Si sobra material de corte colocarlo en un lugar apropiado; si falta material para los rellenos acarrearlo de un banco de préstamo adecuado para obtener, en ambos casos transportar el material cargándolo en los camiones de volteo. 5. Conformar los taludes y cunetas resultantes, usando la Motoniveladora. 6. Retirar señal y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados. NOTA: 1. Se recomienda verificar si el nuevo trazo del mejoramiento o ampliación, pueda crear problemas con el derecho de vía.	
	TOTAL			
CANT.	EQUIPO NECESARIO	% T.P.		
	SEGÚN SEA NECESARIO			
CANT.	UNIDAD	MATERIALES		
		SEGÚN SEA NECESARIO		
CANT.	HERRAMIENTA			
	SEGÚN SEA NECESARIO			
UNIDAD DE MEDIDA				
VARIABLE				
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			APROBADO POR:	
VARIABLE			FECHA	

NORMAS Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCION PARA MANTENIMIENTO VIAL				
ACTIVIDAD				
CODIGO	NOMBRE:		CATEGORIA DE MANTENIMIENTO:	
REM-045	SEÑALIZACION VERTICAL		REHABILITACION Y MEJORAMIENTO	
DESCRIPCION: Instalar señales viales en lugares predeterminados, de manera que sean funcionales y visibles.				
PROPOSITO: Hacer el tránsito más seguro para el usuario.				
CRITERIO PARA LA EJECUCION: Se ejecutará esta actividad cuando se compruebe mediante estudios, que es necesaria.				
CANT.	MANO DE OBRA			PROCEDIMIENTO
1	Encargado de Señalización			1. Colocar señales y dispositivos de seguridad. 2. Localizar con exactitud la ubicación de la nueva señal, de acuerdo al relameto respectivo o a los planos. 3. Hacer excavación. 4. Colocar la señal vial, comprobando que su posición sea vertical y que la placa sea perpendicular al eje de la carretera y esté a la altura reglamentaria. Apuntar el poste. 5. Rellenar la excavación circundante con una mezcla hecha de la siguiente manera: Cemento - 1 bolsa Arena - 2 bolsas Piedrín - 3 bolsas Agua - según necesidades 6. Retirar señales y dispositivos de seguridad en orden inverso a como fueron colocados.
4	Peones			
1	Piloto			
6	TOTAL			
CANT.	EQUIPO NECESARIO		% T.P.	
1	Pick-up		75	
CANT.	UNIDAD	MATERIALES		
0.15	m3	Piedrín		
0.1	m3	Arena de río fina		
2	saco	Cemento Portland		
10	u	Señales viales		
20	u	Delineadores		
20	u	Postes de kilometraje		
CANT.	HERRAMIENTA			
3	Palas			
1	Cinta Métrica			
3	Piochas			
1	Mazos Metálicos			
1	Carretillas de mano			
2	Barretas			
1	Cubetas			
1	Tonne pequeño para agua.			
UNIDAD DE MEDIDA				
señales viales o postes delinadores o de kilometraje				
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA				APROBADO POR:
kilometraje/día				FECHA

CAPITULO IV

ANALISIS E INTERPRETACIÓN

4.1 INTRODUCCION

Los caminos rurales como todas las vías de comunicación terrestre poseen elementos que componen su estructura y que son parte importante para su buen funcionamiento; los cuales es necesario cuantificar y cualificar para establecer parámetros que nos indiquen el estado de sus características de durabilidad y funcionamiento. Es por eso que para la formulación de técnicas y procesos que generen mejoras en las condiciones físicas de los caminos, es necesario conocer la manera adecuada de extraer información acerca de sus características principales, e identificar los márgenes que definan los alcances de la investigación ya que en este proceso se deberá establecer los aspectos que ayuden mas directamente a la formulación de estas técnicas. Además el estudio en profundidad de las características de cada elemento componente de los caminos brindara un mayor aporte a la investigación enriqueciéndola de bases teóricas que puedan ser traducidas en aplicaciones practicas que al fin de cuentas son el propósito de este documento. De esta forma se ha realizado una recopilación de información que permita la formulación practica y factible de técnicas para el mejoramiento de caminos que sean artífices de la conversión de un camino rural a camino rural sostenible.

CUADRO No 17. RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS DEL CAMINO QUEZALTEPEQUE - SAN MATIAS.

No.	ELEMENTO	RESULTADOS	INTERPRETACION
1	Alineamiento vertical.	Pendientes mayores que 8%: 14% Pendientes menores que 8%: 86%	Las pendientes mayores del 8% no son un problema mayor para el proceso de mejoramiento del camino Quezaltepeque-San Matías.
2	Alineamiento horizontal.	Radios de curvatura menores que 53 m: 5%. Radios de curvatura mayores que 53 m: 95%.	El porcentaje de radios de curvatura menores que 53 m es muy bajo, por lo que no afecta el funcionamiento adecuado del camino.
3	Cunetas.	Cunetas a ambos lados: 21%.* Cunetas a un lado: 21%. Cunetas a ningún lado: 58%.	De acuerdo a los resultados el mayor porcentaje del camino no posee cunetas definidas a ambos lados.
4	Bombeo.	Bombeo de 1%: 57%. Bombeo de 1.5%: 7%. Bombeo de 2%: 36%.	Ninguno de los resultados obtenidos cumple con el 3% de bombeo para un camino rural.
5	Tipos de suelos.	Estrato rocoso: 8%. Arena limosa 25%. Limo arenoso: 67%.	De acuerdo a los 14 puntos que se tomaron de muestra, el suelo más abundante es el limo arenoso.
6	Inclinación de taludes.	Inclinación 30: 14%. Inclinación 45: 28%. Inclinación 60: 29%. Inclinación 90: 29%.	Los 7 taludes más significativos que se encontraron en el camino presentan una variedad en sus diferentes inclinaciones.
7	Alcantarillas.	Se encontraron 3 cabezales en el recorrido de campo realizado.	Las alcantarillas se encuentran en buen estado de funcionamiento y en su estructura.
8	Ancho de rodaje.	Los valores de ancho de rodaje en ningún punto del camino son menores que 5 m, el cual es el valor mínimo que establece las Normas de Diseño para Caminos Rurales, además presenta un promedio de derecho de vía de 10.76 m.	No se requiere ampliación del ancho de rodaje, ya que en un 100% del camino cumple el requerimiento.
9	Baches.	Existen dos puntos con baches que varían desde 3.5 m a 10 m de longitud, con profundidades hasta de 0.3 m.	De acuerdo a los resultados es adecuado una reparación de la superficie de rodadura en esos puntos.
10	Puentes y bóvedas.	Las cuales tienen dimensiones de longitud, ancho y alto de 9.7 m, 6.4 m y 3.3 m en promedio respectivamente y buenas condiciones de funcionamiento.	Las condiciones en que se encuentran los puentes y bóveda no son un problema para el camino.

* Incluye cuneta revestida de mampostería de piedra, al inicio del camino, son unos 20 m.

CUADRO No 18. RESUMEN DE TECNICAS PARA MEJORAMIENTO DE CAMINOS RURALES.

Mantenimiento preventivo	Técnica	Proceso	Tratamiento	Observaciones
Alineamiento horizontal	-	-	-	Este se realiza en el proceso de diseño.
Alineamiento vertical	-	-	-	Este se realiza en el proceso de diseño.
Taludes	Siembra de bloques de grama.	Dejar uniforme la superficie del talud y sembrar los bloques de grama espaciados en altura y longitud.	Regar por lo menos en cinco ocasiones en días alternos.	Realizar preferiblemente al final del verano.
Obras de paso	Limpieza de cauce.	Remoción de todos los materiales sedimentados.	-	Los materiales removidos se depositan en lugares alejados del cauce.
	Pintura en puentes.	Limpieza de la superficie del puente y aplicar varias pasadas de pintura	-	Es aplicado generalmente en puentes metalicos.
	Conservación de juntas de construcción.	Reparación y sello de las juntas de construcción de la losa del puente, a través de la limpieza de la junta y la colocación de material bituminoso.	-	La junta terminada no debe presentar perturbaciones o depresiones.
Superficie de rodadura.	Bacheo	Eliminar el material suelto y agua estancada, recortar las paredes en forma vertical, se humedece el material y se deposita en el bache, luego se compacta en capas de 10 cm hasta llegar al nivel de la superficie.	-	Si se presenta un gran número de baches es necesario escarificar el tramo.
	Limpieza de maleza en laterales.	Consiste en cortar toda vegetación que haya crecido en los laterales del camino.	Esta actividad se lleva a cabo al inicio y al final del invierno.	-
Sistemas de drenaje.	Limpieza de cunetas.	Se remueve todo el material sedimentado a causa de la erosión provocada por la lluvia, de manera que la cuneta recupere su sección de diseño.	Tener un mayor control en época lluviosa.	El material removido se deposita fuera del camino.

Mantenimiento preventivo.	Técnica.	Proceso.	Tratamiento.	Observaciones.
Sistemas de drenaje.	Limpieza de drenajes de vertido.	Se trata de limpiar la sección del drenaje de vertido para que sea capaz de encausar el agua fuera de la superficie del camino.	Efectuar esta actividad continuamente en época lluviosa.	El material removido se deposita fuera del camino
	Limpieza de drenaje de protección.	consiste en retirar el material depositado debido principalmente a pequeños derrumbes del talud.	Realizar sobre todo en época lluviosa.	Es importante retirar el material de la zona del talud.
	Limpieza de alcantarillas.	Consiste en retirar todo material sedimentado que obstruya el libre paso del agua a través de la tubería.	La limpieza es de mayor importancia previo al invierno.	Esto se realiza a la entrada y salida de la alcantarilla.
Señalización vial	Control del estado de las señales.	Se realiza una inspección del estado en que se encuentran las señales y poder así proceder a su reparación o sustitución.	–	Generalmente los caminos rurales solo poseen señalización vertical.
Mantenimiento correctivo.	Técnica.	Proceso.	Tratamiento.	Observaciones.
Alineamiento horizontal	Modificación del eje horizontal.	Replantear la línea central, limpiar todo material suelto, colocar el material de relleno en capas no mayores de 15 cm hasta conformar el nuevo eje.	–	Verificar que el nuevo trazo no utilice terreno fuera del derecho de vía.
Alineamiento vertical	Modificación del eje vertical.	Basicamente es el mismo procedimiento que en el alineamiento horizontal.	–	Se utilizan los datos de pendientes y longitud de curva.
Taludes	Reconformación de taludes.	Consiste en tallar la inclinación correcta del talud de acuerdo al material y la altura que posee, además se redondea la corona para evitar un desprendimiento.	Se realizara cuando el talud presente riesgos para el usuario del camino.	El redondeo de la corona si no se realiza en el mantenimiento correctivo se hara en el mantenimiento preventivo.
Obras de paso	Reconstrucción de barandales.	Consiste en la reconstrucción total o parcial de sección de barandales dañados. Se realiza la demolición del elemento y se realiza el empalme del acero de refuerzo y se procede al llenado con concreto.	Esta actividad se lleva a cabo cuando exista un daño en el barandal de un puente.	Remover los materiales de desperdicio a sitios convenientes.

Mantenimiento correctivo	Técnica	Proceso	Tratamiento	Observaciones
Obras de paso	Reparación de acceso al puente.	Es un relleno de la unión entre el puente y la superficie de rodadura de manera que al hacer uso de la vía no presente incomodidad al usuario.	-	Puede realizarse con material de balastro o materiales asfálticos o construir losa de aproximación.
Superficie de rodadura.	Mejora del suelo superficial.	Esta actividad consiste en nivelar y compactar la superficie del camino, a través de la escarificación del material y la sustitución por material nuevo para obtener una rodadura más adecuada.	-	Esta se puede realizar con maquinaria o con cuadrillas de trabajo.
Sistemas de drenaje.	Reconformación de cunetas.	Consiste en limpiar o extraer el material de las cunetas en forma de V y las de solera plana, por medio de niveladoras o manualmente.	-	En algunos casos el material extraído puede combinarse para la reconformación.
	Drenaje subterráneo.	Construir una zanja que cruce el ancho del camino de tal forma que colecte el agua freática y la lleve a un lugar donde no afecte la superficie de rodadura.	-	Las dimensiones de la zanja y el material de relleno dependerán de la cantidad de agua freática.
	Bombeo.	El bombeo se forma rellenando con tierra, desde el centro hacia los bordes del camino, formando un triángulo el cual es controlado por regla o codal entre los costados maestros.	Se inspecciona continuamente el valor de bombeo.	El valor recomendado del bombeo para caminos rurales es de 3%.
Señalización vial.	Instalación de señales verticales.	Colocar la señal vial en la ubicación correcta de acuerdo al reglamento de tránsito o los planos, verificar que queden a la altura adecuada, rellenar la excavación con una mezcla de cemento, arena, grava y agua.	-	Cubrir la superficie del concreto con arena saturada de agua para la curación.

4.2 Características de los Caminos Rurales Sostenibles.

El criterio de factibilidad económica es prioritario que se satisfaga en los proyectos de caminos rurales sostenibles para lograr su realización. Los caminos rurales sostenibles se diferencian de los demás caminos rurales por tener la superficie de rodadura mejor acabada y durable, conciliando bajos costos del proyecto con la seguridad para los usuarios; significa, que si hay condiciones desfavorables en el relieve o en la geometría del camino existente, es decir, relieve abrupto, accidentado o desconformado; y no se dispone de la inversión necesaria para cumplir los requisitos mínimos, estos no se compensarán con los beneficios sociales que se puedan alcanzar con la realización del proyecto. Consecuentemente, la no factibilidad implicará cuánto del proyecto se realizará o sigue como camino rural, como quedaría los derechos de vía, calzada, drenajes, y geometría, y por ende la conversión del camino rural en camino rural sostenible. El cumplimiento de la conservación de las buenas condiciones de servicio y funcionamiento del camino es el mayor interés cuando el camino rural pase a camino rural sostenible. El cumplimiento satisfactorio de requisitos y condiciones están en estrecha relación con el mantenimiento periódico de la geometría, el pavimento, la sección transversal y el drenaje, esto conlleva a tener beneficios en el transporte y en lo socioeconómico, lo cual está ligado a toda actividad del usuario.

La sostenibilidad de los caminos rurales busca el funcionamiento, estable y adecuado al tipo de tráfico al que estará sometido, mejor servicio y comodidad al usuario así mismo disminución de los costos de transporte; así mismo, las pendientes, radios de curvatura y tangentes, y demás geometría de los caminos rurales se pueden mantener con sus mismos valores cumpliendo las normas del cuadro No. 4, sólo ejecutando, los valores que estén fuera de ellas, y que no representen inversión fuera de las proporciones del proyecto. Los movimientos de tierra, los establecimientos de nuevos derechos de vía y todo lo que pueda ir involucrado con el eje del camino para su ajustamiento, esto mantendrá la inversión estimada, necesaria para realizar el proyecto.

En los caminos rurales, drenar agua lluvia hacia los laterales para proteger la superficie de rodadura es uno de los propósitos de la sostenibilidad, a partir de lo cual, la sección transversal del camino quedará firmemente conformada.

La escorrentía recolectada, se evacua a zonas donde no se cause daños al camino ni a los habitantes de las zonas aledañas. Con el estudio de campo, se estiman bien las condiciones existentes en los caminos rurales para proyectos de caminos rurales sostenibles, en concordancia con la factibilidad económica necesaria para poder llevar a cabo los proyectos y generar los beneficios sociales del desarrollo.

4.3 Criterios y parámetros de aplicación.

Para cada proyecto de mejoramiento de caminos rurales se determinan las características existentes del camino en estudio, de cada uno de sus elementos, y comparando qué tramos y qué valores están al margen de las normas de diseño (Cuadro No.4), e identificando con certeza los componentes del camino más involucrados con el deterioro de la vía. Así se pueden formular acciones que ayuden a contrarrestar los factores que dan origen al mal estado del camino. Es necesario que los criterios geológicos, topográficos, suelo, características físicas y mecánicas, estabilidad y soporte satisfagan los requisitos mínimos señalados en el cuadro No. 4; superficie de rodadura, base del camino, taludes, en cortes o rellenos, en la zona de la vía, es necesario estabilizar para proporcionar seguridad al usuario y a las comunidades que influencian en el funcionamiento del camino rural; esto no está desligado del relieve del terreno respecto al alineamiento horizontal y vertical. En el camino Quezaltepeque - San Matías, su geometría con pendientes pronunciadas sólo en los tramos: 3+667 al 4+022, y 6+793 al 6+931, la pendiente es mayor que 8%, pero por el criterio de factibilidad, estabilidad y consistencia del material de la superficie no limita para convertirlo en camino rural sostenible.

4.3.1 Criterios aplicables al tipo de suelo del camino Quezaltepeque - San Matías.

Del estudio de campo, el suelo encontrado es arena limosa, limo arenosa con bajo porcentaje de finos propios y finos de arcillas, tienen muy baja plasticidad; de acuerdo con el estado en que se encuentran, se hace necesaria su estabilización con cemento.

4.3.2 Estabilidad de los taludes de la sección transversal del camino Quezaltepeque-Sn. Matías.

La condición actual de los taludes del camino Quezaltepeque – San Matías es bastante buena, alturas entre 0.9 m y 4.3 m, inclinaciones de 15° a 90°, suelos SM, MS de baja plasticidad; sin embargo, requieren un plan de mantenimiento preventivo. Para seguridad del usuario del camino, sin riesgos; preventivamente es necesario proteger contra la erosión, conservar la superficie de los taludes, con vegetación por ejemplo Zacate betibert, para que se enraíce entramadamente y no dé lugar a desprendimientos o exceso de erosión por lavado superficial.

4.3.3 Mejoramiento de pendientes del camino Quezaltepeque – San Matías.

En el camino Quezaltepeque – San Matías existen pendientes de hasta 12% de inclinación; en época lluviosa presenta deterioro en la superficie de rodadura, ya que la velocidad del agua es bastante rápida y produce erosión intensa en la

superficie, y laterales de tierra; para evitar esto, se utiliza el empedrado fraguado, que consiste en empedrar la longitud de la pendiente y luego depositar de manera homogénea una porción de mezcla hecha de arena y cemento proporción 1:3 que cubra los espacios entre las piedras. Alternativamente se puede cubrir con una capa de concreto que permita contrarrestar el efecto erosionante del agua y el deterioro provocado por el tránsito¹⁹.

4.4 Propuesta de acciones técnicas para corregir el mal o regular estado de los caminos.

En la rehabilitación de caminos rurales, un plan de mejoramiento es indispensable a través del Ministerio de Obras Públicas y las alcaldías, inspeccionando el estado de los caminos por cada uno de los elementos que lo componen, priorizando los que mayor daño presenten; realizar procedimientos de campo tomando en cuenta las Normas de la Secretaría de Integración Económica Centroamericana (SIECA).

4.5 Plan de mejoramiento y mantenimiento de los caminos después de realizados.

¹⁹ Otras formas de evitar el deterioro de la superficie de rodadura es estabilizando con suelo cemento o suelo cal, así como el uso de balastro como capa de rodadura. También ayuda a evitar el deterioro de la capa de rodadura la construcción de disipadores.

Será necesario recapitular los datos que representan los resultados de las inspecciones de campo realizados para este fin, analizando su interrelación, para indicar las acciones pertinentes.

- Alineamiento horizontal.

En los componentes del alineamiento horizontal: 1) cuantificar, 2) cumplir normas de diseño de caminos rurales, 3) analizar aspectos de seguridad y costo. Las tangentes y los radios de curvatura determinan la seguridad y la comodidad de los usuarios.

En los caminos rurales, según las normas para diseño geométrico del cuadro N° 4, el radio mínimo de curvatura, para terreno plano es de 67 m., terreno ondulado 53 m., y terreno montañoso 20m., esto garantiza que el usuario goce de la más confiable visibilidad, espacio de maniobra, y seguridad durante el viaje. En el camino Quezaltepeque - San Matías, se cumplen los radios de curvatura, estos tienen 39.73 m a 474.17 m con promedio de 158 m. Los que tienen 39.73 m hasta 57m, son 4, 9.76%; osea menor que 10% del total. Esto indica que los radios de curvatura cumplen la generalidad de normas establecidas, para la seguridad del usuario del camino; las tangentes, en promedio son de 90.7 m; la mínima y la máxima respectivamente son 9.15m. y 391.61m.

Los parámetros del alineamiento horizontal no perjudican el funcionamiento ni llevan al deterioro de la superficie de rodadura y cumplen con las normas de

diseño para caminos rurales, para ser considerado como camino rural sostenible. En los casos que no se cumpla con los valores de radios de curvatura, se replantea el tramo del eje central a acomodar, tomando este como referencia dentro del derecho de vía existente.

- Alineamiento vertical

El alineamiento vertical es afectado por la topografía de las zonas que intercomunican, con pendientes pronunciadas y hasta intransitables por los automotores. Según las normas de diseño de caminos rurales (ver cuadro N° 4) las pendientes máximas para terreno plano, ondulado y montañoso son respectivamente de 6%,8% y 12%; así, el camino Quezaltepeque-San Matías es ondulado, cumple en la generalidad de las pendientes ya que estas oscilan entre el 1% y 6%, teniendo sólo el estacionamiento 3+220, 12.4%. Por lo cual, los resultados obtenidos en el estudio de campo con respecto al alineamiento vertical cumplen de manera general con las normas de diseño, y por ende el camino es propicio para mantener sus condiciones de alineamiento existente y poder calificar como camino rural sostenible. Esto significa reducción de costos de transporte y facilitación de las actividades económicas y sociales. Para el caso particular de pendiente 12.4%, si se requiere reducir, se tendrá que reconformar la rasante, haciendo movimientos de tierra, limitado por las condiciones económicas y factibilidad de la realización del proyecto.

- Superficie de rodadura.

Esta se somete a los efectos que produce el tráfico que en el camino circula y a los efectos de los factores climáticos. En la época lluviosa se dificultan las operaciones de mantenimiento y provoca mayor deterioro. Para buenas condiciones de funcionamiento, un plan de mantenimiento considera, reconformar por lo menos dos veces al año ya que las condiciones destructivas por intemperie, siempre degradan los materiales que conforman la superficie de rodadura, principalmente cuando no se dispone de un buen sistema de drenaje.

La superficie de rodadura del camino Quezaltepeque – San Matías, presenta buena consistencia y durabilidad pero los factores climáticos hacen que en el tramo 0+483 y 1+288 sean susceptibles a irregularidades lo cual perjudica la comodidad y economía del usuario del camino, de ahí que es necesario reparar depresiones o baches que afectan el buen funcionamiento de la vía; Esto también se puede traducir en un proceso rutinario de escarificación de la superficie existente que sirva para erradicar todo defecto posible existente en su base, y proceder por medios mecánicos y manuales a nivelar la calzada y proporcionar el bombeo lateral necesario para proteger la superficie, de los estragos que producen los acumulamientos de agua lluvia en la calzada. Se hará sustitución del material de cobertura, donde la superficie presente un deterioro de su estructura. Esto ayuda principalmente a aumentar la comodidad y mejorar la funcionabilidad de la superficie de rodadura permitiendo disminuir

los costos de transporte y el acercamiento de las comunidades por la facilidad de movimiento y ventajas en el uso del camino.

- Cunetas.

El sistema de drenaje del camino, drena toda la escorrentía lateral y la que llega a la calzada del camino a través del bombeo de la sección transversal. Las cunetas conducen toda el agua pluvial hasta zonas donde no perjudican las condiciones del camino o la situación de vida de las comunidades aledañas. En el estudio de campo realizado en el camino Quezaltepeque - San Matías, el poco mantenimiento, hace casi nula la existencia del sistema de drenaje; se encontraron cunetas sólo en algunos tramos del camino en los estacionamientos intermedios siguientes: 1+932, 2+576, 3+703, 5+474, y el 5+796, constituyendo el total de unos 100 metros de cuneta. De acuerdo con los resultados obtenidos, 58% del camino no posee cunetas a ninguno de sus laterales y 21% de la longitud presenta cunetas a ambos lados del camino. En los pequeños tramos con cunetas, su sección es irregular, el canal se ha acomodado a la forma del terreno, para poder evacuar toda la escorrentía lateral. Además, todos estos componentes del sistema de drenaje se encuentran propensos a la obstrucción de su funcionamiento cuando los sedimentos de material existente en la calzada se acumulan lateralmente en la sección. De ahí que la conformación y limpieza de cunetas debe considerarse en todo plan de mejoramiento y mantenimiento de caminos rurales o caminos

rurales sostenibles. Establecer una sección regular o reconformar el drenaje lateral para proporcionar fluidez a la evacuación de la escorrentía superficial, adoptando en la medida de lo posible una sección regular que disminuya la posibilidad, de obstrucción con sedimentos en su sección, y dé fluidez a la evacuación, principalmente combinando con un buen sistema de drenaje de alivio.

- Alcantarillas.

Las alcantarillas en el camino Quezaltepeque – San Matías no presentan asolvamientos y sedimentos que provoquen obstrucción del paso de agua, el problema que presentan es el daño en cabezales, a la entrada y salida del canal. Considerando estos datos, las alcantarillas poseen buen funcionamiento que les permite mantener el agua pluvial fuera de la superficie del camino. Es importante, en estas condiciones, realizar inspecciones durante y después de eventos lluviosos intensos para observar la operación de las alcantarillas y registrar marcas de agua; además efectuar la reparación de cualquier elemento dañado en su estructura, cabezales, aletones y tuberías de la alcantarilla.

- Puentes.

Los puentes del camino Quezaltepeque – San Matías están en buenas condiciones de funcionamiento, para su uso sin daño estructural que ponga en peligro a los usuarios del camino; sólo se encuentra en mal estado la superficie

de rodadura. Esto implica, en la época lluviosa verificar niveles alcanzados durante y después de cada lluvia, inspección de sedimentación, erosión y daños estructurales. Toda inspección de este tipo la realiza personal especializado en hidráulica y diseño estructural, que puedan dar las soluciones adecuadas a cada problema. La reparación se efectúa en un tiempo prudente para no afectar al usuario del camino.

- Taludes.

La máxima altura que presentan los taludes del camino Quezaltepeque – San Matías es 4.3 m, en buen estado, pendientes de 15° a 90° sin cobertura vegetal. El problema que estas condiciones le pueden generar al camino, es acumulación de erosión de la superficie y derrumbes, los cuales se remueven rápidamente. La inspección de los taludes se realiza periódicamente, con mayor frecuencia en la época lluviosa, que es cuando ocurren los derrumbes. La inspección comprende, verificación de la pendiente del talud, existencia de vegetación en la superficie, estado de los drenajes de protección y derrumbes. Si estos aspectos son desfavorables se lleva a cabo reconfiguración del taludes, drenajes y siembra de grama para dar protección a la superficie del talud.

-Señalización vial.

Actualmente, el camino Quezaltepeque – San Matías no cuenta con ningún tipo de señalización vertical y horizontal en toda su longitud, para funcionamiento seguro de los usuarios, siendo necesario realizar señalización vial, principalmente vertical con el correspondiente plan de mantenimiento. Una vez que la señalización del camino esté completa, se entregará al encargado del mantenimiento, un juego de planos que muestren los tipos y ubicación de todos los dispositivos instalados en el camino. Además, disponer de un plan de mantenimiento en caso de daños a las señales viales después de ciertos periodos.

4.6 Criterios para el camino Quezaltepeque – San Matías.

En el caso del camino Quezaltepeque – San Matías, el alineamiento vertical y horizontal no ha influido en el deterioro del camino, y cumple con lo requerido por las normas de diseño de caminos rurales (cuadro N° 4); Sin embargo, en el alineamiento vertical, en el tramo entre los cadenamientos 3+667 al 4+022, la pendiente 12.4% es mayor que 8%, la cual, sale de lo establecido en el cuadro N° 4 sin que perjudique las condiciones del alineamiento actual de la vía.

Un camino rural pasa a ser rural sostenible, al cumplir las normas del cuadro N° 4. Por el criterio de factibilidad, de mantener lo existente en la medida de lo

posible, la transición a rural sostenible puede beneficiar al camino rural para su adaptación.

En el camino Quezaltepeque – San Matías, los taludes no son factores de riesgos para la seguridad del usuario. Los sistemas de drenajes y la superficie de rodadura por su íntima relación en el funcionamiento del camino no se puede desligar de las inclemencias del tiempo, estos elementos son generalmente el mayor problema en la mayoría de los sistemas viales de la zona rural, por falta de mejoramiento de las condiciones de funcionalidad de los mismos. Principalmente, los drenajes, prácticamente están extintos en el camino, y que cada época lluviosa sigue degradándose por la erosión del material de los laterales y por ende afectan directamente la superficie de rodadura, que se vuelve aún más susceptible cuando los drenajes se encuentran en muy malas condiciones. La falta de drenajes laterales, la mala conformación de la sección transversal del camino principalmente en el bombeo de la calzada, son casi siempre los aspectos a correlacionar para identificar las causas del deterioro de las buenas condiciones del camino. La mala conformación, el bombeo de la sección transversal, el agua lluvia que no drena de una manera adecuada sobre la superficie de rodadura, provocando así acumulamientos de agua sobre la calzada, efectos de absorción, erosión, e incluso asentamientos locales en esos acumulamientos de agua, que se transforman en depresiones sobre la calzada, producen una variedad de baches reduciendo la capacidad funcional del

camino; y de ahí también, la disminución en la comodidad de transporte, y aumento de costos de lo mismo. Además la poca eficiencia en la evacuación de la escorrentía lateral por la falta de los drenajes laterales, como las cunetas, hace aún más dificultoso el mantenimiento de las buenas condiciones de funcionabilidad del camino, ya que el agua lluvia se escurre de una manera irregular por todo el lateral de la sección transversal del camino y en el peor de los casos esa escorrentía se vuelve más dañina cuando por razones de su irregularidad en el cauce, penetra en la superficie de rodadura, aumentando desfavorablemente los efectos de erosión en el rodaje del camino. Es así como se tienen que aprovechar todos los recursos existentes en el terreno para proporcionar más eficiencia a la evacuación del efluente de aguas lluvias, mejorando sus condiciones de funcionabilidad, y mantenimiento, y proporcionar características de sostenibilidad. Así como lograr la transición conveniente de camino rural a camino rural sostenible.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 INTRODUCCION

Es importante tomar en cuenta que para llegar a concluir acerca de los resultados de una investigación es necesario tener claro criterios y consideraciones que nos permitan visualizar de una mejor manera el análisis de esos resultados, y por supuesto que nos generen conclusiones verdaderamente sustanciales para el entendimiento de los fenómenos y temas que se han estudiado a lo largo de la investigación. Es así como en nuestra investigación acerca del mejoramiento de caminos rurales, hemos tratado de realizar todas las consideraciones necesarias para no dejar pasar por alto aspectos de vital importancia para dicho propósito, como los criterios de mejora, criterios de factibilidad y los factores mas involucrados en el deterioro de los caminos; que están íntimamente ligados con la transformación de un camino rural a un camino rural sostenible. De ahí que las conclusiones persigan alcanzar el nivel de bases suficientes para poder proponer también recomendaciones que ayuden directamente a establecer un cúmulo de gestiones y procesos sistematizados que permitan proporcionar mejores condiciones a todo un sistema vial rural y por ende una mejoría en las actividades sociales de las zonas de influencia de los caminos.

5.2 CONSIDERACIONES.

Lluvia y tráfico son los factores principales que afectan el buen estado de las vías no pavimentadas; la falta del mantenimiento correspondiente origina su deterioro rápido disminuyendo primero el buen funcionamiento del bombeo transversal, que paulatinamente va desapareciendo, lo cual permite que el agua se acumule en la superficie de rodadura en forma de empozamientos que provocan pérdida de resistencia de la superficie de la calzada, pues esta agua no es evacuada hacia los drenajes laterales²⁰.

Los caminos rurales del país, 10.78% tienen estado bueno, 87.55%, regular, y 1.67%, malo, esto en referencia a la superficie de rodadura y a drenajes existentes en la red caminera nacional.

El camino Quezaltepeque – San Matías presenta mal estado en sus drenajes causando el mayor problema al funcionamiento, ablandamiento del suelo; el efecto erosionante del agua y la inexistencia de drenajes laterales han producido deterioro de la superficie de rodadura a lo largo del camino permitiendo generar baches y depresiones hasta 30 cm de profundidad en la calzada incomodando al usuario y aumenta los costos de transporte en la zona.

²⁰ Ver propuesta de cunetas y filtro para el camino rural Quezaltepeque – San Matías.

La señalización del camino Quezaltepeque – San Matías es el ejemplo de la falta de priorización de los caminos rurales para buen funcionamiento. La única señal de tránsito que tiene, está a la entrada y salida de este, en la cual se indica hacia dónde se dirige el camino. Respecto a estas condiciones el mejoramiento de las señales de tránsito, son necesarias en el camino Quezaltepeque – San Matías y los diferentes caminos rurales.

La invasión a los derechos de vía es común en los caminos rurales del país, lo cual ha permitido que disminuyan cada vez las dimensiones en lo ancho del camino, con mayor estrechamiento, en las zonas circundantes y próximas a caseríos, cantones, villas, pueblos y ciudades; siendo este uno de los factores condicionantes para que un camino rural pase a camino rural sostenible.

Todas las actividades de mejoramiento y mantenimiento que se realizan en los proyectos, para la sostenibilidad de los caminos rurales, están basadas en la factibilidad económica o “bajos costos” y seguimiento continuo a estos programas planeados entre municipalidades y comunidades aledañas y jurisdiccionales. Así, en un camino rural que ha sido rehabilitado, para su serviciabilidad, es indispensable un plan de mejoramiento y mantenimiento. La SIECA da los procedimientos a seguir para mejorar los componentes

geométricos y estructurales a los caminos que se encuentran en malas condiciones de funcionamiento.

En los caminos rurales, los volúmenes de tránsito son relativamente bajos, y la superficie de rodadura es de tierra compactada o revestida con material selecto compactado. De acuerdo con los criterios del MOP, los caminos rurales sostenibles tienen la superficie de rodadura con mejor pavimento, se adaptarán a la topografía existente, y la inversión en materiales y mejoras resultan lo más económico posible.

El mantenimiento correctivo se aplica después de que ha ocurrido un daño en el camino; el mantenimiento preventivo se anticipa a los posibles daños que pueden presentarse en los caminos; con esta diferenciación se elaboran los lineamientos que forman parte del plan de mejoramiento y mantenimiento de los caminos rurales en concordancia entre las alcaldías y el MOP.

5.3 CONCLUSIONES.

Un camino rural, pasará a camino rural sostenible, al cumplir por lo menos la proyección del tráfico y nivel de servicio y los requisitos del cuadro N° 4, ancho de rodaje mayor que 5 m, superficie de rodaje durable de concreto asfáltico o concreto hidráulico, y conservación del alineamiento original. Así, el camino rural Quezaltepeque – San Matías, pasará a camino rural sostenible 1) con pavimento capaz de soportar el tráfico futuro, 2) drenajes que permitan evacuación eficiente de la escorrentia pluvial , y 3) disponer del plan de mantenimiento que contenga los lineamientos técnicos de mantenimiento preventivo y correctivo que serán llevados a cabo por los responsables, de acuerdo con lo establecido por la SIECA.

Lluvia, tráfico y desgaste, son los agentes destructivos que causan daños o deterioro de los caminos rurales, provocando incomodidades para el usuario. Esto se traduce en mal funcionamiento de los caminos rurales entre las diferentes comunidades del país, mayores costos de viaje, deficiencias de serviciabilidad, disminución de eficiencia y beneficios, por menores rendimientos debido a los efectos del mal estado que va avanzando si no se dispone de plan de mejoramiento y mantenimiento de los caminos rurales.

La pobreza de drenajes laterales en el camino rural Quezaltepeque – San Matías; y la no funcionabilidad de un bombeo adecuado, por no cumplir con lo establecido en el cuadro No. 4, ha originado el mal estado en que se encuentra la superficie de rodadura, estos criterios son necesario superar al hacer el mejoramiento del camino, definiendo primeramente la conformación del bombeo mínimo, y por supuesto el establecimiento de una sección de canal eficiente, que pueda ser funcional como cuneta y que garantice la evacuación de toda la escorrentia pluvial recolectada; esta al convertir el camino rural en camino rural sostenible.

Los taludes del camino Quezaltepeque – San Matías, estacionamientos 0+000, 0+483, 1+932, 6+118, el primero y el tercero son completamente verticales, el segundo y el cuarto tienen inclinaciones de 70° y 60° respectivamente; de acuerdo a la buena consolidación encontrada en cortes, estos no representan riesgos al camino ni al usuario, por lo tanto no necesitan tratamiento para derrumbes; sin embargo, este, preventivamente se puede hacer para preservar la estabilidad de los taludes, controlando pendientes, vejetar contra la erosión para evitar bajada de materiales hacia el pié del camino y prever obstrucciones al tráfico vehicular de acuerdo con lo propuesto por la SIECA.

Los derechos de vía del camino rural Quezaltepeque – San Matías, son irregulares porque su ancho, en algunos tramos está utilizado con viviendas, en

el derecho de vía. Esto limita el mejoramiento total del camino, condiciona los planes de mantenimiento principalmente del drenaje y orillas de la calzada pero no la anchura principal de esta, y da menos posibilidades al camino rural a pasar a camino rural sostenible.

La señalización del camino rural Quezaltepeque – San Matías, es inexistente, sólo es observable al inicio y final del camino. Un camino rural que se convierta en camino rural sostenible, requiere por lo menos un plan de señalización vertical, señales preventivas, y restrictivas, que permitan dar mejores condiciones de seguridad y funcionabilidad a los usuarios del camino. Esto implica estudiar a fondo las características geométricas para establecer los puntos críticos que definan con anticipación los niveles de servicio que posteriormente se encontrarán; y que esto permita preparar adecuadamente al usuario para encontrar esos distintos tipos de niveles de servicio a lo largo del camino.

5.4 RECOMENDACIONES.

El apoyo organizativo y económico en las comunidades por parte del gobierno a través del Ministerio de Obras Públicas (MOP) y alcaldías para brindar el mantenimiento preventivo y correctivo que se requiera, es de vital importancia, ya que hay municipios que ellos solos no tienen la capacidad para llevar a cabo este mantenimiento:

Que las municipalidades realicen un inventario, de las condiciones existentes de los caminos rurales de su municipio, establezcan un diagnóstico real del estado de las vías de mantenimiento y mejoramiento. Proporcionando al Ministerio de Obras Públicas (MOP) la información para que promueva los financiamientos para los trabajos.

Que las municipalidades efectúen en los caminos rurales, por lo menos, dos veces al año trabajos de mantenimiento que incluyan chapeo, bacheo, reconfiguración de la rasante, destape de canaletas y alcantarillas y reconfiguración de taludes, preferentemente al inicio y al final del invierno.

A las alcaldías que no dispongan de maquinaria para mantenimiento de caminos rurales, se recomienda contratar el personal necesario, mano de obra

calificada o no, según lo requieran los trabajos a realizar; contando con el financiamiento propio o en conjunto con el MOP.

Los daños en la calzada de los caminos rurales, baches, cárcavas y canales de erosión, se evitan teniendo un plan de mantenimiento por parte de las alcaldías o el MOP, para mantener la superficie en buen estado y en caso de la presencia de uno de estos daños, hacer la reparación en el menor tiempo posible y que no produzca inconvenientes al usuario, de acuerdo a lo establecido por la SIECA.

Que los trabajos de rehabilitación y mantenimiento del sistema de drenaje, se hagan cuando se presenten daños que impidan evacuar correctamente la escorrentía de agua lluvia, y evitar que colapsen los elementos del sistema de drenajes, las cunetas.

Al haber niveles freáticos que dañen la estructura del camino, es recomendable la construcción de filtros que evacuen el agua freática hacia drenajes laterales o drenajes naturales del camino. Estos consisten en zanjas con capas de gravas, arenas y material y dependen del flujo de agua freática a evacuar²¹.

²¹ Ver diseño de filtro para camino rural Quezaltepeque – San Matías

BIBLIOGRAFÍA

- Castro Neira, Roberto Guillermo. (1984). Aspectos constructivos y costos del drenaje superficial en carreteras. Trabajo de Graduación en Ingeniería Civil. FIA-UES. San Salvador.
- Aquino Cerna, Mario Edgardo. (1999). Comportamiento del cemento como estabilizador de distintos suelos. Trabajo de Graduación en Ingeniería Civil. FIA-UES. San Salvador.
- Erazo Gómez, Jaime Alberto. (1980). Diseño hidráulico de obras de drenaje menor en carreteras. Trabajo de Graduación en Ingeniería Civil. FIA-UES. San Salvador.
- Mancía Deras, Mario Edgardo. (1995). Procedimientos para la estabilización y mantenimiento de caminos de tierra empleando cal. Trabajo de Graduación en Ingeniería Civil. FIA-UES. San Salvador.
- Ramírez Menjivar, Juan Tobías. (1990). Restitución y estabilización de suelos. Trabajo de Graduación en Ingeniería Civil. FIA-UES. San Salvador.

- Beltrán Cantor, Juan Carlos. (1999). Diseño de obra de paso y calle de acceso, para la comunidad San Bartolo Norte. Trabajo de Graduación en Ingeniería Civil. FIA-UES. San Salvador.
- Leiva C. , Carlos Alberto. (1970). Estabilización de suelos con cal. Trabajo de Graduación en Ingeniería Civil. FIA-UES. San Salvador.
- Escobar Tejada, Edna Isabel. (1984). Solución propuesta para el tratamiento de taludes en el área metropolitana. Trabajo de Graduación en Ingeniería Civil. FIA-UES. San Salvador.
- Reyes Ramos, Carlos Armando. (1990). Diagnóstico sobre la tecnología utilizada en el diseño y construcción de vías terrestres. Trabajo de Graduación en Ingeniería Civil. FIA-UES. San Salvador.
- De Martinez, Araceli Auxiliadora. (2001). Propuesta de un manual de mantenimiento de caminos vecinales, en colaboración con el Fondo Social para el Desarrollo Local. Trabajo de Graduación en Ingeniería Civil. Universidad Tecnológica. San Salvador.

- Hernández Díaz, Ricardo Andrés. (2002). Estudio de los requisitos técnicos para el diseño geométrico de caminos rurales sostenibles. Trabajo de Graduación en Ingeniería Civil. FIA-UES. San Salvador.
- Flores Guevara, Roberto Orlando (1992). Fundamentos técnicos en la elaboración de presupuestos en rehabilitación de carreteras. Trabajo de Graduación en Ingeniería Civil. FIA-UES. San Salvador.
- Tejeiro Vidal, Ramón (1993) Manual de construcción de caminos de tierra con utilización intensiva de mano de obra. Primera edición, Madrid, España.
- Secretaría de Integración Económica Centroamericana (1974). Manual de mantenimiento caminos, alcantarillas y puentes

Glosario

Actividades: Trabajos realizados para llevar a cabo un programa de mantenimiento rutinario, periódico, de rehabilitación y mejoramiento, de emergencia y producción.

Agregado: Un material granular duro de composición mineralógica como la arena, la grava, la escoria, o la roca triturada, usado para ser mezclado en diferente tamaños.

- Agregado grueso: Material retenido por el tamiz de 2.36 mm (No. 8)
- Agregado fino: Material que pasa el tamiz de 2.36mm (No. 8)
- Relleno mineral: Fracciones de agregado fino que pasan el tamiz de 0.60mm (No. 30)

Alcantarilla: Cualquier estructura por debajo de la subrasante de una carretera u otras obras viales, con el objeto de evacuar las aguas superficiales y profundas.

Alineamiento Horizontal: Es la proyección sobre un plano horizontal del desarrollo del eje de la subrasante de un camino.

Alineamiento Vertical: Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subrasante de un camino.

Balasto: Una capa superficial de material selecto consistiendo por lo general de material granular natural o agregado triturado, que se coloca sobre la subrasante terminada de una carreteras, con el objeto de protegerla y que sirva de superficie de rodadura, para permitir el libre tránsito durante todas las épocas del año.

Base: Es la capa de espesor diseñado, constituyente de la estructura del pavimento, destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito, a las capas subyacentes y sobre la cual se coloca la carpeta de rodadura.

Calzada: Zona de la carretera destinada a la circulación de vehículos, con ancho suficiente para acomodar un cierto número de carriles para el movimiento de los mismos, excluyendo los hombros laterales.

Capacidad: De un camino o de un carril es el número máximo de vehículos que pueden circular por él durante un período determinado y bajo condiciones prevaecientes, tanto del propio camino como de la operación del tránsito.

Carpeta o Superficie de Rodamiento o Rodadura: La parte superior de un pavimento, por lo general de pavimento bituminoso o rígido, que sostiene directamente la circulación vehicular.

Carretera, calle o camino: Un calificativo general que designa una vía pública para fines de tránsito de vehículo, y que incluye la extensión total comprendida dentro del derecho de vía.

Camino rural sostenible: vía cuya categoría no esta definida en la actual clasificación, su definición implica: lo más económico posible, apegarse lo más a la topografía existente y que posea una capa de recubrimiento.

Daños: Desperfectos ocurridos en la superficie de una carretera debido a efectos de clima y tránsito tal como se describen en el Catálogo Centroamericano de Daños de Pavimentos Viales.

Densidad de tránsito: Es el número de vehículos que permanecen en un tramo por unidad de longitud en un momento dado.

Derecho de Vía: El área de terreno que el Gobierno suministra para ser usada en la construcción de la carretera, sus estructuras, anexos y futuras ampliaciones.

Diseño Geométrico: De un camino es la ordenación de sus elementos físicos, alineamiento vertical y horizontal, pendientes, distancias de visibilidad, peraltes, anchos de carril, etc.

Efluente pluvial: Agua lluvia que se desplaza por la superficie de rodadura de un camino, hacia los drenajes laterales, y que es evacuado de todos los elementos del camino hacia lugares en donde sus efectos sean despreciables.

Equipo: Toda la herramienta, maquinaria y equipo, junto con los abastecimientos necesarios para la conservación vial.

Especificaciones: Las Normas Generales y Técnicas de mantenimiento, contenidas en este documento, en las disposiciones generales y en cualquier otro documento que se emita, ya sea antes o durante el mantenimiento de una carretera.

Estado del camino: La condición en que se encuentra el camino. La terminología recomendada consiste de:

Estado Bueno: Una condición que corresponde a un camino recién abierto al tránsito con poco desgaste que requerirá mantenimiento rutinario en el futuro próximo.

Estado Regular: Una condición equivalente a la que es atribuible a un camino con poca deterioración pero que requiere mantenimiento rutinario en forma inmediata.

Estado Malo: Una condición deteriorada que requiere obras de rehabilitación para restaurar el camino a una condición buena.

Hombro: Las áreas de la carretera, contiguas y paralelas a la carpeta o superficie de rodadura, que sirven de confinamiento a la capa de base y de zona de estacionamiento accidental de vehículos.

Mantenimiento: Conjunto de tareas de limpieza, reemplazo y reparación que se realizan de manera regular y ordenada en una carretera, para asegurar su buen funcionamiento y la prolongación de su vida de servicio, al máximo compatible con las previsiones de diseño y construcción de la obra.

Mantenimiento Preventivo de Pavimentos: Tratamientos aplicados a la superficie de pavimentos existentes con capacidad estructural suficiente, con el propósito de mantener su estructura y prolongar su vida útil sin incrementar su valor estructural.

Mejoramiento: Ejecución de las actividades constructivas necesarias para dotar a una carretera existente, en bueno, regular o mal estado, de mejores condiciones físicas y operativas de las que dispone anteriormente, para ampliar su capacidad o simplemente ofrecer un mejor servicio al usuario.

Nivel de servicio: Denota un número de condiciones de operación diferentes que pueden ocurrir en un carril o camino dado, cuando aloja varios volúmenes de tránsito.

Pavimento: Es una estructura constituida por varias capas de materiales, que tienen objeto permitir el tránsito de vehículos en forma cómoda, segura y eficiente con un costo mínimo.

Pavimento bituminoso: o de concreto asfáltico, es el resultado de la mezcla de materiales pétreos y el asfalto.

Pavimento rígido: Consiste en una mezcla relativamente rica de cemento, arenas y agregados gruesos.

Planos: Los dibujo del contrato que muestran la ubicación, índole y dimensiones del trabajo, incluyendo la disposición, perfiles, cortes transversales y otros detalles.

Puente: Una estructura, incluyendo los soportes, erigida por encima de una depresión o una obstrucción como agua, carretera, o vía férrea, y que cuente con un carril o pasaje con capacidad de tránsito u otras cargas rodantes, y que tenga una medida a lo largo del centro de la calzada que exceda de seis metros entre los apoyos terminales o estribos.

Reconstrucción: Trabajo mayor de rehabilitación de una carretera en mal estado, para restablecer sus condiciones físicas a un mejor nivel de servicio, al que fue construida anteriormente.

Rehabilitación: Ejecución de las actividades constructivas necesarias para restablecer las condiciones físicas de la carretera a su situación como fue construida originalmente.

Sub-base: Las capas de material especificado de espesor establecido según el valor soporte, colocado sobre una subrasante para sostener la capa de base superior.

Sección transversal: Corte vertical normal al alineamiento horizontal. Permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman el camino en el punto correspondiente a cada sección.

Supervisor: El representante debidamente autorizado por el Contratante, en quien se ha delegado la responsabilidad de dirigir las obras de los contratos para el mantenimiento vial.

Sub-rasante: Capa de terreno de una carretera, que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

Tránsito o Tráfico: Circulación de personas y vehículos por calles, carreteras, etc.

ANEXO

**Anexo No 1. Resumen de resultados de ensayos de laboratorio rasante y subrasante del camino
Quezaltepeque - San Matías.**

Estac.	Profundidad (m)		Humedad natural. %	Granulometrias % pasa la malla Malla No				Límites de consistencia			Clasificación SUCS	Proctor		CBR 95%
	De	A		4	10	40	200	Li	Lp	Ip		W opt. %	PVS M k/m3	
0+000	0.06	0.26	10.26	46	42	32	19	29.6	29.3	0.3	GM	17.7 30.1	1656 1480	
	0.26	0.46	20.2	97	93	74	38	16.6	NP	NP	SM			
	0.46	0.8	42.4	98	97	92	75	64.9	46.9	18	MH			
	0.8	1.5	34.5	98	98	92	75	62.8	49	13.8	MH			
0+500	0	0.32	8.9	30	21	14	8	25.9	NP	NP	GP-GM	22.5	1593	49
	0.32	0.52	31.6	33	28	22	9	41	32.3	87	GP-GM			
	0.52	0	Toba											
0+750	0	0.32	4.9	35	29	22	11	29.1	21.6	7.5	GP-GM			
	0.32	0.54	Toba											
1+500	0	0.25	7	35	44	36	20		NP	NP	GP-M	22.1	1628	24.8
	0.25	0.8	27.7	85	68	56	3	31.9	24.7	7.2	SM			
	0		Toba											
2+000	0	0.11		35	44	36	20		NP	NP	GP-GM			
	0.11	0.6	19.3	99	97	90	58	41.3	15.3	26	CL			
	0.6	1.25	20.6	99	97	90	61	43.1	26.4	16.7	MH			
2+500	0	0.06	Balastro									26	1485	23
	0.06	1.5	22.6	96	88	63	37	45.9	34.6	11.3	SM			
3+000	0	0.5	4.7	42	37	30	16	26.5	17.7	8.8	GC	24	1599	0.83
	0.5	1	10.7	76	73	70	60	69.4	27.2	42.2	CH			
	1	1.2	45.4	99	97	95	86	86.9	49.8	37.1	MH			
	1.2	1.5	25.6	100	99	97	91	68.8	58.5	10.3	MH			
3+500	0	0.2	Balastro									25.6	1648	3.6
	0.2	0.3	5.8	98	95	78	38	22.1	NP	NP	SM			
	0.3	1.5	15	100	99	95	68	43	27.2	15.8	ML			
4+100	0	0.3	Balastro											
	0.3	0.75	13.6	53	43	30	20	45.9	27.2	18.7	SM			
	0.75	1.1	12.5	56	49	37	26	53	37.5	15.5	SM			
4+600	0	0.3	Balastro									25.8	1609	38
	0.3	1.5	13.5	99	97	81	65	43.5	29.7	13.8	ML			
5+100	0	0.2	Balastro											
	0.2	0.65	12.1	90	89	85	65	40	29.1	10	ML			
	0.65		Estrato duro de piedras											
5+600	0	0.6	10.4	63	60	57	44	36.6	25.9	10.7	SM			
	0.6		Estrato duro de piedras											
6+100	0	0.35	Balastro									25.4	1573	24.9
	0.35	0.95	11.6	96	95	93	79	42.8	29.1	13.7	ML			
	0.95	1.5	7.7	100	99	92	76	36.5	26	10.5	ML			
6+600	0	0.2	Balastro									27	1560	1.18
	0.2	0.95	21.3	94	92	90	83	72	32	40	CH			
	0.95		Estrato duro de piedras											
7+100	0	0.45	Balastro											
	0.45	1.05	14.7	97	84	61	25	42.6	25.3	17.3	SC			

APENDICES

APENDICE A

APENDICE B

APÉNDICE A.

Propuesta de técnicas para el camino Quezaltepeque – San Matías.

Tomando en cuenta el estudio de campo realizado en el camino Quezaltepeque – San Matías, con el cual se realizó el diagnóstico del estado en que se encuentra este camino, así como las técnicas utilizadas en el mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo, se presenta una propuesta de las técnicas y su correspondiente mantenimiento para dar al camino en estudio características adecuadas de funcionabilidad. Así como la posibilidad de que se convierta en camino rural sostenible (CRS).

- Alineamiento horizontal.

La geometría horizontal del camino Quezaltepeque – San Matías cumple con las Normas de Diseño para Caminos Rurales (ver cuadro N° 4) tangentes de 9.15 m a 391.61 m y radios de curvatura de 39.73 m a 522.69 m. Por economía, no se recomienda cambio alguno, sin embargo, el formato REM -44, establece las pautas para cuando en la realización haya algún tramo que requiera modificación.

- Alineamiento vertical.

La geometría vertical del camino Quezaltepeque – San Matías cumple con las Normas de Diseño para Caminos Rurales (ver cuadro N° 4); pendientes, 0.1%

a 12.4%; longitudes de curva, 18.86 m y 816 m. No se recomienda cambio alguno, sin embargo el formato REM -44, establece el procedimiento para cuando se requiera una modificación en el alineamiento vertical.

- Sección transversal.

Esta se compone de varios elementos como: Taludes, cunetas, bombeo; por lo que no se puede dar una propuesta general, sino en correspondencia a cada componente como se especifica a continuación:

- Taludes.

No requieren ninguna reconfiguración ya que se encuentran en condiciones estables, aunque se debe tener un control de ellos sobre todo en la época lluviosa por algún derrumbe local que obstaculice el camino, en los formatos RUT -23 y 24 se describe el procedimiento para la prevención y eliminación de derrumbes de manera adecuada. Estabilizar los taludes que no cuenten con la vegetación adecuada para evitar la erosión y saturación de su superficie, este procedimiento se encuentra detallado en la sección 3.3.1.1.

- Obras de paso.

Actualmente no presentan daños que interfieran en el buen funcionamiento del camino, por lo que no se requiere reparaciones estructurales. Las actividades dentro del mantenimiento de los puentes son las siguientes:

- Reparar los barandales que presenten algún daño de acuerdo al procedimiento del formato RUT -16.
- Reparar los accesos a los puentes que se encuentran en mal estado, esto se realizará con el procedimiento de la sección 3.3.1.2.
- Un aspecto muy importante en el mantenimiento de las obras de paso es la limpieza del cauce de río o quebrada , arriba y debajo de ellas, en cada punto, esto se describe en el formato PER - 24.
- Realizar un mantenimiento preventivo de las obras de paso en el camino Quezaltepeque – San Matías.

- Superficie de rodadura.

La superficie de rodadura del camino Quezaltepeque – San Matías tiene índice de plasticidad (Ip) entre 0.3 y 42.0 (anexo N° 1); para Ip's mayores que 9 necesariamente se requiere la sustitución del material que se encuentra presente en la superficie de rodadura del camino, este procedimiento se describe en el formato PER - 4 . Existen tramos que presentan malas condiciones pero la solución es la re conformación de la misma de acuerdo a lo descrito en el formato RUT - 6.

- Bacheo de la superficie de rodadura.

Es prioritario que todos los baches que se encuentran en el camino Quezaltepeque - San Matías sean reparados, rápidamente, debido al

inconveniente que representan para el usuario y el daño que producen en la subrasante. El procedimiento a seguir para realizar esta actividad correctiva se detalla en el formato RUT - 5.

- Limpieza de maleza en laterales.

La maleza en los laterales del camino debe ser limpiada en la época de invierno y verano, de manera que no ocasione obstrucción del agua lluvia, la realización de esta actividad es descrita en la sección 3.4.1.5.1.

- Cunetas.

Los daños en la cuneta y la inexistencia de esta en algunos tramos del camino Quezaltepeque – San Matías, hace necesaria la reconfiguración y construcción de cunetas, las cuales pueden ser sin revestimiento, ya que con el debido mantenimiento mantendrá sus características. El procedimiento de conformación y construcción de cunetas no revestidas se encuentra detallado en los formatos REM – 10, 12 y 13 respectivamente. Ver propuesta de diseño en sección 3.3.1.3.

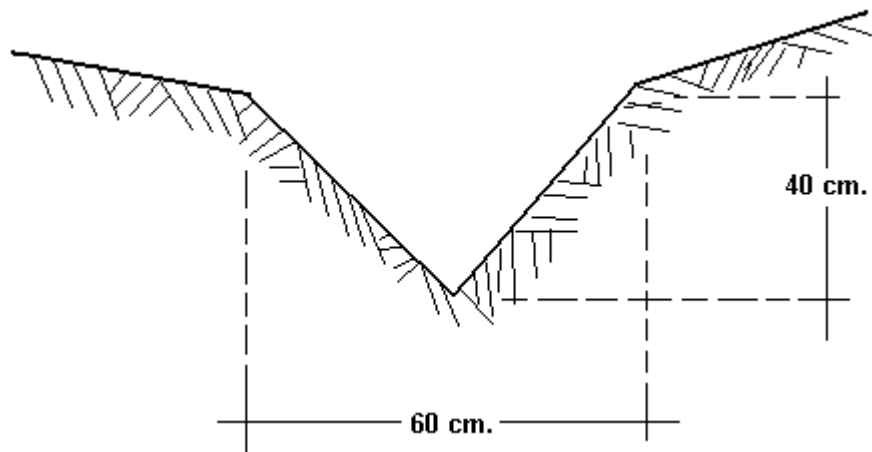


Figura N° 1. Sección de cuneta propuesta.

- Disipadores.

Al realizar la construcción y reconfiguración de las cunetas, en el camino, se debe prestar atención a las pendientes mayores que 8% que puedan provocar erosión en ellas por el arrastre del agua, por lo que se hará necesario la construcción de disipadores en esos tramos. El procedimiento se describe en la sección 3.3.1.3.

- Drenaje de vertido.

El camino no cuenta con un sistema de drenaje que evacue el agua, de los drenajes laterales hacia sitios donde no dañen la superficie de rodadura, por lo que se requiere la construcción de drenajes de vertido en toda su longitud, tal construcción dependerá de factores como: la topografía existente en cada

tramo del camino, como de la existencia de zonas naturales que permitan el recibimiento de la escorrentía a evacuar. Se hace necesario identificar puntos adecuados que hagan posible la recepción de la escorrentía: entre estos puntos se encuentran las quebradas y ríos que atraviesan el camino y por ser puntos más bajos permiten con facilidad el desagüe de zonas más altas. En el proyecto Quezaltepeque –San Matías son identificables el río Caro, río Sucio, quebrada Las Tinajas y quebrada Piedras Gordas, que serán los principales receptores. La construcción de los drenajes se realizará haciendo una zanja de longitud variable (según la figura N° 21 de la sección 3.3.1.3), dependiendo de la distancia a la que hay que verter el agua a evacuar, con un revestimiento que no permita la erosión. Existe un tramo a partir del estacionamiento 0+483 hasta el estacionamiento 1+288, en el que se necesita la construcción de drenajes de vertido, ya que la cantidad de agua que corre por el camino es considerablemente fuerte, por existir un punto de drenaje freático en el inicio del tramo, por lo que este se tienen que construir cada 20 m. y así evitar el deterioro de las cunetas.

- Bombeo.

Los valores del bombeo en la longitud del camino varían desde 1.5 % a 2%, menores que 3%, realizar reconfiguración de este. Esta actividad según la Sección 3.3.1.3 debe hacerse de tal forma que se rellene uniformemente con tierra desde el centro hacia los bordes de la superficie del camino,

asegurándose que el relleno comienza en el centro, esto se puede hacer señalando con junta tensada entre estacas del centro, y a la vez evitando que se deposite material en los bordes de la terraza. Como el camino Quezaltepeque – San Matías presenta similares valores de bombeo en toda su longitud, se debe realizar el procedimiento en todo el camino.

- Drenaje de protección.

Este recoge el agua que llega al talud por la parte superior, por cuestiones de seguridad se debe realizar la construcción de drenajes de protección en los taludes del camino a los que llega una gran cantidad de agua lluvia, de acuerdo al diagnóstico realizado en el camino Quezaltepeque – San Matías, el talud que presenta estas condiciones es el que se encuentra en el estacionamiento 5 + 796, que es un talud natural, por lo que requiere la construcción de un drenaje de protección en su longitud, esto se describe en la sección 3.3.1.3.

- Drenaje subterráneo.

El camino presenta un problema serio en lo que a drenaje freático se refiere, ya que este produce un desgaste y erosión de la superficie de rodadura, a partir del estacionamiento 0+483 hasta el estacionamiento 1+288, haciéndose necesario la construcción de un drenaje subterráneo, este se construirá de la siguiente manera:

Diseño de drenaje subterráneo (dren Francés)

Ubicación del lugar a drenar:

Desde estacionamiento 0+500 a 0+650 (nacimiento superficial de agua puede dañar las capas de subrasante, base y sub-base.)

Pendiente de la rasante 7.0% en ese tramo, se hará una zanja de 150 m de longitud, desaguando en canaleta.

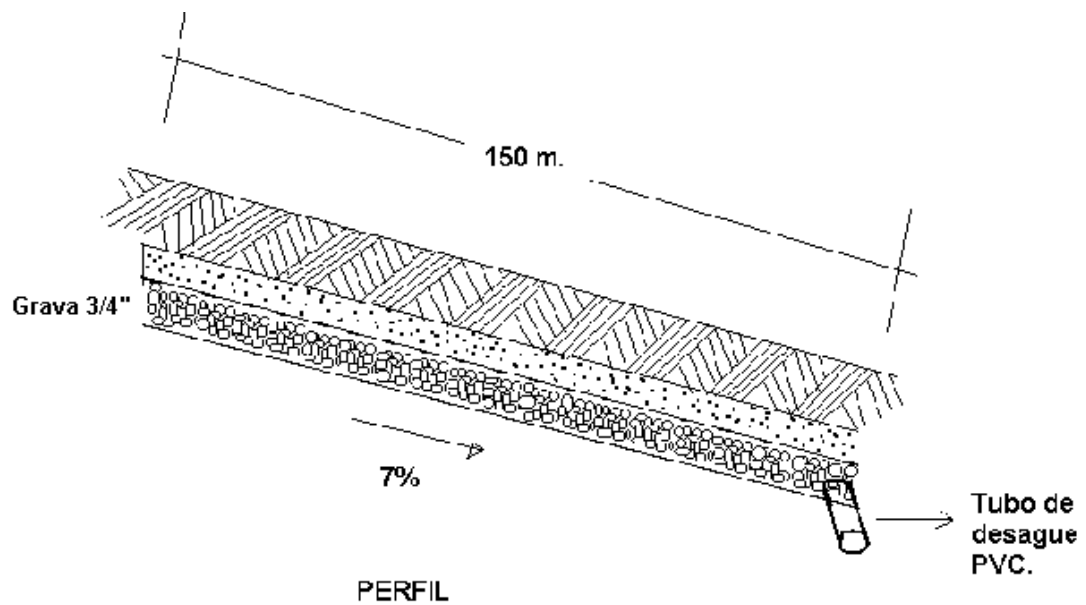


Figura N° 2. Perfil de drenaje subterráneo.

El dren se hará al lado izquierdo de la vía específicamente donde afecta el nivel freático.

Se excavará una zanja de 150 m de largo por 1.50 m de profundidad con un ancho de 0.60 m cuya sección es la siguiente:

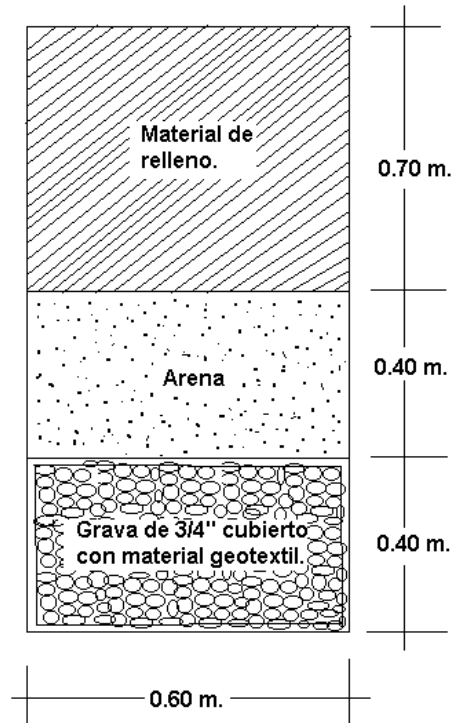


Figura N° 3. Sección de drenaje subterráneo.

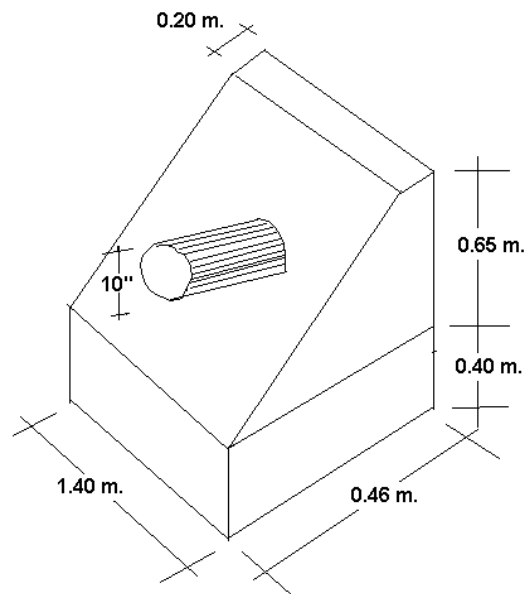


Figura N° 4. Detalle de cabezal.

El drenaje se podrá elaborar justo de bajo de la canaleta en la zona afectada como se muestra en la sección típica siguiente:

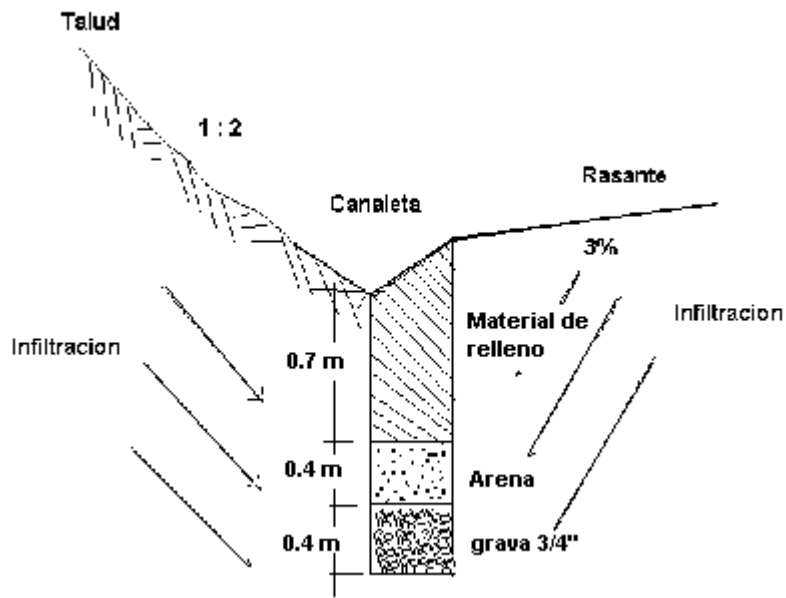


Figura N° 5. Detalle del drenaje.

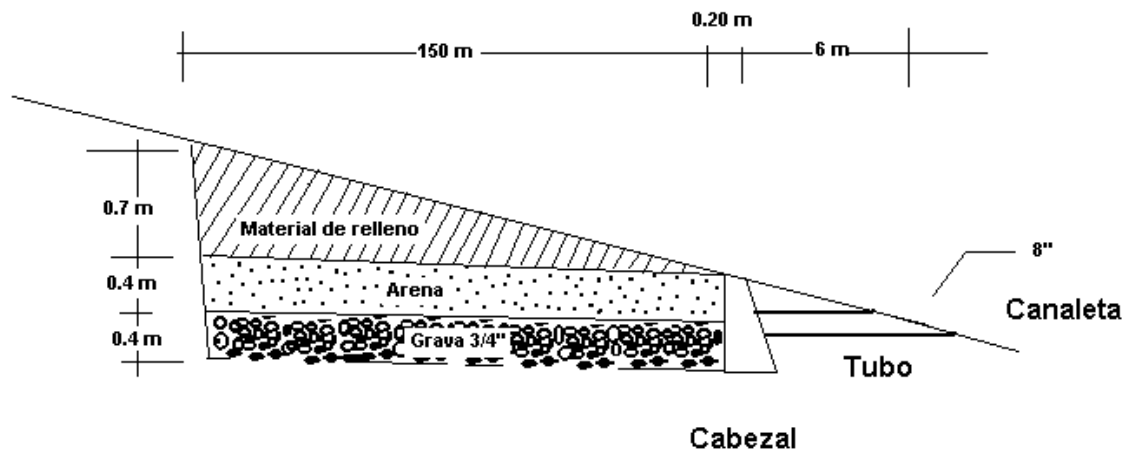


Figura N° 6. Desagüe en canaleta colineal.

CANTIDADES DE MATERIAL.

PARA DREN

Grava de ¾"	150m x 0.60 x 0.40 =	36 m3
Arena	150m x 0.60 x 0.40 =	36 m3
Material de recubrimiento	150m x 0.70 x 0.60 =	63 m3
Tubo de 8" ó 10"	3 tubos de 6m (concreto o PVC)	
Tela o material Geotextil	rollos de 2.10 a 2.4m x 100 m	

- Alcantarillas.

Estas no se encuentran en ningún estado de deterioro por lo que actualmente se mantendrán sus elementos tal como están; aunque con el paso del tiempo se hará necesario una inspección y reparación de daños, si los hay, lo cual se describe en el formato PER - 6.

Además, las alcantarillas requieren de una limpieza periódica para evitar obstrucciones de agua, sobre todo en la época lluviosa. El procedimiento de limpieza de alcantarilla se describe en el formato RUT -13.

- Señalización.

Por tratarse de un camino rural, el tipo de señalización que se debe llevar a cabo es la vertical, ya que prácticamente no existen en el camino Quezaltepeque – San Matías y es de gran necesidad para el conductor que

hace uso de esta vía. Dentro de este tipo de señalización existen las señales restrictivas, preventivas e informativas, descritas en la sección 3.4.1.8. La señalización se establecerá al inicio y final del camino, intersección Hacienda Río Claro, intersección con el Cantón y Caserío El Jocote, Hacienda San Lorenzo, Hacienda San Roger, Finca El Capulín, Colonia Las Tinajas, Finca y Caserío San Antonio, Caserío El Conacaste, Cantón y Caserío Santa Rosa, Calle vieja a San Matías, además señalar todo cambio entre tangente y curva, señales de puentes y bóveda. El procedimiento para realizar la señalización se detalla en el formato REM - 45.

APENDICE B.
GUIA PARA EL USO DE TECNICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE
CAMINOS RURALES.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

TALUDES.

El mantenimiento preventivo de taludes, consiste en dejar uniforme la superficie y sembrar bloques de grama espaciados en altura y longitud, que protegen el talud de la erosión e infiltración excesiva.

El procedimiento se detalla en la sección 3.3.1.1, página 115.

OBRAS DE PASO.

Limpieza de cauce.

Consiste en remover todos los materiales sedimentados que se encuentran en la estructura del puente o bóveda. El procedimiento para la limpieza del cauce se encuentra en la sección 3.4.1.6, página 186.

Pintura en puentes.

Limpieza de la superficie dañada del puente y aplicar varias pasadas de pintura, se utiliza generalmente en puentes metálicos.

La forma de realizar esta actividad se desarrolla en la sección 3.3.1.2, página 126.

Conservación de juntas de construcción.

Reparación y sello de las juntas de construcción de la losa del puente, a través de la limpieza de la junta y la colocación de material bituminoso, el desarrollo de esta actividad se detalla en la sección 3.3.1.2, página 129.

SUPERFICIE DE RODADURA.

Bacheo.

Eliminar el material suelto y agua estancada, recortar las paredes en forma vertical, se humedece el material y se deposita en el bache, luego se compacta en capas de 10 cm hasta llegar al nivel de la superficie. La actividad se detalla en la sección 3.4.1.5.2, página 183.

Limpieza de maleza en laterales.

Consiste en cortar toda vegetación que haya crecido en los laterales del camino, el procedimiento a realizar se detalla en la sección 3.4.1.5.1, página 180.

SISTEMAS DE DRENAJE.

Limpieza de cunetas.

Se remueve todo el material sedimentado a causa de la erosión provocada por la lluvia, de manera que la cuneta recupere su sección de diseño. Ver procedimiento en la sección 3.4.1.6.1, página 188.

Limpieza de alcantarillas.

Consiste en retirar todo material sedimentado que obstruya el libre paso del agua a través de la tubería. Ver detalle de esta actividad en la sección 3.4.1.6.2, página 189.

SEÑALIZACIÓN VIAL.

Control del estado de las señales.

Se realiza una inspección del estado en que se encuentran las señales y poder así proceder a su reparación o sustitución. El procedimiento se detalla en la sección 3.4.1.8, página 196.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO.

ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

Cuando los valores de tangentes y radios de curvatura no cumplen con los parámetros establecidos por las Normas de Diseño para Caminos Rurales, se realiza el replanteo del eje horizontal a través del procedimiento descrito en la sección 3.4.1.1, página 146.

ALINEAMIENTO VERTICAL.

Si las pendientes del alineamiento vertical no cumplen con los valores de las Normas de Diseño, es necesario su replanteo para acomodar el eje a los valores establecidos, el procedimiento se detalla en la sección 3.4.1.2, página 159.

TALUDES.

Consiste en tallar la inclinación correcta del talud de acuerdo al material y la altura que posee, además se redondea la corona para evitar un desprendimiento. El procedimiento completo se detalla en la sección 3.4.1.7.1, página 191.

OBRAS DE PASO.

Reconstrucción de barandales.

Consiste en la reconstrucción total o parcial de sección de barandales dañados. Se realiza la demolición del elemento y se realiza el empalme del acero de refuerzo y se procede al llenado con concreto. Detalle del procedimiento en la sección 3.3.1.2, página 121.

Reparación de acceso al puente.

Es un relleno de la unión entre el puente y la superficie de rodadura de manera que al hacer uso de la vía no presente incomodidad al usuario. La actividad se detalla en la sección 3.3.1.2, página 130.

SUPERFICIE DE RODADURA.

Esta actividad consiste en nivelar y compactar la superficie del camino, a través de la escarificación del material y la sustitución por material nuevo para obtener una rodadura más adecuada. Ver sección 3.4.1.4.1, página 174.

SISTEMAS DE DRENAJE.

Reconformación de cunetas.

Consiste en limpiar o extraer el material de las cunetas en forma de V y las de solera plana, por medio de niveladoras o manualmente. Este procedimiento se detalla en la sección 3.4.1.4, página 173.

Drenaje subterráneo.

Construir una zanja que cruce el ancho del camino de tal forma que colecte el agua freática y la lleve a un lugar donde no afecte la superficie de rodadura. El procedimiento completo de esta actividad se detalla en la sección 3.3.1.3, página 142.

Bombeo.

El bombeo se forma rellenando con tierra, desde el centro hacia los bordes del camino, formando un triángulo el cual es controlado por regla o cordal entre los costados maestros. Ver detalle de esta actividad en la sección 3.3.1.3, página 135.

SEÑALIZACIÓN VIAL.

Colocar la señal vial en la ubicación correcta de acuerdo al reglamento de tránsito o los planos, verificar que queden a la altura adecuada, rellenar la excavación con una mezcla de cemento, arena, grava y agua. Ver detalle de esta actividad en la sección 3.4.1.8, página 196.

PLANOS DEL CAMINO QUEZALTEPEQUE – SAN MATÍAS.

(Ver archivo PLANOS)