



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS,  
CANALES Y PUERTOS**

**IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
CONSERVACIÓN DE CARRETERAS EN  
ECUADOR, APLICACIÓN A LA CARRETERA  
CUENCA (EL SALADO) – LÉNTAG**

**TITULACIÓN:** Máster Universitario en  
Transporte, Territorio y Urbanismo

**CURSO:** 2014 – 2016

**Autor:** Pablo Andrés Carvallo Corral

**Tutor:** Jordi Esparza Soria

Valencia, enero de 2016

## CONTENIDO

Inidice de ilustraciones .....	iv
Inidice de tablas .....	vi
Resumen .....	vii
1. Introducción .....	1
2. Objetivos.....	3
2.1. General .....	3
2.2. Específicos.....	3
3. Metodología de trabajo .....	3
4. Datos Geográficos del Ecuador .....	3
5. Sistema de contratación pública en el Ecuador .....	5
6. Red vial del Ecuador.....	9
6.1. Estado Actual de la Red vial Estatal.....	10
6.2. Explotación vial en el País .....	11
7. Carretera E59 / E35: Tramo Cuenca – Léntag .....	15
7.1. Características .....	16
7.2. Problemas actuales.....	17
7.2.1. Tráfico.....	17
7.2.2. Taludes.....	18
7.2.3. Drenaje .....	2
7.2.4. Calzada .....	5
7.2.5. Señalización .....	8
7.2.6. Accesos .....	9
7.2.7. Puentes .....	10
7.2.8. Barreras de Seguridad.....	11
7.2.9. Curvas horizontales .....	11
8. Carretera Cuenca – Léntag a “Tiempo 0” .....	12
8.1. Actuaciones a realizar .....	12
8.1.1. Drenaje .....	12
8.1.2. Taludes.....	15
8.1.3. Calzada .....	17
8.1.4. Señalización .....	24
8.1.5. Accesos .....	35
8.1.6. Barreras de Seguridad.....	35
8.1.7. Curvas horizontales .....	36

8.2. Valoración económica .....	37
9. Actuaciones de conservación para la Carretera Cuenca – Léntag .....	41
9.1. Conservación vial .....	41
9.2. Conservación ordinaria .....	44
9.2.1. Programación de la conservación ordinaria.....	45
9.3. Conservación extraordinaria .....	57
9.3.1. Programación de la conservación extraordinaria.....	57
9.4. Valoración económica .....	63
10. Gestión de la conservación vial.....	65
10.1. Implementación de un sistema de conservación para las carreteras del Ecuador.....	65
10.1.1. Empresa contratista.....	66
10.1.2. Financiación de la conservación .....	67
10.1.3. Conservación por niveles de servicio .....	68
11. Conclusiones y Recomendaciones.....	74
12. Bibliografía.....	76
13. Anexos .....	78
Anexo 1: Mapa de la Red Vial de Ecuador .....	79
Anexo 2: Mapa del estado de la Red Vial .....	80
Anexo 3: Estudio de tráfico y sobrecarpeta.....	81
Anexo 4: Mapa de zonas de precipitación (isoyetas) .....	93

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Mapa político del Ecuador.....	4
Ilustración 2 Red vial del Ecuador, ubicación de la carretera Cuenca - Léntag ...	15
Ilustración 3 Sección típica de la carretera.....	16
Ilustración 4 Sección de la carretera .....	17
Ilustración 5 Deslizamiento PK 27+800.....	19
Ilustración 6 Deslizamiento PK 27+800.....	19
Ilustración 7 Deslizamiento de material PK.40+600 .....	19
Ilustración 8 Terraplén afectado PK 45+000 .....	2
Ilustración 9 Gritas en la calzada debido a deslizamiento.....	2
Ilustración 10 Sección de vía y cunetas .....	3
Ilustración 11 Deslizamientos sobre cunetas .....	3
Ilustración 12 Alcantarilla tipo cajón .....	4
Ilustración 13 Entrada de la alcantarilla.....	5
Ilustración 14 Salida de la alcantarilla .....	5
Ilustración 15 Muestra de hormigón de la calzada .....	5
Ilustración 16 Estructura del pavimento actual.....	6
Ilustración 17 Grietas en calzada debido a asentamientos .....	6
Ilustración 18 Presencia de agua en juntas de losas .....	7
Ilustración 19 Desgaste del pavimento.....	7
Ilustración 20 Hundimientos en la calzada .....	8
Ilustración 21 Balizas deterioradas.....	8
Ilustración 22 Accesos irregulares.....	9
Ilustración 23 Accesos de tierra .....	9
Ilustración 24 Puente sobre el Río Santa Ana.....	10
Ilustración 25 Puente sobre el Río Rircay .....	10
Ilustración 26 Barreras de seguridad.....	11
Ilustración 27 Peligro en curva Pk 31+500 .....	11
Ilustración 28 Sección de la cuneta tipo .....	12
Ilustración 29 Sección tipo para subdren .....	13
Ilustración 30 Zanja de coronación.....	15
Ilustración 31 Reparación en todo el espesor .....	19
Ilustración 32 Proceso de reparación de losa.....	20

Ilustración 33 Ejemplo de colocación de geomalla.....	22
Ilustración 34 Esquema de colocación de geomalla.....	22
Ilustración 35 Capa de pavimento flexible sobre estructura existente.....	23
Ilustración 36 Nueva estructura de reposición con pavimento flexible .....	23
Ilustración 37 Doble línea continua .....	26
Ilustración 38 Doble línea mixta .....	26
Ilustración 39 Líneas de separación mixtas.....	27
Ilustración 40 Zona de NO REBASAR .....	28
Ilustración 41 Líneas continuas de borde, con espaldón o berma.....	29
Ilustración 42 Líneas de ceda el paso en rotonda.....	30
Ilustración 43 Detalles resalto .....	31
Ilustración 44 Señalización complementaria para reductores de velocidad .....	32
Ilustración 45 Señal de PARE .....	33
Ilustración 46 Señal de LIMITE MAXIMO DE VELOCIDAD .....	33
Ilustración 47 Señal de REDUZCA LA VELOCIDAD.....	33
Ilustración 48 Señal de EMPALME LATERAL.....	34
Ilustración 49 Postes delineadores de vía.....	34
Ilustración 50 Refuerzo de barreras de seguridad.....	36
Ilustración 51 Variación típica de las condiciones del pavimento en función del tiempo .....	43
Ilustración 52 Equipo SCRIM para medición del CRT .....	58
Ilustración 53 Analizador dinámico del perfil longitudinal .....	59
Ilustración 54 Deflectógrafo Lacroix .....	59
Ilustración 55 Retrorreflectómetro de 30 metros .....	63
Ilustración 56 AASHTO 93 Pavimento Rígido Tramo Cuenca - Tee de Cumbe... 86	
Ilustración 57 AASHTO 93 Pavimento Rígido Tramo Tee de Cumbe - Tee de Girón .....	86
Ilustración 58 AASHTO 93 Pavimento Rígido Tramo Tee de Girón – Léntag .....	87
Ilustración 59 AASHTO 93 Pavimento Flexible Tramo Tee de Girón – Léntag ....	91

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Procedimientos de Contratación Pública en el Ecuador.....	8
Tabla 2 Longitud de Red Vial Nacional según categoría de camino .....	9
Tabla 3 Tipo de intervención ejecutada en el año 2007 .....	10
Tabla 4 Volumen de tráfico en el año 2012.....	18
Tabla 5 Inventario de Alcantarillas .....	4
Tabla 6 Longitud de tramos con pavimento flexible .....	7
Tabla 7 Puentes .....	10
Tabla 8 Segmentos de vía con sobrecarpeta de pavimento flexible .....	22
Tabla 9 Escala semilogaritmica para señalización .....	30
Tabla 10 Espaciamiento para postes delineadores en curvas .....	35
Tabla 11 Exigencia de calidad superficial del pavimento para recepción según el MTOP.....	44
Tabla 13 Espesor en cm de recrecimiento con mezcla bituminosa según deflexiones .....	61
Tabla 14 Índices de regularidad IRI Norma NLT-330.....	61
Tabla 15 Deflexiones para fresado y reposición de firmes.....	62
Tabla 16 TPDA año 2012.....	81
Tabla 17 Factores equivalentes, ejes simples, $pt = 2,5$ .....	82
Tabla 18 Factores equivalentes, ejes tándem, $pt = 2,5$ .....	83
Tabla 19 Variables de diseño .....	85
Tabla 20 Resumen de espesores necesarios .....	87
Tabla 21 Diseño de sobrecarpeta .....	88
Tabla 22 Pavimentos flexibles, ejes simples, $pt = 2,5$ .....	89
Tabla 23 Pavimentos flexibles, ejes tándem, $pt = 2,5$ .....	90
Tabla 24 Espesores de recrecimiento de firmes con pavimento de hormigón mediante mecla bituminosa (cm).....	92

## RESUMEN

En el Ecuador no se lleva a cabo un sistema óptimo de explotación y conservación de las carreteras, no existe una ley que indique como se debe realizar la conservación en cuanto a su gestión. Las actuaciones se basan en el mantenimiento rutinario por parte de microempresas conformadas por habitantes aledaños a la vía, limpieza de obras de drenaje, franja vial y pequeños desprendimientos de taludes. Lastimosamente ante problemas de mayor envergadura no hay una pronta respuesta, se espera que existan daños importantes antes de realizar reparaciones, cuando el pavimento se fisura y empiezan a aparecer baches, es cuando se piensa que es necesario realizar una actuación sobre la carretera.

Este trabajo busca desarrollar un sistema de conservación para las carreteras del Ecuador en contratos plurianuales que se basen en la actuación preventiva, realizando actividades de conservación ordinaria y extraordinaria que permitan mantener los niveles de servicio establecidos por la administración. El sistema de conservación servirá para todas las carreteras del país, sin embargo, para este trabajo, la aplicación se realiza sobre la carretera convencional Cuenca – Léntag, una vía colectora de 55.6 kilómetros de longitud con un carril por sentido que discurre sobre una orografía montañosa y soporta un IMD promedio de 10,000 vehículos.

Esta carretera ha comenzado a presentar problemas que se ven reflejados en accidentes e incomodidad para los usuarios. Antes de implementar un sistema de conservación sobre ésta, se analizan y cuantifican los problemas que tiene. Se desarrollan y valoran las actuaciones necesarias para dejarla en óptimas condiciones, lo que llamo “tiempo 0”. El presupuesto se calcula a partir de las cantidades de obra determinadas para la rehabilitación total de la carretera y en base a los análisis de precios unitarios que se manejan en el Ecuador.

Una vez que se tiene la carretera en perfectas condiciones se analizan las actividades de conservación ordinaria y extraordinaria en función de la zona pluviométrica en la que se encuentra la vía y el tráfico que soporta, de esta manera se determina las operaciones necesarias y la frecuencia con la se deben realizar a lo largo de un año. El coste mensual estimado para las actividades de conservación es aproximadamente 1,500 USD/km para esta carretera.

Finalmente, desarrollo un sistema de gestión de la conservación basado en niveles de servicio. Se trata de una forma de conservación que se fundamenta en el desempeño de la gestión de la conservación, es el contratista el que decide que tareas se deben desarrollar y cuando se deben ejecutar. Los pagos mensuales se realizaran según el grado de cumplimiento de las condiciones establecidas, se cuantificará el porcentaje de cumplimiento mediante ponderaciones y en función del peso de cada uno de los elementos viales según su importancia (el aspecto de mayor peso será la calzada seguido por las condiciones de drenaje y seguridad). Si cumple con todos los parámetros recibe el 100% pago mensual, caso contrario se penaliza según los coeficientes de ponderación fijados. La empresa que se hará cargo de la conservación se define por concurso público.

## 1. INTRODUCCIÓN

Ecuador, así como muchos países de América Latina han estado sujetos a muchos cambios en los procesos de desarrollo en temas de infraestructura, lastimosamente una infraestructura inadecuada es una limitación para el crecimiento y competitividad en el mundo entero. Los servicios de infraestructura suelen ser inapropiados para satisfacer la demanda, lo que provoca una congestión en el suministro de los servicios; además, frecuentemente son de poca calidad y fiabilidad, mientras que en muchas áreas son sencillamente insuficientes.

Para la región de América Latina y el Caribe, infraestructura es sinónimo de competitividad, desarrollo, impulso económico e integración. A su vez, y en forma creciente, la infraestructura es un sinónimo de calidad de vida, democracia, equidad e inclusión social. (BID, 2012)

Según el documento elaborado por el Banco Interamericano de Desarrollo, Infraestructura sostenible para la competitividad y el crecimiento inclusivo, la inversión en infraestructura en Latinoamérica y el Caribe superó el 3% del PIB en la década de 1980; pero desde entonces bajó fuertemente y fluctuó entre 2% y 3%, situando a la región lejos de la meta de inversión requerida, de 5%, para cerrar la brecha existente.

A medida que la población se expande, la demanda de infraestructura adecuada, equitativa, de mayor calidad y respetuosa con el medio ambiente aumenta. Pero, al mismo tiempo, la infraestructura y los servicios derivados de su utilización deben responder de manera asertiva al conjunto de desafíos que enfrentan los países de la región, uno de ellos es el tema de la motorización creciente combinada con problemas de seguridad vial. La motorización en la región superó los 131 vehículos por cada 1,000 habitantes en 2010 y se estima que llegará a más de 280 en 2020, con la consecuente congestión urbana y el incremento de emisiones y problemas de seguridad vial.

Dentro de las limitaciones que se tiene en el ámbito de la vialidad es el mantenimiento inadecuado, éste aumenta los costos de vida útil, a la vez que disminuye los beneficios de un proyecto. El mantenimiento periódico suele ser la forma menos costosa de conservar los activos de infraestructura dentro de un estándar que permita brindar servicios, en comparación con la alternativa de permitir que la calidad empeore hasta que sean necesarias tareas de rehabilitación importantes.

La Red Vial del Ecuador además de ser el instrumento de conectividad de todas las actividades productivas del país, son los hilos conductores del servicio de transportación pública de pasajeros y carga, así como del transporte privado.

La Infraestructura vial, ha mantenido una historia de afectaciones constantes, como paralizaciones y colapso de puentes y caminos, generadas tanto por el riesgo sísmico cuanto por los factores climáticos a los que por décadas los Gobiernos han tenido que afrontar con soluciones inmediatistas y onerosas para



el erario nacional, sin ningún soporte tecnológico que garantice una seguridad adecuada para el desarrollo. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013b)

El gobierno actual se encuentra en el poder desde el año 2007 y desde ese entonces, según datos de la página web del MTOP, se han invertido cerca de 8,000 millones de dólares en la reconstrucción, mejoramiento, construcción, ampliación, rehabilitación y demás obras civiles de más de 5,000 km de los 9,500 km de la Red Estatal del país, necesarias para que se encuentren en condiciones operables y de seguridad.

La Red Vial Estatal fue complementada de tal forma que el 100% del país estaba enlazado por una carretera en buen estado y con las características funcionales adecuadas al nivel de servicio que debe prestar.

Sin embargo luego de que se haya realizado esta gran inversión para el beneficio de todo el país, algunas de las carreteras que en sus días fueron reparadas, ahora comienzan a presentar problemas ya sea por afecciones de agentes externos como deslizamientos, inundaciones, malos temporales o una falta de mantenimiento oportuno; y una vez más se deberá invertir grandes sumas de dinero en reconstrucciones o reparaciones para que estas vuelvan a estar operables y en condiciones de seguridad y comodidad óptimas para los usuarios.

En el Ecuador no se lleva a cabo un sistema óptimo de explotación y conservación de las carreteras, actividades que, en comparación con los costos de construcción de carreteras son mucho menores, y además alarga la vida útil de la infraestructura para una mejor utilización y explotación de la misma. A lo largo del tiempo se ha esperado realizar intervenciones de reparación de los diferentes elementos que componen la vía solamente si es que ha sufrido algún tipo de daño lo que conlleva mayor inversión tanto de tiempo como de recursos sumado a la afección que se produce hacia los conductores y usuarios de la vía.

Un estado defectuoso de las carreteras origina unos incrementos en los costos de operación de los vehículos, con aumentos del tiempo de viaje y del costo de los accidentes producidos. (Kraemer, 2004)

El mantenimiento de una vía debe ser efectivo y oportuno. No se puede esperar que el deterioro sea mayor para entonces intervenir, esto representa costos altos de intervención, llegando incluso en muchos casos a la necesidad de reconstrucciones parciales o totales, esto afecta principalmente a los usuarios de la vía por el costo de operación vehicular al circular por carreteras con un nivel de servicio muy por debajo de los umbrales de calidad.

Lo que busco desarrollar es un sistema de conservación para las carreteras del Ecuador que se base en la actuación preventiva, es decir, ejecutando actividades ordinarias con el fin de evitar que se produzcan daños tempranos en los elementos de la infraestructura y actuaciones extraordinarias cuando el nivel de calidad disminuya de unos parámetros establecidos y desarrollando como ejemplo de aplicación la carretera Cuenca – Léntag, una carretera colectora de 55.6 kilómetros de longitud.

Es un cambio del concepto tradicional de trabajo, de actuar para reparar lo dañado, por el concepto de actuar para evitar que se dañe. (Castellanos, 2011).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

Implementar un sistema de conservación para las carreteras del Ecuador, de forma que éstas se mantengan en un estado constante de vialidad, garantizando la seguridad y comodidad necesaria para los usuarios, y preservando la inversión realizada.

### **2.2. Específicos**

- Conocer el funcionamiento del sistema de contratación pública del Ecuador
- Analizar es estado de la red vial del Ecuador y su explotación
- Identificar los principales problemas de la Carretera Cuenca - Léntag y valorar las actuaciones necesarias para llevarla a un “Tiempo 0”
- Elaborar un programa de conservación ordinaria y extraordinaria para dicha carretera valorando el costo de las actuaciones de forma anual
- Plantear una propuesta de gestión de conservación a partir de niveles de servicio.

## **3. METODOLOGÍA DE TRABAJO**

El trabajo comienza por elaborar un diagnóstico de la red vial de Ecuador así como el sistema de explotación de carreteras en el país.

Se analiza la situación actual de la carretera Cuenca - Léntag, sus inconvenientes y los mayores problemas que afectan la vialidad de la misma, así como la seguridad y comodidad de los usuarios.

Posteriormente se desarrolla la valoración económica de los trabajos necesarios para llevar las carretera a un “Tiempo 0”, es decir un estado óptimo de que brinde la mayor comodidad y seguridad posible a los usuarios.

Sobre este punto se determinará las actuaciones necesarias para una conservación tanto ordinaria como extraordinaria de la carretera.

Finalmente desarrollo la implementación de un sistema de gestión de la conservación de carreteras para el país a través de niveles de servicio que permitan llevar a cabo un control de las actuaciones, poniendo como ejemplo práctico la carretera de estudio, valorando económicamente cada una de las actuaciones, basándome en las características propias de ésta como son el clima y el tráfico que soporta.

## **4. DATOS GEOGRÁFICOS DEL ECUADOR**

El Ecuador es un país ubicado en la región noroccidental de América del Sur, limita al norte con Colombia, tanto al sur como al oeste con Perú y al este por el

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

océano Pacífico que a su vez separa el territorio continental de las Islas Galápagos. Consta de cuatro regiones naturales que son costa (zona ubicada entre la línea de costa y la cordillera de los andes), sierra (la zona andina), amazonia y región insular (las Islas Galápagos).

Tiene una superficie de 283.560 km<sup>2</sup>, dividido en 24 provincias con una población, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), algo superior a los 16.23 millones de habitantes en el 2015.



Ilustración 1 Mapa político del Ecuador

## **5. SISTEMA DE CONTRATACIÓN PÚBLICA EN EL ECUADOR**

En el Ecuador, la Asamblea Constituyente decidió en el año 2008, que era necesaria la creación un Sistema de Contratación Pública que articule y armonice a todas las instancias, organismos e instituciones en los ámbitos de planificación, programación, presupuesto, control, administración y ejecución de las adquisiciones de bienes y servicios así como en la ejecución de obras públicas que se realicen con recursos públicos, anteriormente, la ausencia de planificación y de políticas de compras públicas han derivado en discrecionalidad y desperdicio de recursos públicos por parte de las instituciones contratantes del Estado.

Era entonces indispensable innovar la contratación mediante procedimientos ágiles, transparentes, eficientes y tecnológicamente actualizados, que impliquen ahorro de recursos y que faciliten las labores de control tanto de las Entidades Contratantes como de los propios proveedores de obras, bienes y servicios y de la ciudadanía en general, los recursos públicos que se emplean en la ejecución de obras y en la adquisición de bienes y servicios, deben servir como elemento dinamizador de la economía local y nacional, identificando la capacidad ecuatoriana y promoviendo la generación de ofertas competitivas. A través de la promoción de la producción nacional, los recursos estatales destinados a la contratación pública fomentarían la generación de empleo, la industria, la asociatividad y la redistribución de la riqueza; era necesario utilizar los mecanismos tecnológicos que permitan socializar los requerimientos de las Entidades Contratantes y la participación del mayor número de personas naturales y jurídicas en los procesos contractuales que el Estado Ecuatoriano emprendiera. (Asamblea Constituyente de Ecuador, 2008).

A partir estos antecedentes se expide la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, así como el Reglamento General De La Ley Orgánica Del Sistema Nacional De Contratación Pública; en donde se explica a través de diferentes Artículos, los principios y normas necesarias para regular las operaciones de contratación de los diferentes procedimientos que se realicen.

Existen varios procedimientos según el objeto de contratación que las Entidades Contratantes deseen.

Los bienes y servicios normalizados se adquieren, en su orden, por procedimientos de Catálogo Electrónico y de Subasta Inversa; y solo en el caso de que no se puedan aplicar dichos procedimientos o que éstos hayan sido declarados desiertos se optarán por los demás procedimientos de contratación previstos en la Ley y en este Reglamento General.

### **Compras por Catálogo**

El Instituto Nacional de Contratación Pública efectuará periódicamente procesos de selección de proveedores con quienes se celebrará Convenios Marco en virtud de los cuales se ofertarán en el catálogo electrónico, bienes y servicios normalizados a fin de que éstos sean adquiridos o contratados de manera directa por las Entidades Contratantes, sobre la base de parámetros objetivos

establecidos en la normativa que para el efecto dicte el Instituto Nacional de Contratación Pública.

### **Subasta Inversa**

Para la adquisición de bienes y servicios normalizados que no consten en el catálogo electrónico, las Entidades Contratantes deberán realizar subastas inversas en las cuales los proveedores de bienes y servicios equivalentes, pujan hacia la baja el precio ofertado, en acto público o por medios electrónicos a través del Portal de Compras Públicas.

### **Licitación**

Para contratar la ejecución de obras, cuando su presupuesto referencial sobrepase el valor que resulte de multiplicar el coeficiente 0,00003 por el monto del Presupuesto inicial del Estado del correspondiente ejercicio económico.

### **Cotización**

La contratación para la ejecución de obras, cuyo presupuesto referencial oscile entre 0,000007 y 0,00003 del Presupuesto Inicial del Estado del correspondiente Ejercicio Económico.

Se invitará a presentar ofertas a por lo menos cinco proveedores registrados, escogidos por sorteo público.

### **Menor Cuantía**

Las contrataciones de obras, cuyo presupuesto referencial sea inferior al 0,000007 del Presupuesto Inicial del Estado del correspondiente ejercicio económico;

Se adjudicará el contrato a un proveedor registrado en el RUP escogido por sorteo público de entre los interesados en participar en dicha contratación.

### **Ínfima Cuantía**

Las contrataciones para la ejecución de obras, adquisición de bienes o prestación de servicios, cuya cuantía sea igual o menor a multiplicar el coeficiente 0,000002 del Presupuesto Inicial del Estado se las realizará de forma directa con un proveedor seleccionado por la entidad contratante sin que sea necesario que éste conste inscrito en el RUP.

### **Contratación Integral por precio fijo**

Para celebrar contratos de obra, podrá acordarse mediante resolución razonada de la máxima autoridad de la entidad, la celebración del Contrato Integral por precio fijo, cuando se cumplan de forma conjunta los siguientes requisitos:


1. Si del análisis previo a la resolución de la máxima autoridad, resulta más ventajosa esta modalidad con respecto a la contratación por precios unitarios;

2. Si se tratare de la ejecución de proyectos de infraestructura en los que fuere evidente el beneficio de consolidar en un solo contratista todos los servicios de provisión de equipo, construcción y puesta en operación;
3. Si el presupuesto referencial de dicha contratación sobrepasa el valor que resulte de multiplicar el coeficiente 0,1% por el monto del Presupuesto Inicial del Estado del correspondiente ejercicio económico; y,
4. Que la Entidad Contratante cuente con los estudios completos, definitivos y actualizados. (Asamblea Constituyente de Ecuador, 2009).

Para el ejercicio económico 2015, el Presupuesto Inicial del Estado (PIE) fue de \$36,317'117,010.35 USD.

En la Tabla 1 Procedimientos de Contratación Pública en el Ecuador se puede observar el resumen de los Procedimientos de Contratación a partir del objeto de contratación y los diferentes procedimientos según el monto del presupuesto referencial de dicha contratación.

Todos los procesos están visibles en el Portal de Compras Públicas [www.compraspublicas.gob.ec](http://www.compraspublicas.gob.ec)

<b>Identificación de los procedimientos de contratación</b>		
<b>Objeto contratación</b>	<b>Procedimientos</b>	<b>Montos 2015</b> (PIE: 36.317'117.010,35)
<b>Bienes y Servicios Normalizados</b>	Catálogo Electrónico	Sin límites
	Ínfima Cuantía (Si el producto no consta en Catálogo Electrónico)	Menor a \$7.263,42
	Subasta Inversa Electrónica	Más de \$ 7.263,42
	Menor Cuantía (Si no es posible aplicar procedimientos dinámicos)	Menor a \$72.634,23
	Cotización (Si no es posible aplicar procedimientos dinámicos)	Mayor o igual a \$72.634,23 y menor o igual a \$ 544.756,76
	Licitación (Si no es posible aplicar procedimientos dinámicos)	Más de \$ 544.756,76
<b>Bienes y Servicios No Normalizados</b>	Ínfima Cuantía	Menor a \$7.263,42
	Menor Cuantía	Menor a \$ 72.634,23
	Cotización	Mayor o igual a \$72.634,23 y menor o igual a \$ 544.756,76
	Licitación	Más de \$ 544.756,76
<b>Obras</b>	Menor Cuantía	Menor a \$ 254.219,82
	Cotización	Mayor o igual a \$ 254.219,82 y menor o igual a \$ 1'089.513,51
	Licitación	Más de \$ 1'089.513,51
	Contratación Integral por Precio Fijo	Más de \$ 36'317.117,01
<b>Consultoría</b>	Contratación Directa	Menor o igual a \$ 72.634,23
	Lista Corta	Mayor a \$ 72.634,23 y menor a \$ 544.756,76
	Concurso Público	Mayor o igual a \$ 544.756,76

1800-**ECOMPRA**  
3 2 6 6 7 7

Av. de los Shyris 2120 y  
el Telégrafo

www.sercop.gob.ec

Tabla 1 Procedimientos de Contratación Pública en el Ecuador

## 6. RED VIAL DEL ECUADOR

### Red Vial Nacional

El Ecuador posee una infraestructura vial considerable, cerca de 43,200 km de vías con una densidad de 0.18 km de vía por km<sup>2</sup> de superficie territorial.

La Red Vial Nacional está formada por el conjunto de vías de propiedad pública sujetos a la norma y marco institucional vigente y suman aproximadamente 43,200 km en total, la longitud de cada tipo de red se puede observar en la Tabla 2 Longitud de Red Vial Nacional según categoría de camino

RED VIAL NACIONAL SEGÚN CATEGORÍA DE CAMINO		
CLASIFICACION DE CAMINOS	LONGITUD (km)	% TOTAL DE LA RED
Red Primaria	5,608.84	12.98
Red Secundaria	3,876.42	8.97
Red Terciaria	11,105.93	25.71
Caminos Vecinales	22,153.98	51.29
Caminos Locales	452.20	1.05
<b>TOTAL</b>	<b>43,197.37</b>	<b>100.00</b>

Tabla 2 Longitud de Red Vial Nacional según categoría de camino

Fuente: Ministerio de Transportes y Obras Públicas

En el Ecuador, las vías se clasifican en lo relativo de los niveles de importancia que unen los centros poblados o de actividad y tiene una mayor demanda de flujo vehicular.

Según el Acuerdo Ministerial 001 del 12 de enero de 2001, se conviene que la Red Vial Nacional se clasifica según su jurisdicción en:

- Red Vial Estatal: está constituida por todas las vías administradas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, siendo la única entidad responsable del manejo y control.
- Red Vial Provincial: es el conjunto de vías administradas por cada uno de los Consejos Provinciales.
- Red Vial Cantonal: es el conjunto de vías urbanas e interparroquiales administradas por cada uno de los Consejos Municipales.

### Red Vial Estatal

Consta de aproximadamente 9,500 km de vías. Ver Anexo 1: Mapa de la Red Vial de Ecuador

Las **vías primarias** o corredores arteriales son los caminos de alta jerarquía funcional, los mismos que se constituyen por aquellos que conectan, en el Continente, a las capitales de Provincia, a los principales puertos marítimos con los del Oriente, pasos de frontera, que sirven para viajes de larga distancia y que deben tener alta movilidad, accesibilidad reducida y/o controlada en su recorrido,



giros y maniobras controlados, y estándares geométricos adecuados para proporcionar una operación de tráfico eficiente y segura. El conjunto de corredores arteriales forma una malla vial denominada estratégica o esencial, que cumple las más altas funciones de integración nacional. Existen 12 vías primarias con aproximadamente un 66% de la longitud total de la Red Vial Estatal.

Las **vías secundarias** o vías colectoras son los caminos de mediana jerarquía funcional, los mismos que se constituyen por aquellos cuya función es la de recolectar el tráfico de la zona rural o una región, que llegan a través de los caminos locales para conducirlos a la malla estratégica o esencial de corredores arteriales. Son caminos que se utilizan para servir al tráfico de recorridos intermedios o regionales, requiriendo de estándares geométricos adecuados para cumplir esta función. En total existen 43 vías secundarias con aproximadamente el 33% de la longitud total de la Red Vial Estatal.

Son **vías locales** todos los caminos que cruzan centros poblados (pasos laterales, arterias urbanas, o puentes, etc.) y que dan continuidad a estos corredores arteriales.

### Red Vial Provincial

Esta red está integrada por vías terciarias y caminos vecinales. Las vías terciarias conectan cabeceras de parroquias y zonas de producción con los caminos de la Red Vial Nacional y caminos vecinales, de un reducido tráfico.

### Red Vial Cantonal

Esta red está integrada por las vías terciarias y caminos vecinales. Las vías terciarias conectan cabeceras de parroquias y zonas de producción con los caminos de la Red Vial Nacional y caminos vecinales, de un reducido tráfico.

## 6.1. Estado Actual de la Red vial Estatal

Las diferentes intervenciones realizadas por el actual gobierno, se ha desarrollado con varios tipos de pavimentos, la mayoría se ha construido con pavimento flexible mientras que un pequeño porcentaje con doble tratamiento superficial bituminoso, como se puede observar en la Tabla 3 Tipo de intervención.

INTERVENCION DESDE EL AÑO 2007		
TIPO DE PAVIMENTO	LONGITUD (km)	PORCENTAJE (%)
Pavimento Flexible	3,382	50.2
Pavimento Rígido	1,118	16.6
Doble Tratamiento Superficial Bituminoso	180	2.7
Mantenimiento	2,061	30.5
<b>TOTAL</b>	<b>6,741</b>	<b>100</b>

Tabla 3 Tipo de intervención ejecutada en el año 2007

Fuente: Reporte especial MTOP (2011)

Según el Reporte de Afecciones de la Red Vial Estatal Nacional (RVE), de diciembre de 2014 elaborado por la Subsecretaría de Infraestructura del Transporte, se considera que un 68.60% de la red (6,603.57 km) se encuentra en buen estado, el 25.16% (2,421.56 km) regular, mientras que solamente el 6.24% (6.1.05 km) en mal estado. Ver Anexo 2: Mapa del estado de la Red Vial

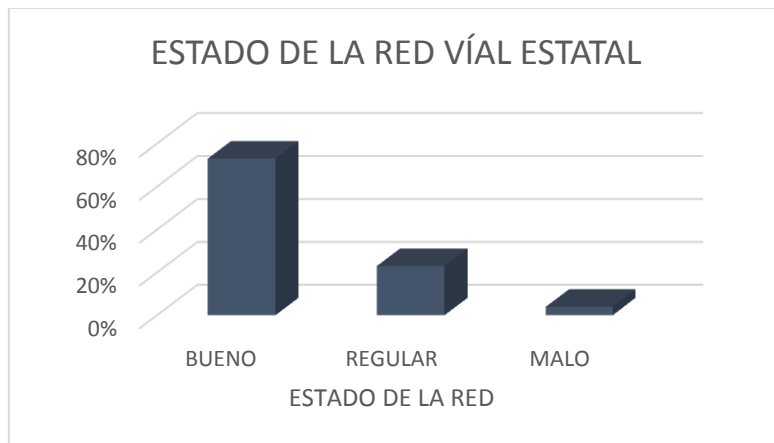


Gráfico 1 Estado de la Red Vial Estatal

## 6.2. Explotación vial en el País

En el Ecuador, desde la firma del Decreto Supremo 1351 de la Junta Militar de Gobierno, se encuentra vigente el Reglamento de la Ley de Caminos, así como el Reglamento Aplicativo de la Ley de Caminos de la República del Ecuador publicados en el Registro Oficial 285 de 07 de julio de 1964.

Estos documentos corresponden a la legislación vigente para explotación vial en el Ecuador.

Los caminos públicos son todas las vías de tránsito terrestre construido para el servicio público y declarado de uso público. Así también, se consideran como públicos los caminos privados que han sido usados desde hace más de quince años por los habitantes de una zona.

Forman parte integrante de los caminos: los senderos laterales para peatones y animales, los taludes, las cunetas o zanjas de desagües, terraplenes, puentes, obras de arte de cualquier género, habitaciones para guarda-puentes, camineros y otros requerimientos análogos permanentes.

Asimismo, se considerará que forman parte del camino, para los efectos de esta Ley, los terrenos necesarios para depósito de maquinarias o materiales, habitaciones de trabajadores, campamentos y otros requerimientos análogos transitorios. Todos estos caminos están bajo el control del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Todos los caminos estarán bajo el control del Ministerio de Obras Públicas, sin perjuicio de las obligaciones que, respecto de ellos, deban cumplir otras instituciones o los particulares.

La Red Estatal de Carreteras es explotada de la siguiente manera:

- El 78% de la red es administrada directamente por el MTOP
- El 16% en forma de concesión
- El 6% restante están delegados a una administración por parte de consejos provinciales.

Todo proyecto de construcción, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos, formulado por cualquier entidad o persona, deberá someterse previamente a la aprobación del Ministerio de Obras Públicas, sin cuyo requisito no podrán realizarse los trabajos, salvo que se trate de caminos internos de una propiedad particular.

Corresponde al Director General de Obras Públicas las siguientes atribuciones y deberes que dicta la ley en el Art. 7 entre las que cito las más importantes para efectos de este trabajo.

- a) Hacer los estudios y formular las especificaciones técnicas, planos y presupuestos de las obras viales a cargo del Gobierno, ya se trate de su construcción, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación;
- g) Velar por la buena conservación de los caminos públicos y exigir a las autoridades el debido mantenimiento de las vías a su cargo;
- h) Imponer multas a los infractores de esta Ley o de sus reglamentos;
- j) Ordenar las ocupaciones relativas a los caminos a cargo del Ministerio de Obras Públicas, así como las que fueren solicitadas por los particulares;
- k) Asesorar a la Junta Nacional y a las Comisiones Provinciales de Tránsito para la reglamentación del tránsito por los caminos;
- l) Clasificar los caminos y determinar sus especificaciones;

El Derecho de vía consiste en la facultad que tiene el Estado, para ocupar, en cualquier tiempo, el terreno necesario para la construcción, conservación, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos.

Según el Art. 4 del Reglamento Aplicativo de la Ley de Caminos, establece que de manera general, se permite construir cerramientos a partir de los 25 metros contados desde el centro de la vía, y edificar viviendas al margen de los 30 metros desde el eje de la carretera hacia cada uno de los lados.

Los daños que se produjeren en los caminos públicos o en cualquier servicio de vialidad, serán puestos, por cualquier persona, en conocimiento de las autoridades provinciales o seccionales de Obras Públicas las que adoptarán las medidas inmediatas para atenderlos.

Se prohíbe la colocación, en las inmediaciones de los caminos públicos, de construcciones, carteles y otras cosas que puedan afectar a la seguridad del tránsito o a la buena presentación del lugar.

En cuanto a la conservación de los caminos públicos, todas las autoridades administrativas, provinciales, cantonales y parroquiales, cada una en su jurisdicción, cuidan de la conservación de los caminos públicos, y, en general, de los servicios de vialidad.

El Estado en general, el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, los Consejos Provinciales y Municipales, concesionarios y contratistas, en los trabajos de mantenimiento y construcción que se realicen, deberán conservar y cuidar árboles, arbustos, plantas y cercos naturales que crezcan al borde de los caminos.

Las prohibiciones contempladas en los artículos de la ley se extienden a los terrenos comprendidos dentro del derecho de vía.

Toda violación de los preceptos de esta la Ley de Caminos es sancionada con una multa económica, según la gravedad de la infracción, las penas y multas a los infractores de esta Ley o de sus reglamentos, serán impuestas por el Subsecretario de Infraestructura del Transporte o su delegado, o por el personero de la entidad encargada del camino.

En los últimos años el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, inició un proceso de capacitación nacional sobre la aplicación de la Ley de Caminos, ya que acorde a la disposición del Art. 23 de la Ley, todas las autoridades administrativas provinciales, cantonales y parroquiales cada una en su jurisdicción, tienen la obligación de cuidar la conservación de los caminos públicos y los servicios de vialidad en general.

Adicional a esta Ley y Reglamento existe la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 – MTOP, Volumen 6 (En proceso de socialización), en donde se estructura la forma en que se realizará la conservación vial e incorpora las operaciones que son más habituales en el mantenimiento. Esta Norma es un compendio de anteriores normativas que se encontraban separadas y se basa en la Norma MOP-001-F 2002 y Especificaciones Generales para la construcción General de Caminos y Puentes (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002) y el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003 (Ministerio de Obras Públicas, 2003), vigentes hasta la fecha.

La forma habitual de conservación vial en el Ecuador se basa en contratos con microempresas de trabajadores o PYMES de comunidades aledañas a la carretera para que realice las operaciones de conservación y mantenimiento rutinario como limpieza de cunetas y las zonas aledañas o pequeños desprendimientos de material de los taludes hacia la calzada, y en caso de que se requieran actuaciones extraordinarias o el MTOP será el encargado de ejecutarlas y gestionarlas según los requerimientos.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas, a través de la Subsecretaría de Infraestructura del Transporte, preocupado por la conservación de las carreteras que conforman la Red Vial Estatal del país, y por generar fuentes de empleo en sectores donde este es escaso, en el período 2007 hasta el 2011 invirtió

17.068.730,40 dólares, en el Programa de Asociaciones de Conservación Vial, que consiste en la intervención de un grupo de pobladores de las comunidades asentadas junto a las vías, en la ejecución de actividades de mantenimiento rutinario en las mismas. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2011)

Para el control de vías, se adquirió un lote de 35 camionetas que tendrán la función de monitorear el estado de las vías construidas, en rehabilitación, mantenimiento y la señalización vial en todo el país. El control se realiza en conjunto con técnicos de la Comisión Nacional de Tránsito y Transporte Terrestres.

Lastimosamente existe una carencia de planeación, y respuesta a los eventos, y una falta de recursos económicos destinados a este fin, la ejecución de acciones se desarrollan únicamente en casos de emergencia en torno a la vialidad obedeciendo básicamente a motivaciones políticas o como respuesta a reiteradas solicitudes de los usuarios de la vía.

## 7. CARRETERA E59 / E35: TRAMO CUENCA – LÉNTAG

La carretera E59 es una de las 43 vías secundarias de la Red Vial Estatal que discurre por las provincias de El Oro y Azuay, tiene un trazado que va en sentido oeste-este, nace en un lugar conocido como “Y de Corralito” junto a la ciudad de Machala, capital de la provincia de El Oro ubicada en la costa ecuatoriana, y termina en la cordillera de los Andes cerca de la localidad de Cumbe en la carretera E35 (Troncal de la Sierra) a pocos kilómetros de la ciudad de Cuenca, capital de la provincia del Azuay.

La carretera E35 o Troncal de la Sierra es una de las 12 vías primarias de la Red Vial Estatal, discurre por las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Cañar, Azuay, y Loja. Tiene una longitud de 781.19 km y es parte de la Carretera Panamericana que vincula casi a todos los países del hemisferio occidental del continente americano con un tramo continuo de carretera. Ver Anexo 1: Mapa de la Red Vial de Ecuador

El tramo Cuenca - Léntag, parte integral de la vía Cuenca - Girón - Pasaje, tiene una longitud de 55.60 km. Según la Normativa Vial Ecuatoriana, es una carretera de tipo Colectora - Clase C1 (Carretera de mediana capacidad con TPDA entre 1,000 – 8,000 vehículos).

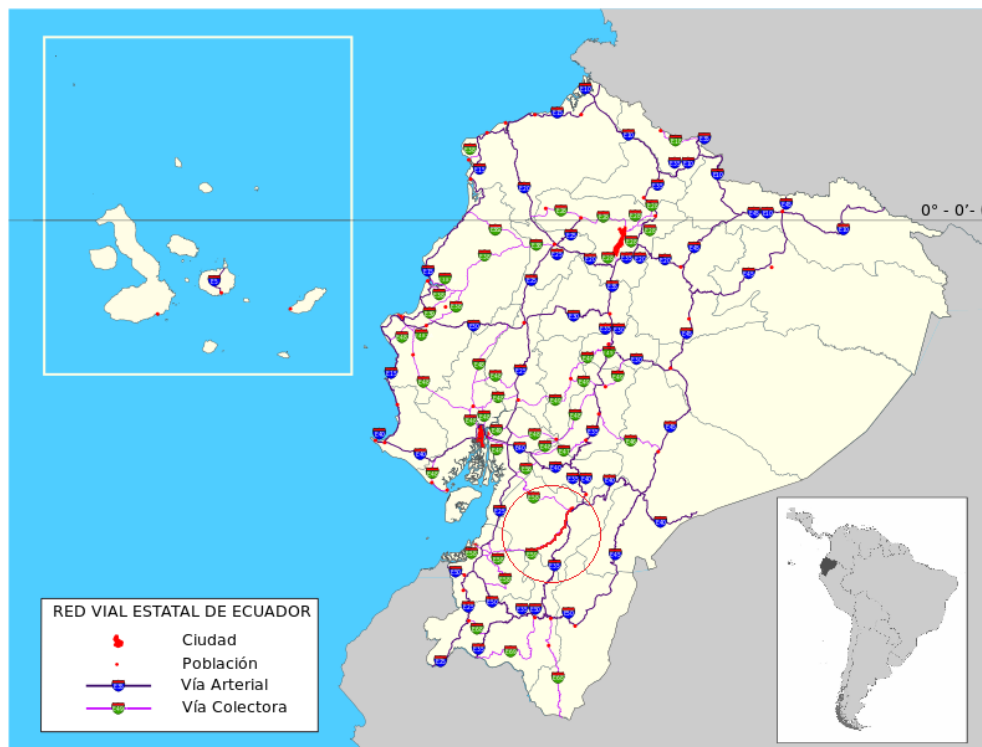


Ilustración 2 Red vial del Ecuador, ubicación de la carretera Cuenca - Léntag

Facilita la conexión con las provincias de El Oro y Loja, es decir con el sur del país y el norte del Perú. A través de ésta se fomenta el comercio, turismo y otras actividades que ayudan a la economía de la Región Austral.

Está constituida por tres subtramos debido a las características geométricas de la vía y su intersección con poblaciones u otras carreteras de importancia:

1. El primer tramo Cuenca – Tee de Cumbe tiene una longitud de 14 km, comienza al oeste de ciudad de Cuenca a 2,580 metros sobre el nivel del mar y discurre hasta la rotonda en donde comienza la Carretera E59 a 2,630 metros sobre el nivel del mar. Éste tramo forma parte de la Carretera E35.
2. El segundo tramo, Tee de Cumbe – Tee de Girón tiene una longitud de 24 km, comienza en la rotonda mencionada anteriormente discurre sobre la carretera E59, llega a alcanzar los 2,780 metros sobre el nivel del mar; hasta el cantón Girón, un pueblo con 14,953 habitantes perteneciente a la provincia del Azuay a 2,210 metros sobre el nivel del mar; y,
3. El tercer tramo Tee de Girón – Léntag, tiene una longitud de 17.6 km, comienza en el cantón Girón sobre la carretera E59 hasta un lugar llamado Léntag, ubicado en la parroquia Asunción del cantón Girón a 1,550 metros sobre el nivel del mar.

### 7.1. Características

Tiene una calzada única con un carril por sentido de 3.65 metros de ancho y arcén de 1.30 metros y una cuenta con una sección de 70 cm de ancho a lo largo de toda la carretera como prolongación del arcén, es decir que en conjunto forman una especie de cuneta de seguridad. Además las zonas de desmonte cuentan con una cuneta en “V” para captar el agua proveniente del talud. Tiene una velocidad de proyecto de 80 km/h.

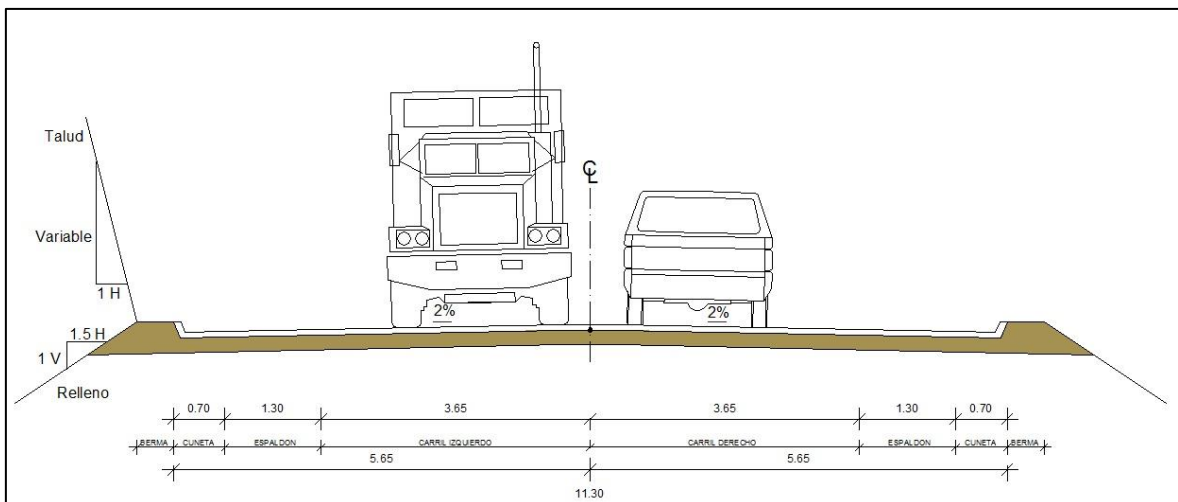


Ilustración 3 Sección típica de la carretera

Es una carretera de montaña cuyo trazado se ajusta al relieve de la zona, el tipo de terreno por el que atraviesa la carretera es de tipo Accidentado-Montañoso (inclinaciones medias máximas entre 15 y 25% de la franja original del terreno, interceptada por la explanación de la carretera), por lo que existen zonas donde el trazado de la vía es muy sinuoso, con radios de curvatura muy reducidos y pendientes longitudinales importantes donde es prácticamente imposible realizar adelantamientos. Además, al encontrarnos en una zona montañosa, la presencia de neblina es muy común, lo que hace que sea aún más peligroso.

Luego de un proyecto de rehabilitación, ejecutado desde el año 2005 por un monto de \$30'375,259.64 USD fue abierta completamente al tráfico en diciembre de 2009, sin embargo una serie de factores han hecho que la vía tenga problemas y se ha visto la necesidad de una reparación.



*Ilustración 4 Sección de la carretera*

La vía está construida con pavimento rígido en su mayoría pero existen tramos cuya capa de rodadura está constituida por pavimento flexible debido a la presencia de fallas geológicas y hundimientos, dándole así un poco de elasticidad ante los movimientos que se generan por este motivo, éstos representan un 5% del total de la longitud del tramo.

## **7.2. Problemas actuales**

Existe un factor externo que no fue considerado al momento del diseño, el cierre de las minas de áridos en La Josefina debido a problemas ambientales, al noreste de la ciudad de Cuenca, hizo que toda la provisión de piedra y arena para la construcción, dependa de las minas del Río Jubones, en Santa Isabel, minas a las que se accede por esta carretera. La circulación de volquetas con peso elevado sobre el pavimento, sobrepasa el nivel de carga diseñado.

El incremento del tráfico ha sido mayor al esperado en los últimos tiempos y el aumento de vehículos pesados hace que la velocidad de circulación sea mucho menor a la de proyecto ya que los vehículos pesados con velocidades de circulación menores, no puedan ser adelantados.

Deslizamientos constantes de los taludes adyacentes a la carretera debido a fuertes lluvias han ocasionado grandes problemas para los usuarios.

Los fuertes inviernos han desestabilizado zonas de riesgo afectadas por fallas geológicas, lo que ha causado daños en la plataforma de rodadura.

### **7.2.1. Tráfico**

En un estudio realizado por la empresa Consultora CONSULPROY de Ecuador en el 2012 se puede observar la siguiente información.



VOLUMEN DE TRÁFICO AÑO 2012						
SUBTRAMO	PK		TIPO DE VEHICULO			TOTAL (vehículos)
	DESDE	HASTA	LIVIANO	BUS	CAMIÓN	
CUENCA - TEE DE CUMBE	0+000	14+000	8821	689	1758	11268
TEE DE CUMBE - TEE DE GIRÓN	14+000	38+000	3533	265	764	4562
TEE DE GIRÓN - LENTAG	38+000	55+600	3698	239	834	4771

Tabla 4 Volumen de tráfico en el año 2012

Fuente: (CONSULPROY, 2012)

Como se mencionó anteriormente, esta carretera está considerada como una carretera convencional de mediana capacidad y fue diseñada para un TPDA entre 1,000 – 8,000 vehículos, sin embargo se puede observar, que el número de vehículos que circulan por la vía, específicamente en el tramo Cuenca – Tee de Cumbe es mayor.

### 7.2.2. Taludes

Existen problemas de derrumbes continuos en varios taludes del sector, así como deslizamientos que provocan la inestabilidad del material adyacente a la vía.

Principalmente la falta de drenaje y por ello la saturación del material es la principal causa para que sucedan estos desprendimientos se presentan escarpes de falla visibles.

La falta de revestimiento de dichos taludes provoca que el material se erosione o se sature.

La zona está ubicada sobre el la Formación Ayancay (M<sub>A</sub>) Está expuesta entre Santa Isabel, Girón y Cuenca, principalmente confinado entre el Sistema de Fallas Girón y el Cinturón Gañarín. Consiste de areniscas y limolitas con algo de conglomerados en la base, los que pasan hacia arriba a conglomerados con areniscas delgadas, los conglomerados están compuestos por bloques tobáceos multicolores. Estos sedimentos pueden ser encontrados al Sur- Este de Girón en forma continua hasta el contacto occidental con la Fm. Saraguro. Consisten de una sucesión de arcillas y areniscas. Los conglomerados afloran al Este de Santa Isabel en la base y en la cima, tienen un espesor de 2600m y al Sur de Santa Isabel se reduce a 200 m aproximadamente. El afloramiento del valle de Girón es controlado por un sistema de fallas. El grupo Ayancay no es fosilífero pero es probable de edad Mío Pliocénica.

### PK 27+800

Esta zona está atravesada por un deslizamiento de tipo rotacional, se encuentra compuesto por materiales coluviales, conformado por clastos decimétricos en matriz limo arcillosa; el deslizamiento tiene una longitud aproximada de 600 metros, un ancho de 250 metros y presenta escarpes de falla visibles debido a su matriz limo arcillosa y la vegetación que ha crecido, se aprecia escalonamiento, el

deslizamiento atraviesa la vía y en su talud inferior se prolonga poca longitud. Éste provoca derrumbes constantes en la zona. (Ilustración 5 e Ilustración 6)



*Ilustración 5 Deslizamiento PK 27+800*



*Ilustración 6 Deslizamiento PK 27+800*

### **PK 40+600**

El terreno tiene deformaciones continuas con desprendimientos permanentes de materiales piroclásticos, el movimiento tiene una longitud de 500 metros, un ancho de 200 metros.



*Ilustración 7 Deslizamiento de material PK.40+600*

### **PK 45+000**

El terreno presenta movimientos tangenciales, caracterizado como un movimiento poco profundo y de velocidades bajas en materiales piroclásticos, el deslizamiento tiene una longitud de 1000 metros, un ancho de 600 metros.

El terraplén de la vía se encuentra afectado a causa de que el material de relleno de la escombrera “San Nicolás”, ubicada en este lugar, se encuentra en proceso de consolidación luego de haber sido depositado al volteo años atrás. Al estar aledaño a la carretera afectó el terraplén provocando asentamientos y dejando así una sección del arcén sin sustento.



*Ilustración 8 Terraplén afectado PK 45+000*

### **PK 53+440**

El terreno presenta un deslizamiento de tipo traslacional con una longitud de 250 metros, un ancho de 130 metros. Los agentes que activaron al deslizamiento son principalmente la saturación del material debido a la existencia de una fuente de agua en la parte superior del talud que no es captada sino más bien desviada para ocupar como riego de viveros implantados en la zona; y la escorrentía superficial.



*Ilustración 9 Gritas en la calzada debido a deslizamiento*

### **7.2.3. Drenaje**

La carretera tiene una pendiente de bombeo de 2,5% y arcenes de hormigón que terminan en cuentas, con un ancho promedio total de 2.00 m en total en casi la totalidad del tramo, detrás de ésta, en las zonas de corte especialmente, se tienen cuentas en “V” que eran las que habían antes de la rehabilitación que sirven como colector de agua de escorrentía de los taludes para evitar su acceso a la calzada. Este conjunto a su vez discurre a las alcantarillas para evacuar el agua.



Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag



*Ilustración 10 Sección de vía y cunetas*

Se ve la necesidad de realizar labores de mantenimiento de las cunetas. De manera general es necesario el retiro del material depositado sobre las ellas para evitar azolvamientos y con ello el ingreso del agua a la calzada.



*Ilustración 11 Deslizamientos sobre cuentas*

Existen zonas en las que los moradores aledaños a la carretera han tapado las conducciones de agua para crear así un acceso a sus viviendas.

En cuanto a las alcantarillas, éstas tienen una densidad aproximada de 6 unidades por kilómetro, 272 alcantarillas circulares de diámetro variable entre 0.40 a 1.80 m construidas en hormigón y en lámina de metal corrugado dispuestas transversalmente a la vía en una longitud promedio de 17 m. y existen 38 alcantarillas tipo cajón de sección variable, desde 0.50 x 1.00 m hasta 3.20 x 5.00 m.

Las alcantarillas tienen sus respectivas estructuras de entrada y salida (muros de ala) en hormigón armado.

ALCANTARILLAS CIRCULARES		ALCANTARILLAS TIPO CAJON			
DIAMETRO	CANTIDAD	DIMENSIÓN	CANTIDAD	DIMENSIÓN	CANTIDAD
(m)	(Nº)	(m)	(Nº)	(m)	(Nº)
0.4	2	0.50x1.00	1	1.00x1.00	8
0.5	4	0.60x1.10	1	1.00x1.10	1
0.6	1	0.60x0.60	1	1.00x1.50	1
0.8	5	0.60x1.00	1	1.10x1.50	1
0.9	1	0.70x0.80	1	1.40x2.00	1
1.2	255	0.70x1.00	3	1.50x1.50	1
1.5	2	0.70x1.10	1	1.50x2.30	1
1.6	1	0.80x0.80	3	2.00x2.00	1
1.8	1	0.80x1.00	6	2.30x2.60	1
		0.80x1.10	1	3.00x5.30	1
		0.80x2.00	1	3.20x5.00	1

Tabla 5 Inventario de Alcantarillas



Ilustración 12 Alcantarilla tipo cajón

La acumulación de sedimentos en estas ha producido taponamientos parciales o totales disminuyendo así su sección hidráulica y con ello su función.

Es necesario rehabilitar los encauzamientos y la limpieza de las alcantarillas en la entrada y salida de las mismas, así como en su interior, de manera de permitir el libre escurrimiento del agua. Se estima que todas las alcantarillas del tramo, están azolvadas un 30% de su sección transversal.

Un caso especial se encuentra en el PK 54+320, la alcantarilla metálica de 1.20 m de diámetro se encuentra azolvada en un 90% con respecto a su sección transversal (Ilustración 13 e Ilustración 14). De lo observado en campo, el agua se represa a la entrada y salida de la alcantarilla, debido a la inadecuada capacidad de desfogue. A la salida se encuentra un dado de anclaje en hormigón, para soporte de una tubería de PVC mediante la cual se conduce agua hacia algunas

viviendas del sector. La tubería de PVC se encuentra atravesada en el interior de la alcantarilla, reduciendo parcialmente su sección hidráulica.



*Ilustración 13 Entrada de la alcantarilla*



*Ilustración 14 Salida de la alcantarilla*

#### **7.2.4. Calzada**

Para constatar el estado del pavimento se ha hecho un recorrido y mediante inspección visual se han determinado algunos factores importantes.

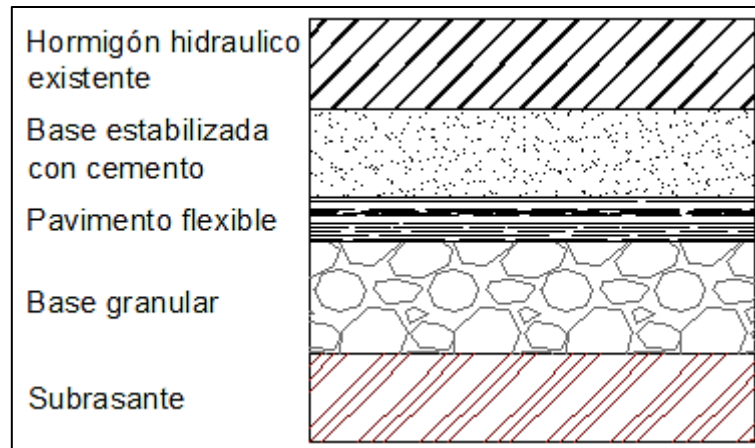
La sección que presenta actualmente la estructura del pavimento es una capa de hormigón hidráulico más o menos constante de 20 cm de espesor con una resistencia de 300 kg/cm<sup>2</sup> sobre una base granular estabilizada con cemento de espesor variable según las condiciones en las que se encontraba la vía antes de la última rehabilitación.



*Ilustración 15 Muestra de hormigón de la calzada*

Antes la vía estaba construida por un pavimento flexible con espesor variable debido a la cantidad de intervenciones que había tenido en el pasado, bacheos, recapeos y reparaciones en general, colocada sobre una base granular y esta última a su vez sobre la subrasante de la estructura. Ver Ilustración 16 Estructura del pavimento actual





*Ilustración 16 Estructura del pavimento actual*

Han comenzado a aparecer fisuras en la calzada que con el paso del tiempo se han ido ensanchando en algunas zonas más que otras pero aparecen a lo largo de todo el tramo y no solamente en los que existen fallas geológicas (Ilustración 17).

Según César Soria, director provincial del MTOP para el Azuay, una de las principales causas para la trizadura del hormigón, está estrechamente ligada a las fallas geológicas predominantes en la zona, sin embargo está también el sellado de juntas que probablemente no funcionan según lo esperado lo que ha provocado filtraciones, con lo que se produce el bombeo o lavado de finos provocando los asentamientos. (MTOP, 2013)



*Ilustración 17 Grietas en calzada debido a asentamientos*

Se han presentado sectores en los cuales aflora agua a través de las juntas transversales de la calzada, esto indica la falta de drenaje o falta de evacuación suficiente del agua de escorrentía.

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag



*Ilustración 18 Presencia de agua en juntas de losas*

En varios segmentos de la vía, en donde existen problemas de inestabilidad de taludes y/o rellenos, o hundimientos, la capa de rodadura ha sido construida con hormigón asfáltico (Ver Tabla 6 Longitud de tramos con pavimento flexible).

En estos tramos, la presencia de grietas, fisuras, hundimientos y desplazamientos, evidencian los movimientos que están ocurriendo. Se presentan problemas estructurales y/o superficiales: roderas, ondulaciones, piel de cocodrilo, etc.

**TRAMOS DE LA VÍA CON PAVIMENTO FLEXIBLE**

DESDE	HASTA	LONGITUD (m.)	ANCHO DE CLAZADA (m.)	MATERIAL EN CUNETAS	ANCHO TOTAL
27+600	27+650	50.00	7.6	P. FLEXIBLE	1.3
38+720	38+950	230.00	7.5	P. FLEXIBLE	3.9
40+150	40+700	550.00	8.5	P. FLEXIBLE	1.9

*Tabla 6 Longitud de tramos con pavimento flexible*



*Ilustración 19 Desgaste del pavimento*





*Ilustración 20 Hundimientos en la calzada*

### **7.2.5. Señalización**

La carretera cuenta con señalización horizontal y vertical, sin embargo esta requiere mantenimiento o la colocación de nueva señalización. Las balizas que delimitan la calzada se han comenzado a desprender de sus bases de hormigón. Estos elementos son de gran utilidad para los conductores principalmente en horas de la tarde y noche, debido a que en la zona existe continuamente neblina, ayudan con la seguridad vial.

Además existen zonas con derrumbos, poca visibilidad y curvas peligrosas en donde se debe poner más énfasis en la señalización como medida de seguridad vial.



*Ilustración 21 Balizas deterioradas*

En cuanto a la señalización horizontal esta no cumple en la mayoría de casos con la normativa de señalización vial y se debe tomar en cuenta el tipo de diseño que corresponde para cada sitio.

### 7.2.6. Accesos

A lo largo de toda la vía existen accesos no controlados que incumplen con la normativa o las regulaciones necesarias para su correcta implantación. Muchas veces se taponan las cunetas para permitir el paso de vehículos provocando así que el agua regrese a la calzada y provocando daños en esta, además la mayoría de éstos son caminos de tierra, accesos particulares que en eventos de lluvia hace que el material se esparza por la calzada.



*Ilustración 22 Accesos irregulares*

Además al no ser regulados como por ejemplo el caso de la Ilustración 23, una maniobra desde el acceso hacia la izquierda sobre curva en una vía con velocidad de operación sobre los 70 km/h podría resultar en un grave accidente.

Convendría realizar un estudio de los accesos para tratar de eliminarlos y conducirlos hasta un punto en donde se puedan realizar las diferentes maniobras con seguridad, por ejemplo una rotonda o un camino de servicio para evitar de este modo la incorporación de vehículos de forma insegura.

En este caso en particular, se debe controlar los accesos al menos previniendo a los usuarios de la vía principal de que existen estos y controlar la velocidad para evitar mayores accidentes.



*Ilustración 23 Accesos de tierra*

### 7.2.7. Puentes

En el tramo Cuenca - Léntag existen cuatro puentes importantes de longitud variable sobre los ríos Zhucay, Chorro, Santa Ana y Rircay (Tabla 7). Los cauces de los ríos en los sitios de implantación de estos puentes, se mantienen estables, no presentan problemas de socavación tanto general como local.

No presentan daños estructurales, se pueden ver reflejadas en la calzada las juntas de acceso al puente, se debe dar mantenimiento y limpieza a las aceras, barandas y carpeta asfáltica al igual que se haga en el resto del tramo.

NOMBRE	LUZ (metros)	P.K.
Zhucay	20	4+400
Chorro	40	37+900
Santa Ana	25	40+300
Rircay	40	51+800

Tabla 7 Puentes



Ilustración 24 Puente sobre el Río Santa Ana



Ilustración 25 Puente sobre el Río Rircay



### 7.2.8. Barreras de Seguridad

La carretera cuenta con barreras de seguridad en las zonas de curvas donde exista peligro de salida hacia el lado de la ladera. Se observa la necesidad de colocación en algunas zonas específicas para proporcionar una mayor seguridad a los usuarios de la carretera, además la adaptación de protecciones especiales para los conductores de motocicletas que utilizan esta vía.

Las barreras que se tiene actualmente terminan en “cola de pez”, esto representa un peligro para los usuarios ya que en caso de un accidente en el que un automóvil impacte estas barreras en el comienzo de ésta, sería un accidente considerado como choque frontal. (Ver Ilustración 26 Barreras de seguridad)



Ilustración 26 Barreras de seguridad

### 7.2.9. Curvas horizontales

Según la Norma Ecuatoriana para una velocidad de diseño de 80 km/h una radio de curvatura mínimo de 250 metros, lastimosamente debido a la orografía del lugar, existen algunas curvas del trazado que no cumplen con este parámetro o que están totalmente ajustadas a este parámetro como es el caso de la curva en el Pk. 31+500 donde existen problemas sobre todo en eventos de lluvia, en ese caso existe la posibilidad de intervenir en dichas curvas realizando actuaciones preventivas por ejemplo el riego de lechadas de alta adherencia para permitir un frenado a tiempo y evitar deslizamientos que pudieran terminar en accidentes.

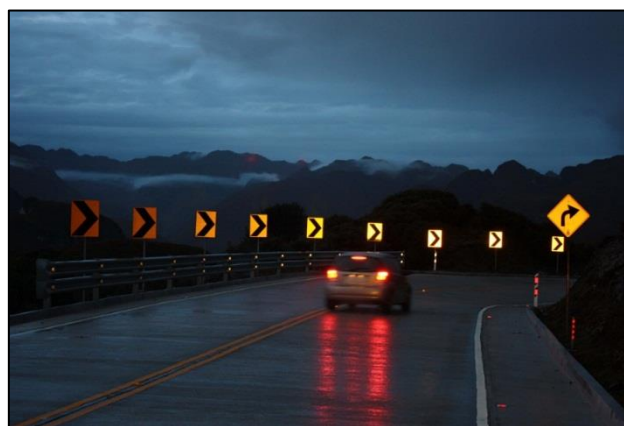


Ilustración 27 Peligro en curva Pk 31+500

## 8. CARRETERA CUENCA – LÉNTAG A “TIEMPO 0”

Para que una carretera sea conservada de forma correcta, lo primero que debemos hacer es dejar ésta en buenas condiciones que permitan una óptima circulación vehicular de forma cómoda y segura para los usuarios.

El “Tiempo 0” de una carretera en uso, es el estado en que se encontraría si se le devuelven sus condiciones iniciales de operación (Castellanos, 2011)

### 8.1. Actuaciones a realizar

Para poner esta carretera en “Tiempo 0” necesitamos realizar algunas actuaciones para corregir los diferentes problemas y deficiencias de la vía.

#### 8.1.1. Drenaje

El sistema de drenaje vial es de vital importancia, ya que permite la correcta evacuación de las aguas de escorrentía y/o superficial lejos del área de influencia de la carretera, de forma rápida y controlada.

Para poder corregir el sistema de drenaje de la carretera y que funcione correctamente, es necesario realizar una limpieza total de cuentas y alcantarillas así como la reconstrucción en caso de que sea necesario así como la construcción de subdrenes en las zonas donde se requiera para evitar las filtraciones en la calzada.

#### Cunetas

En primer lugar se deberá realizar la limpieza de las cunetas así como la maleza y los materiales que haya en los alrededores de éstas para asegurar que se mantengan limpias y operables, en el caso de los accesos a viviendas o caminos en los que se ha visto obstruido el paso del agua se deberá solucionar con la colocación de tuberías embebidas o bien algún tipo de estructura que permita el flujo libre del agua.

En las zonas donde se requiere la construcción de nuevas cunetas, estas serán cuentas de seguridad de 70 cm de ancho que termina en un bordillo con un alto de 20 cm construida con hormigón simple  $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ .

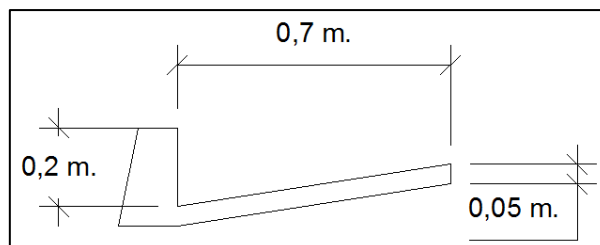


Ilustración 28 Sección de la cuneta tipo

Para asegurar el correcto funcionamiento del drenaje, y no tener conflictos con actuaciones no controladas por parte de los moradores aledaños a la zona, se solucionará el problema de acceso a viviendas colocando cruces sobre las cuentas, sobre todo en lugares donde existen viviendas al pie de la vía. Se construirán rejillas de hierro, las que se colocarán en los puntos necesarios.

En el caso de los caminos de acceso se cambia la sección a cuentas de tipo circular permitiendo así el paso de los vehículos sin cortar el flujo del agua.

## Drenes

Existen zonas en donde es necesario captar el agua subterránea para controlar la saturación del material y la infiltración de agua en la estructura de la calzada.

Los drenes o subdrenes son mecanismos para el manejo de aguas sub superficiales los cuales pueden ser conformados de diferentes formas y materiales, como tuberías ranuradas perforadas, zanjas que contengan materiales permeables recubiertas con geotextiles de tipo no tejido que generen un filtro evitando el arrastre de suelos y las cuales se pueden asistir con tuberías perforadas.

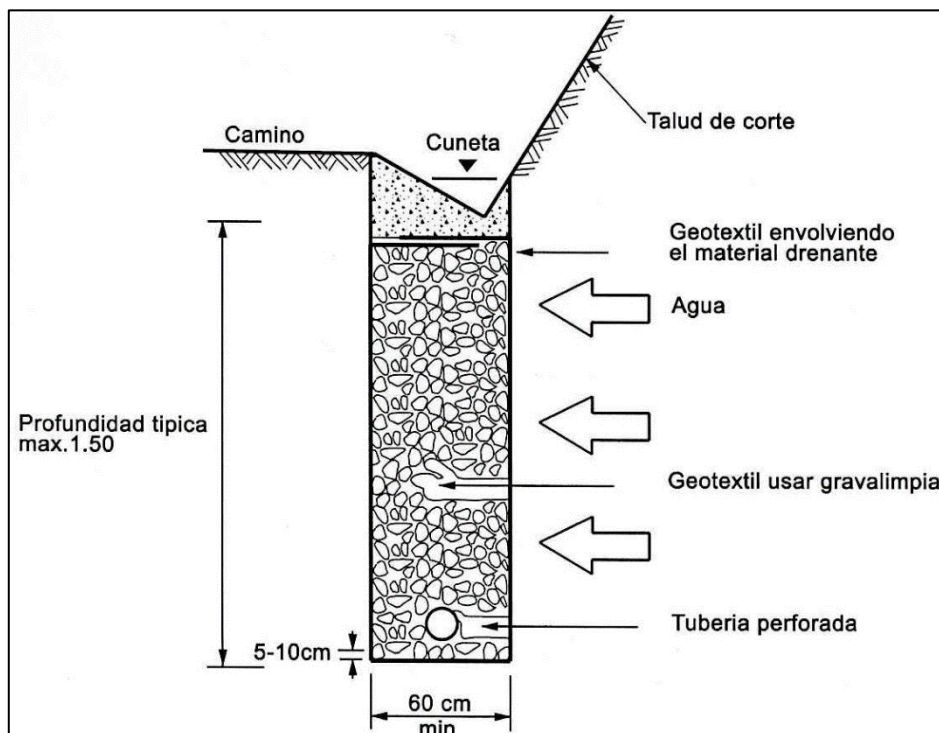


Ilustración 29 Sección tipo para subdren

En la vía se detectó la necesidad de ubicar subdrenes en varios tramos donde existe exceso evidente de humedad y deterioro de la vía existente, especialmente es las zonas que se encuentran construidas con pavimento flexible debido ya que son estas las que tienen problemas de deslizamiento. En general se va a considerar que los subdrenes sean de abatimiento o depresión del nivel freático. Estos subdrenes no consideran una geomembrana en la parte inferior del subdren debido a que las líneas de flujo deben ser interceptadas y no se debe impermeabilizar la zona de evacuación.

La dimensión de estos subdrenes será de 1,50 x 0.60 metros, el material filtrante para rellenar zanjas y para poner debajo, alrededor y sobre los tubos de drenaje, como medio permeable para subdrenes y otros propósitos semejantes, deberá ser roca o piedra triturada y arena dura, limpia y durable, libre de materias orgánicas, terrones de arcilla u otras sustancias inconvenientes. Cuando se utilice geotextiles

para el subdren el material de filtro serán agregados que pasen el tamiz de 3 pulgadas y retenga el tamiz de 1 pulgada.

### **Alcantarillas**

Las alcantarillas son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera.

En la vía se detectó la necesidad de realizar labores de mantenimiento de las alcantarillas. De manera general es necesario la limpieza de la vegetación desarrollada cerca de las estructuras de entrada y salida y la reparación de daños en las estructuras.

La limpieza consistirá en la remoción de materiales extraños, tales como tierra, piedras, hierbas, troncos u otros que obstruyan la entrada, la salida o el interior de la alcantarilla, impidiendo el libre escurrimiento del agua.

Para la alcantarilla azolvada ubicada en el PK 54+320 se va a construir una obra de paso de agua que facilite el cruce transversal de la red de agua, que reemplazará la actual alcantarilla, es decir tendrá la misma sección y longitud.

### **Zanjas de coronación**

Son canales que se construyen para evitar el efecto erosivo del agua de escorrentía sobre los taludes de corte y además reducir la colmatación en las cunetas con sedimentos provenientes de los mismos taludes de corte.

Las zanjas de coronación serán de forma trapezoidal y se ubicarán al filo del escarpe de inicio de talud, las pendientes de estos canales no serán mayores del 2%, con fines de evitar arrastre del material de la zanja de coronación; en caso contrario, si las descargas se realizan por terrenos de fuerte pendiente, estas zanjas deberán ser revestidas con piedra en forma escalonada.

La excavación de estas zanjas se lo realizará a mano y de forma trapezoidal con una profundidad de 0.7m y un ancho de 0.60m en el fondo y sus paredes deberán tener una pendiente de 1H:3V (Ver Ilustración 30 Zanja de coronación)

Las zanjas serán impermeabilizadas mediante geomembrana colocada adecuadamente de manera que no exista pliegues, dobleces, etc. Esta deberá tener un doblés hacia los laterales de la excavación de aproximadamente 0.20m a cada lado, que deberá ser protegida con tierra insitu para protección de la misma y se lo realizará a una profundidad de 0.10m de la superficie del terreno. Finalmente en la zanja se colocará material filtrante que consistirá en material aluvial de rechazo de tamaño entre 4" y 7" dispuesto de manera uniforme y acomodada.

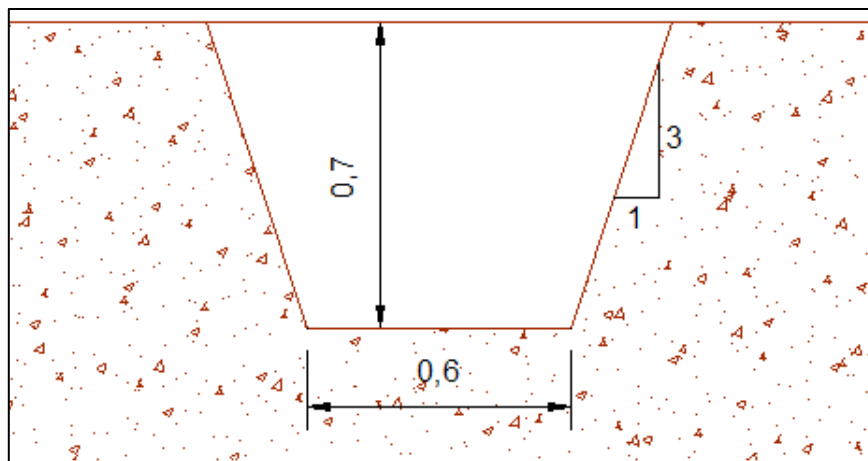


Ilustración 30 Zanja de coronación

### 8.1.2. Taludes

Como se mencionó anteriormente existen zonas con deslizamientos puntuales en diferentes abscisas.

En los deslizamientos correspondientes a las abscisas 27+800, 40+600, 44+840 al tratarse del mismo problema de saturación se ejecutará el mismo trabajo para cada caso.

Para solucionar el problema se requiere el encausamiento del agua en la parte superior mediante una zanja de coronación, a fin de que el agua no afecte al talud inestable. El problema que presenta es el empuje de la masa de suelo hacia la vía, y la misma está deformándose y presenta fisuras.

Es necesario también descargar peso del talud por lo que se requiere de la construcción de bermas de 3.50m de ancho por el alto que determine la topografía del talud, al menos 6.00 m y la longitud que una los puntos de la periferia del deslizamiento determinadas en obra, además las mismas deben incluir drenaje mediante canales de 0.70m de alto por 0,70m de ancho a lo largo de la berma y apegadas al talud con una pendiente mínima del 2% hacia los cauces naturales, luego serán impermeabilizadas mediante geomembrana de 5mm de espesor que deberá recubrir las paredes laterales y el fondo del canal, se procede con la colocación de tubería ranurada para dren de 160mm de espesor, luego en este será colocado el material filtrante constituido por piedra de río de rechazo entre 3" y 5" de diámetro y será recubierta su parte superior mediante geotextil que empalmará con traslapes de al menos 20 cm con la geomembrana y sobre esta se recubrirá de material insitu para protección de la geomembrana en un espesor de 15 cm. La inclinación de la berma hacia el talud será de 5% y re vegetada para evitar erosión.

Una vez estabilizada la zona y en caso de ser necesario se puede hacer la construcción de un muro de gaviones para contener el material que podría estar aún afectado por la humedad.



### **PK 45+000**

Para solucionar el problema se requiere de un subdrén al costado de la vía para captar el agua proveniente del talud superior, el mismo es de 3.5 m de profundidad y de 0.7m de ancho, a lo largo de todo el sitio crítico y desfogando en la quebrada grande existente en el lugar.

En la parte del material de escombros se realizará un terraceo para descargar el peso en la parte superior de este deslizamiento rotacional y depositarlo en la parte inferior del mismo como elemento estabilizador pero compactado, de igual manera con la intervención de la maquinaria pesada se compactarán las 3 bermas a construirse, mimas que tendrán un ancho de berma de 6.5m y un alto de 6.00m por todo el ancho de la escombrera, además las mismas deben incluir drenaje mediante canales de 0.70m de alto por 0,70m de ancho a lo largo de toda la bermas y apegadas al talud con una pendiente mínima del 2% hacia los cauces naturales, luego serán impermeabilizadas mediante geomembrana de 5mm de espesor que deberá recubrir las paredes laterales y el fondo del canal, no se requiere de tubería perforada para este drenaje en las bermas pero si para el subdrenaje en la vía, luego en este será colocado el material filtrante constituido por piedra de rio de rechazo entre 3" y 6" de diámetro y será recubierta su parte superior mediante geotextil que empalmará con traslapes de al menos 20 cm con la geomembrana y sobre esta se recubrirá de material insitu para protección de la geomembrana en un espesor de 15 cm. La inclinación de la berma hacia el talud será de 5% y re vegetada para evitar erosión.

### **PK 53+440**

Ya que este se debe a la saturación del material debido a la existencia de una fuente de agua en la parte superior del talud que no es captada sino más bien desviada para ocupar como riego de viveros implantados en la zona, es fundamental el captar el agua de esta fuente y conducirla hacia la alcantarilla existente en el sitio, esta agua no deberá ser ocupada ni desviada para riego, puesto que el sitio es inestable y no puede destinarse para siembra, esta actividad debe ser suspendida inmediatamente, de lo contrario el sitio continuará deslizándose conjuntamente con la vía.

Es necesario también construir un subdrén al costado de la vía que da al talud superior con el fin de captar el agua subsuperficial y mantener seca la subrasante de la vía, este subdrén debe tener las siguientes dimensiones: 3.50m de profundidad, por 0.70m de ancho y el largo de la zona afectada, se debe realizar también una limpieza de la alcantarilla existente.

El subdrén deberá ser impermeabilizadas mediante geomembrana de 5mm de espesor que deberá recubrir las paredes laterales y el fondo del canal, se procede con la colocación de tubería ranurada para dren de 160mm de espesor, luego en este será colocado el material filtrante constituido por piedra de rio como rechazo entre 3" y 6" de diámetro y será recubierta su parte superior mediante geotextil que empalmará con traslapes de al menos 20 cm con la geomembrana y sobre

esta se recubrirá de material insitu para protección de la geomembrana en un espesor de 15 cm

### **8.1.3. Calzada**

Para conocer las condiciones que el pavimento existente tendrá dentro de un período de diseño de 5 años después de entrar en servicio posterior a su rehabilitación, es decir hasta el año 2020, se ha evaluado sus condiciones actuales y se ha diseñado el recrecimiento a fin de soportar de manera adecuada el tráfico que demandará la carretera. Ver *Anexo 3: Estudio de tráfico y sobrecarpeta*.

Se va a realizar una reparación de la calzada en las zonas que requeridas y se colocará una carpeta asfáltica de refuerzo según lo que se indica a continuación.

#### **8.1.3.1. Reparación de las zonas afectadas**

##### **Pavimentos de hormigón**

Para la rehabilitación estructural de la capa de rodadura lo primero que se hará será una eliminación y reposición del pavimento de hormigón que se encuentre en malas condiciones estructurales.

Se realizara la reparación del pavimento de hormigón hidráulico en las zonas que existan problemas:

##### ***Reparación en todo el espesor de la losa***

Según la Normativa Ecuatoriana, se deberá reemplazar las partes que se encuentren deterioradas, como mínimo se debe abarcar el ancho de un carril y no tener menos de 0.5 m en sentido longitudinal. En el caso de que el reemplazo afecta un área delimitada por juntas de contracción, en ellas se deberá instalar barras de traspaso de cargas, en este caso la longitud mínima por reponer será de 1.8 m.

El procedimiento se utilizará para reparar losas que presenten los siguientes problemas:

- Grietas (transversales, longitudinales o de esquina) que muestren señales de estar trabajando y, por lo tanto, no exista transferencia de cargas entre los trozos.
- Juntas o grietas con saltaduras en las aristas que alcanzan hasta un tercio del espesor de la losa.

La zona que se va a reemplazar debe aislarse completamente del resto del pavimento antes de comenzar a retirarla, y debe asegurarse una transmisión de cargas adecuada cuando la zona por reemplazar queda delimitada por una o más juntas de contracción, y tomar las medidas para que exista una unión monolítica entre el hormigón de reemplazo y el pavimento antiguo no afectado, en los demás casos.

El procedimiento se hará de la siguiente manera:

### **Remoción del Pavimento**

Antes de comenzar con los trabajos debe marcarse claramente el área por remover, respetando las dimensiones mínimas señaladas. En el sentido transversal se harán primeramente dos cortes con sierra, hasta una profundidad equivalente a  $\frac{1}{4}$  del espesor de la losa y unos 150 mm. hacia afuera de la línea que delimita la zona por reemplazar: enseguida por las líneas interiores se cortará con sierra todo el espesor. Por la junta longitudinal y las bermas, los cortes también deberán profundizarse a todo el espesor.

Cuando la zona dañada incluya una juntas de contracción se procurará dejarla en el centro del área a remover y, en todo caso, entre los extremos de las barras de acero de amarren entre losas antiguas y el nuevo hormigón.

Una vez completamente aislada el área por reemplazar se procederá a retirarla, de preferencia levantándola en vez de demolerla. Para levantarla se deben hacer perforaciones para introducir pernos que permitan amarrar una cadena que es levantada con maquinaria, como por ejemplo un cargador frontal. Cualquiera fuere el procedimiento para remover la zona deteriorada, se deberá evitar todo daño a la sub-base y a las losas y bermas adyacentes.

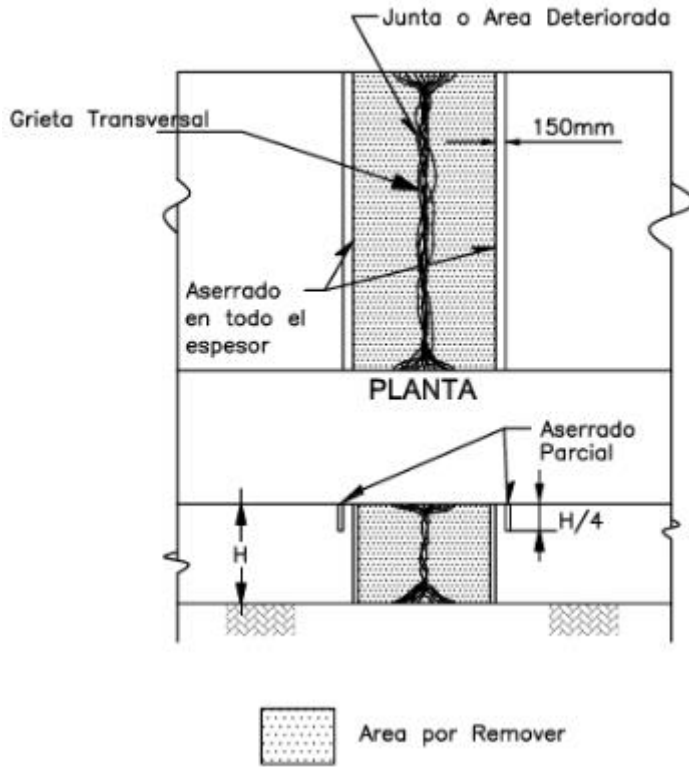
### **Preparación antes de hormigonar**

Si en el proceso de remoción se produce algún daño en la base, esta deberá repararse de manera que quede perfectamente lisa, a la cota que corresponda y compactada correctamente.

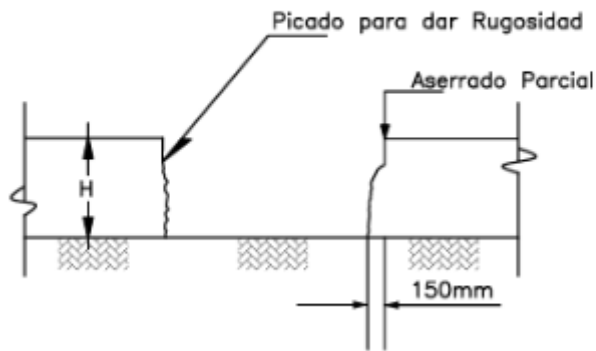
Las caras aserradas de las losas que presenten una superficie lisa deben picarse hasta hacerlas disperejas y rugosas.

En las caras de las losas antiguas, excluyendo el carril adyacente (junta longitudinal), se harán perforaciones horizontales distanciadas cada 600 mm, exceptuando la más cercana al borde externo, la que se ubicará a 500 mm de ese borde. Las perforaciones tendrán 300 mm de largo y el diámetro adecuado para empotrar barras de acero estriadas, de 12 mm de diámetro y 600 mm de longitud; su objetivo es amarrar las losas antiguas con el nuevo hormigón. Para el empotramiento se utilizará una lechada de cemento hidráulico con un aditivo expansor. (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2013a)

a) Remoción del Area por Reparar.-



b) Preparación de las Caras Aserradas.-



c) Barras de Amarre.-

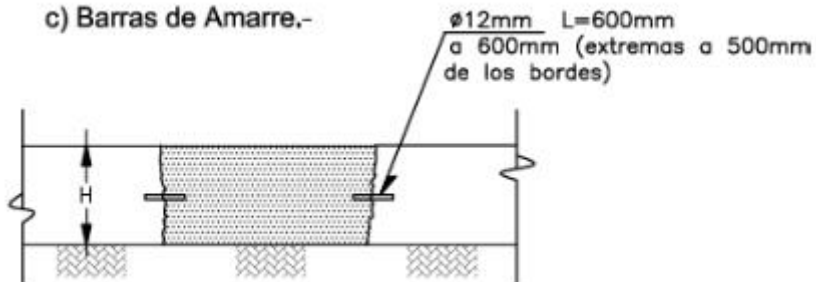


Ilustración 31 Reparación en todo el espesor

### **Hormigonado**

Se utilizará el mismo tipo de hormigón de la vía es decir un hormigón hidráulico con una resistencia a compresión de  $300 \text{ kg/cm}^2$ . Para obtener un parche de buena calidad la colocación y terminación que se le dé al hormigón, incluyendo el vibrado, es crítica. La nivelación debe constatarse mediante una regla de una longitud igual a la de la zona reemplazada más 1 m. Finalmente se dará la textura final a la superficie, así como el correcto curado del hormigón y el aserrado y sello de juntas si corresponde.



*Ilustración 32 Proceso de reparación de losa*

### **Sellado de juntas y grietas**

Mantener selladas las juntas y grietas es fundamental para alcanzar la vida útil esperada para el pavimento.

El procedimiento se realizará de la siguiente manera:

#### **Limpieza**

Las juntas y grietas que contengan restos de sellos antiguos o materias extrañas, deberán limpiarse completa y cuidadosamente en toda su profundidad. Para ello se deberán utilizar sierras, herramientas manuales u otros equipos adecuados que permitan remover el sello o relleno antiguo sin afectar al hormigón.

Una vez removido el sello antiguo se procederá a repasar cuidadosamente barriendo con una escobilla de acero, que asegure la eliminación de cualquier material extraño o suelto. La limpieza deberá terminar con un soplado con aire comprimido con una presión mínima de 120 psi, que elimine todo vestigio de material contaminante, incluso el polvo.

#### **Sellado de juntas**

Las juntas que carezcan de una caja en su parte superior deberán aserrarse para conformar una caja, mínimo de entre 8 mm y 12 mm de ancho y entre 22 y 35 mm de profundidad,

Para el sello de juntas se utilizará un sellador de poliuretano autonivelante MasterSeal y en caso de ser necesario se utilizará cordón.

El cordón o lámina por emplear como respaldo deberá ajustarse a lo recomendado por el fabricante del material sellante, y ser ligeramente más ancho que la junta de manera que ajuste bien. El sellante deberá cubrir el ancho de la caja y quedar entre 4 y 5 mm por debajo de la superficie del pavimento.

### **Sellado de grietas**

Deberán limpiarse de acuerdo a lo especificado y luego biselar los bordes mediante equipo esmerilador u otro aprobado, de manera de formar una cavidad de 6 mm de ancho mínimo. Se sellarán con Techcrete, un sellador de juntas y grietas diseñado para mantener la humedad fuera de la estructura del pavimento y evitar las entradas y la penetración de objetos extraños en la superficie del pavimento.

El espesor del material sellante será como mínimo de 15 mm, cualquiera fuere el ancho superficial de la grieta, y deberá quedar entre 4 y 5 mm por debajo de la superficie del pavimento.

Las juntas y grietas de más de 30 mm de ancho se limpiarán de acuerdo con lo especificado, y se sellarán con una mezcla de arena-emulsión asfáltica siempre que el ancho promedio no exceda los 100 mm, en cuyo caso el sellado se hará con una mezcla en caliente. En ambos casos el espesor del material sellante será como mínimo 20 mm. El relleno deberá quedar de 4 a 5 mm por debajo de la superficie del pavimento.

### **8.1.3.2. Colocación de geomalla**

Para evitar la reflexión de las juntas de dilatación del hormigón así como las grietas que se hayan sellado en la nueva capa de pavimento flexible, se colocará una faja de geomalla de fibra de vidrio de 50cm de ancho, sobre todas las juntas transversales de la losa de hormigón desde el PK 0+000 hasta el PK 51+200.

Entre el PK 51+200 - 56+600 donde se evidencia un deterioro importante del pavimento, así como en los tramos que se detallan en la Tabla 8, en los que ya se ha colocado una sobrecarpeta de pavimento asfáltico anteriormente por parte del MTOP, se colocará la geomalla en la totalidad de la calzada, antes de proceder con la colocación del refuerzo.

**Segmentos de vía con sobrecarpeta pavimento flexible**

Desde	Hasta	Longitud (m)	Ancho de calzada	Área (m <sup>2</sup> )
<b>39+780</b>	39+970	190.00	8.4	1596
<b>40+600</b>	40+670	70.00	7.5	525
<b>42+780</b>	43+540	760.00	7.8	5928
<b>43+540</b>	43+720	180.00	7.8	1404
<b>44+750</b>	44+770	20.00	7.9	158
<b>44+790</b>	44+860	70.00	7.9	553

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

<b>50+890</b>	51+110	220.00	7.9	1738
<b>51+377</b>	51+575	198.00	11.4	2257.2
<b>53+405</b>	53+440	35.00	7.9	276.5

Tabla 8 Segmentos de vía con sobrecarpeta de pavimento flexible

La geomalla de refuerzo que se va a colocar será la FORTGRID ASPHALT de la Empresa Geomatrix S.A., se trata de geomallas biaxiales de poliéster de alta tenacidad (PET), diseñadas para reforzar y controlar el reflejo de agrietamientos en capas de concreto asfáltico. Están impregnadas con un copolímero bituminoso que las hace compatibles con el asfalto y facilitan su adherencia.



Ilustración 33 Ejemplo de colocación de geomalla

La colocación de una geomalla en la interfase entre la capa existente y la nueva capa asfáltica, amplía la capacidad de distribución de esfuerzos para controlar el reflejo de agrietamientos.

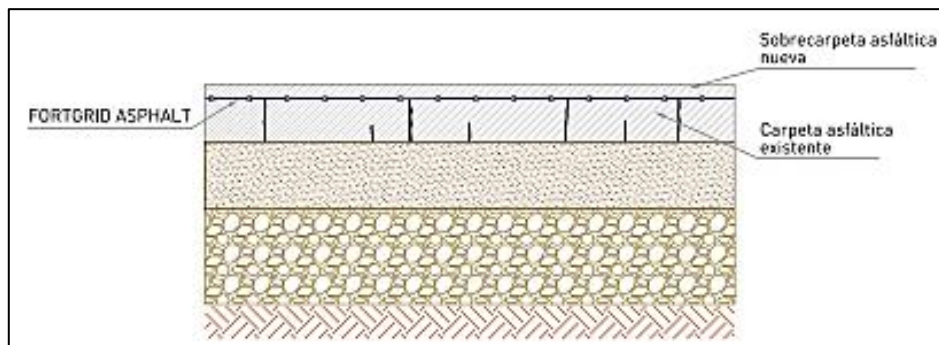


Ilustración 34 Esquema de colocación de geomalla

Fuente: Geomatrix S.A.

Una vez colocada la geomalla en los lugares indicados, se aplicará un riego de adherencia

### **8.1.3.3. Colocación del pavimento flexible**

En todos los casos, la sobrecarpeta debe cubrir las tres juntas longitudinales del pavimento existente.



Las fuentes de materiales corresponden a los aluviales del río Jubones.

Sobre la zona pavimentada con hormigón, se colocará una capa de pavimento flexible de 12 cm de espesor en el tramo Cuenca – Tee de Cumbe y de 10 cm en los tramos Tee de Cumbe – Tee de Girón, y Tee de Girón – Léntag.

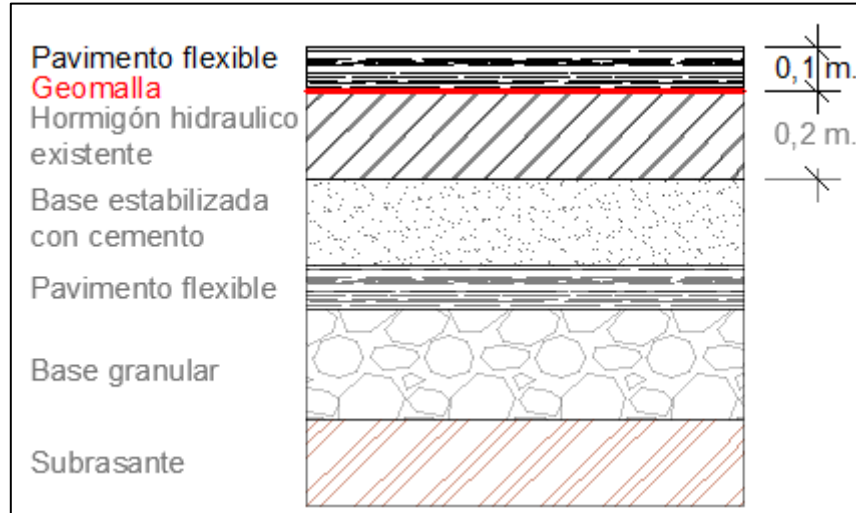


Ilustración 35 Capa de pavimento flexible sobre estructura existente

En los tramos que están constituidos por pavimento flexible y que se encuentran ubicados dentro de las zonas inestables se reconstruirá toda la estructura del firme, realizará la remoción del material existente, hasta una profundidad de 1.00 m, luego se colocará un geotextil que impermeabilice el material y evitar el lavado de finos, se realizara posteriormente un relleno de 55 cm. con material de mejoramiento para llegar a la cota requerida, luego la estructura de pavimento flexible estará compuesta por: 25 cm. de subbase, 20 cm. de base, se colocará la geomalla de fibra de vidrio con un riego de adherencia y finalmente una carpeta asfáltica de 10 cm. de espesor.

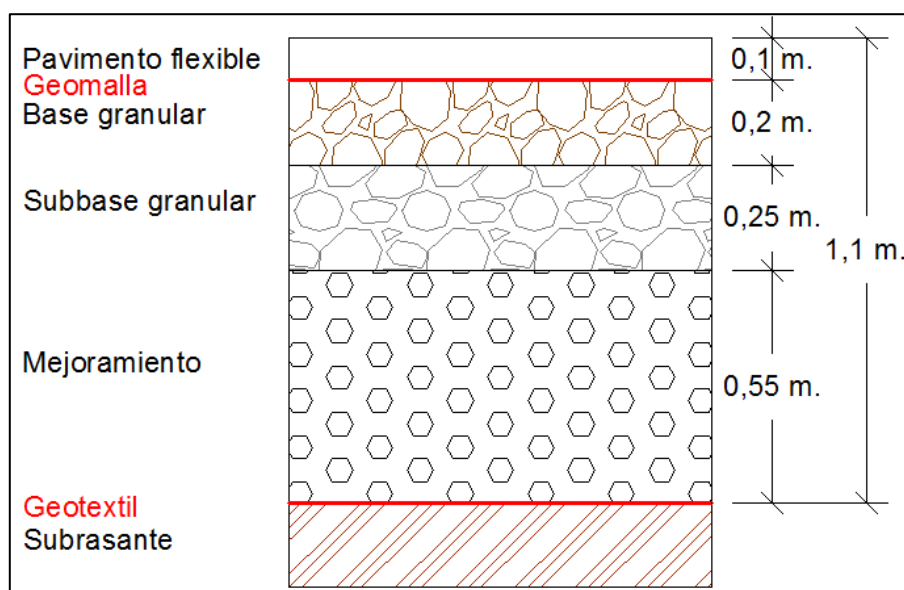


Ilustración 36 Nueva estructura de reposición con pavimento flexible

#### **8.1.4. Señalización**

Tanto la señalización horizontal como la vertical, son elementos indispensables para la seguridad de la carretera. En esta carretera en particular cumplen una función importante en la seguridad de la misma ya que es una carretera que está sujeta continuamente a un clima adverso con mucha neblina y lluvia sobre todo en horas de la tarde y noche.

Debido al hecho de que se va a colocar una sobrecarpeta a lo largo de la carretera se deberá restituir la señalización horizontal por completo, según la normativa vigente; en cambio la señalización vertical debe ser reparada o reemplazada debido a daños que presentan ya que toda la vía presenta la señalización vertical según la norma.

En Ecuador contamos con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1:2011 del Instituto Ecuatoriano de Normalización sobre Señalización Vial publicado en el Registro Oficial No. 207 de octubre de 2011.

##### **8.1.4.1. Señalización Horizontal**

La señalización horizontal se emplea para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. Pueden utilizarse solas y/o junto a otros dispositivos de señalización. En algunas situaciones, son el único y/o más eficaz dispositivo para comunicar instrucciones a los conductores. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011).

Las características mínimas de los materiales es que se realice con pintura de tráfico termoplástica con microesferas de vidrio, el espesor mínimo será de 250 micras en seco.

La señalización horizontal se clasifica en:

- Líneas Longitudinales
- Líneas Transversales
- Símbolos y Leyendas
- Otras señalizaciones

Ya que la carretera en cuestión es una carretera convencional de un carril por sentido, la señalización horizontal será la siguiente:

##### **a) Líneas longitudinales**

Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

##### **Características**

*Mensaje:* Además de separar y delinear calzadas o carriles, las líneas longitudinales, dependiendo de su forma y color, señalan los sectores donde se

permite o prohíbe adelantar, virar a la izquierda, virar en "U" o donde se prohíbe estacionar.

*Forma.* Las líneas longitudinales pueden ser continuas, segmentadas o zig zag. Las continuas y en zig zag indican sectores donde está prohibido estacionar o efectuar las maniobras de rebasamiento y giros, y las segmentadas, donde dichas maniobras están permitidas.

*Colores.* Los colores de las señalizaciones de pavimento longitudinales deben ser conforme a los siguientes conceptos básicos:

- Líneas amarillas: Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas y restricciones
- Líneas blancas: Borde derecho del carril.

*Dimensiones.* Anchos y patrones de señalizaciones en pavimentos de las líneas longitudinales deben ser:

- El ancho de una línea es de 150 mm.
- Doble línea continua (línea de barrera). Consiste de dos líneas continuas de color amarillo, separadas por un espacio igual al ancho de la línea a utilizarse, prohíbe el cruce o rebasamiento.
- Una línea segmentada. Consiste de segmentos pintados separados por espacios sin pintar; e indica una condición permisiva, donde se puede rebasar.
- Las líneas segmentadas pueden ser adyacentes o pueden extender las líneas continuas.

***Líneas de separación de flujos opuestos.*** Serán siempre de color amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos. Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas.

Para aumentar su eficacia, cuando las condiciones geométricas y/o climáticas de la vía en un sector determinado sean desfavorables, las líneas de separación de flujos opuestos deben ser reforzadas con señalización complementaria como tacha.

Las líneas de separación de flujos opuestos pueden ser: simples o dobles; y, además pueden ser continuas, segmentadas o mixtas.

- **Doble línea continua:** Las líneas de separación de carriles de circulación opuesta continuas dobles consisten en dos líneas amarillas paralelas, de un ancho de 150 mm con tachas a los costados, separadas por un espacio de 150 mm. Ver Ilustración 37 Doble línea continua

La señalización complementaria debe ser de color amarillo bidireccional e instalarse a los costados de líneas continuas manteniendo una distancia uniforme entre ellas.

- **Doble línea mixta:** Consisten en dos líneas amarillas paralelas, una continua y la otra segmentada, de un ancho de 150 mm cada una, separadas por un espacio de 150 mm. Los vehículos siempre que exista seguridad pueden cruzar desde la línea segmentada para realizar rebasamientos; es prohibido cruzar desde la línea continua para realizar rebasamientos. Ilustración 38 Doble línea mixta

La señalización complementaria debe contar con elementos retroreflectivos bidireccionales amarillos ubicados al costado de la línea segmentada, y elementos unidireccionales amarillos, ubicados al costado de la línea continua.

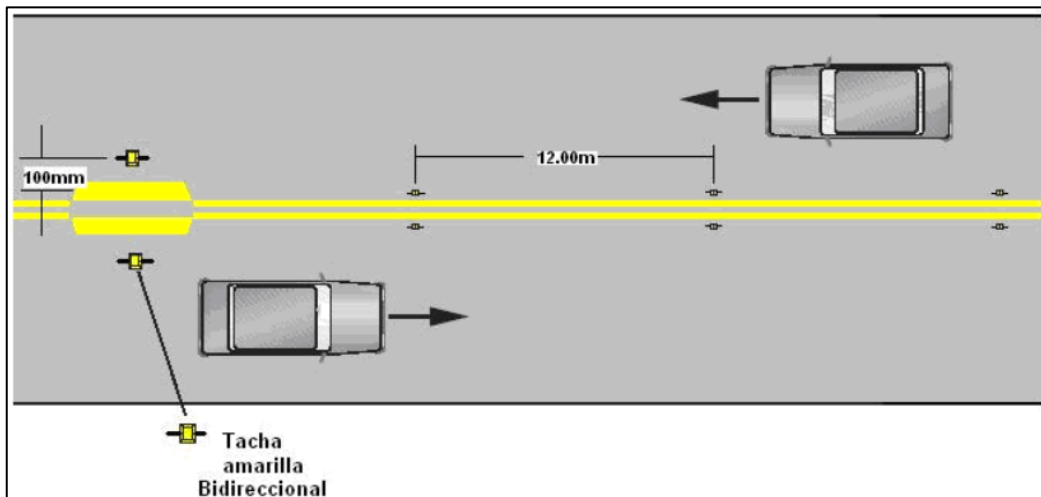


Ilustración 37 Doble línea continua

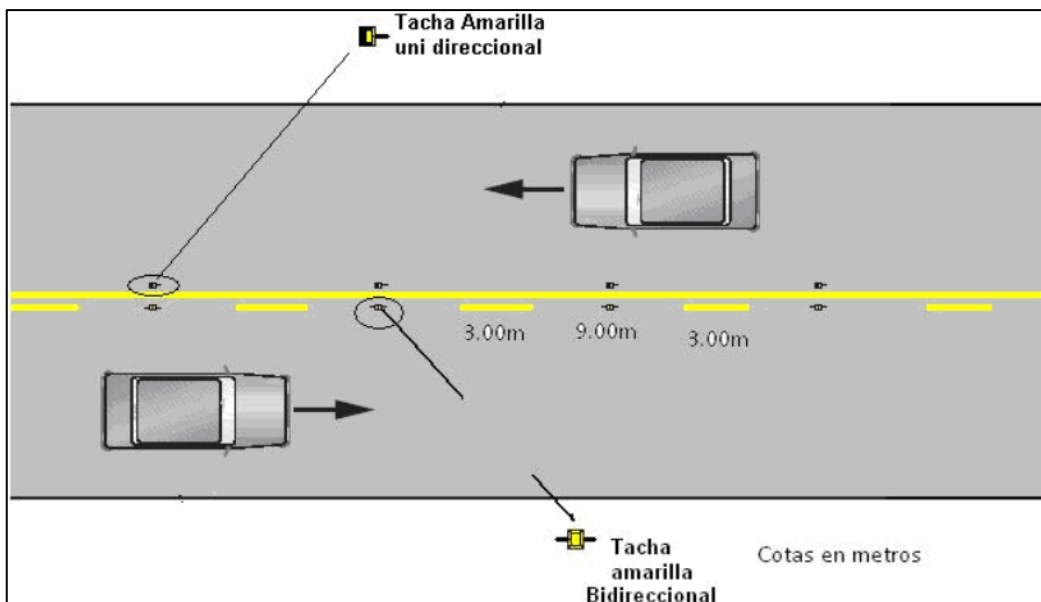


Ilustración 38 Doble línea mixta

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

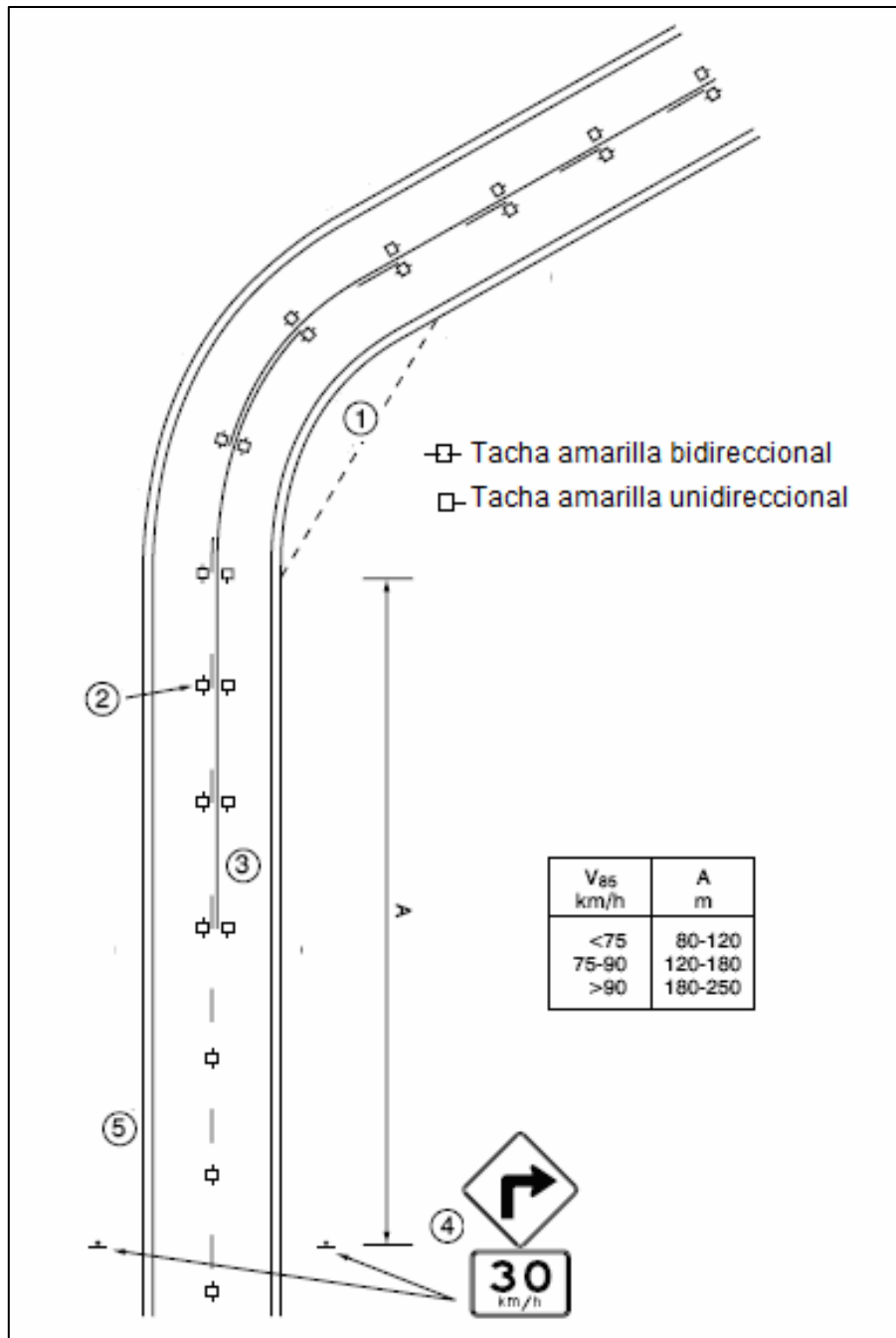


Ilustración 39 Líneas de separación mixtas

Notas:

1. Siempre que sea posible, debe mejorarse la visibilidad en la curva
2. Para complementar a las líneas de separación, debe utilizarse marcadores de pavimento retroreflectivos
3. Si es necesario se debe demarcar zonas de no rebasar
4. La señal preventiva de curva y de velocidad recomendada puede duplicarse al lado izquierdo de la vía

5. Si se demarcan líneas de borde, estas pueden ser complementadas con marcadores de pavimento retroreflectivos

Las zonas de NO REBASAR deben ser establecidas en todos aquellos sitios en los que exista una distancia de visibilidad de rebasamiento menor a la distancia de rebasamiento mínimo. Para una carretera con una velocidad de diseño de 80 km/h la distancia mínima de rebasamiento, ( $D_a$ ) según la Norma Ecuatoriana, es de 290 metros.

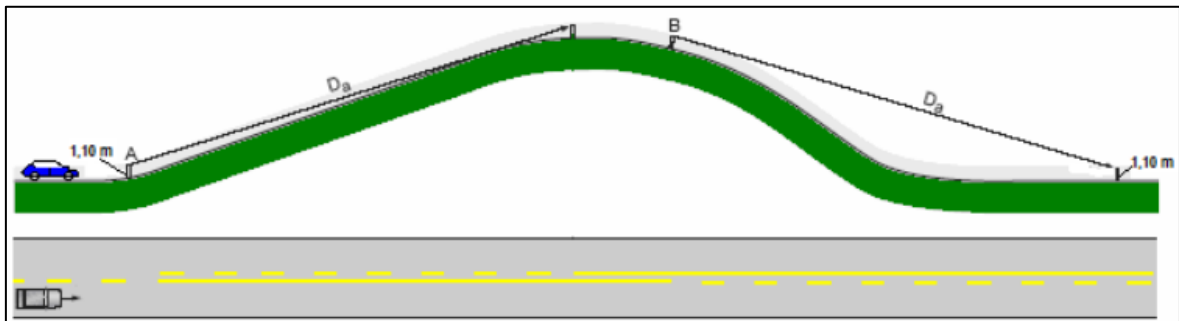


Ilustración 40 Zona de NO REBASAR

En ningún caso la extensión de un tramo con prohibición de rebasamiento debe ser inferior a 150 m. Cuando dicha distancia resulta menor, la señalización continua faltante debe agregarse al inicio de la zona para completar 150 m. De igual manera, entre dos zonas de rebasamiento prohibido deben existir al menos 120 m, si esta distancia resulta menor se debe prolongar la línea doble continua, uniendo ambas zonas.

#### **Líneas de borde de calzada.**

Estas líneas indican a los conductores, especialmente en condiciones de visibilidad reducida, donde se encuentra el borde de la calzada, lo que les permite posicionarse correctamente respecto de éste. Cuando un conductor es encandilado por un vehículo que transita en el sentido contrario, estas señalizaciones son la única orientación con que aquél cuenta, por lo que son imprescindibles en carreteras.

Las líneas de borde de calzada serán blancas y se ubicarán en el borde del carril, nunca fuera de ella.

- **Líneas de borde de calzada continuas.** Estas líneas continuas son las más usadas para señalar el borde de la calzada; su ancho será de 150 mm.

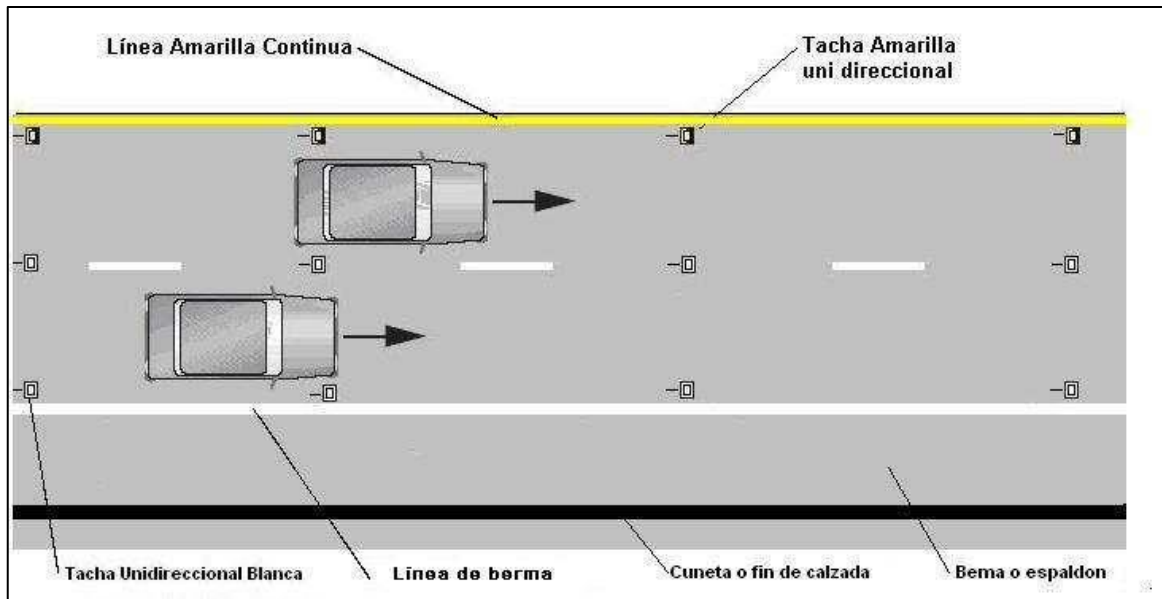


Ilustración 41 Líneas continuas de borde, con espaldón o berma

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

## b) Líneas Transversales

Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

### Características

*Mensaje.* Además de señalar el lugar más cercano a una intersección, a un paso para peatones o a un cruce de ciclistas, donde los vehículos deben detenerse, indican la prioridad de cruce de los peatones sobre los vehículos motorizados.

*Forma.* Las líneas transversales se demarcan a través de las calzadas, pueden ser continuas y/o segmentadas.

*Color.* La señalización de líneas transversales es blanca.

Se utilizará las líneas de ceda el paso en la rotonda ubicada en la *tee de cumbe* en el Pk 15+000 de la carretera como se puede observar en la Ilustración 42 Líneas de ceda el paso en rotonda.



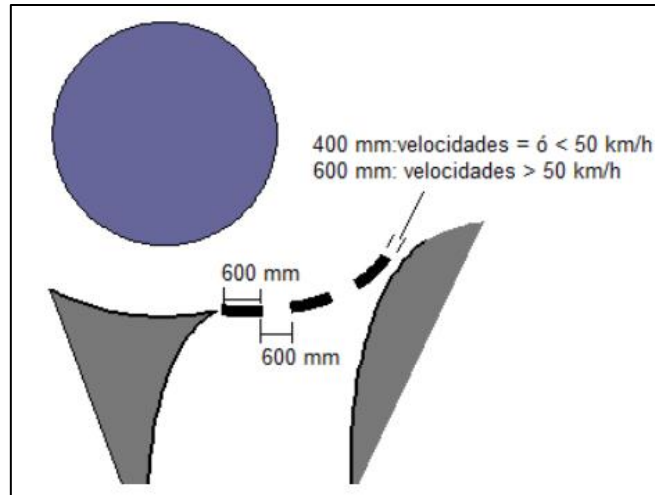


Ilustración 42 Líneas de ceda el paso en rotonda

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

**Líneas logarítmicas.** Son líneas blancas continuas transversales señalizadas sucesivamente sobre la calzada, perpendiculares al eje de la vía, con un ancho de 200 mm en vías urbanas y 400 mm en vías perimetrales y rurales; los espaciamientos son variables en escala semilogarítmica, obteniéndose un efecto de percepción visual, cuya función es inducir a los conductores a reducir la velocidad de circulación.

Se ubican en todos aquellos lugares que por condiciones especiales como distancia de visibilidad y distancia de paradas inadecuadas, requieran la reducción de velocidad en aproximaciones a sitios como: zonas pobladas, semáforos, redondeles, colegios, intersecciones, etc.

Estas se demarcan sobre la calzada a espaciamiento variable en escala semilogarítmica, localizándose la primera línea (X1) a 35 metros del objetivo de la señalización y las demás de la serie a las distancias establecidas en la tabla de longitudes establecida técnicamente.

**Para  $v > 50 \text{ km/h}$ .**

X0	0	INICIO DE ZONA	
X1	35,00	X10	88,50
X2	38,50	X11	99,50
X3	42,00	X12	110,50
X4	45,50	X13	125,50
X5	51,00	X14	140,50
X6	56,50	X15	158,50
X7	63,50	X16	176,50
X8	70,50	X17	195,50
X9	79,50	X18	215,00

Tabla 9 Escala semilogarítmica para señalización

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

Esta señalización se utilizará en el acceso a la zona de Girón y en los puntos que se tienen visibilidad reducida y la llegada a una intersección.

### c) Reductores de velocidad.

Son elementos que sirven para disminuir la velocidad de diseño y/o operación a velocidades más bajas y seguras, para proteger a los peatones, sin llegar a la detención o parada total del vehículo; también para desincentivar la utilización de ciertas vías por seguridad.

Se utilizarán para esta carretera los de tipo resalto en la zona poblada y en la intersección ubicada en el Pk. 34+400, con las siguientes características:

- La construcción de estos se debe realizar a todo lo ancho de la calzada, considerando una distancia para el canal de drenaje.
- Debe ser construido donde exista alumbrado público.
- La señalización de reductores de velocidad se realizará en todo el elemento de color amarillo, con dos triángulos continuos de color blanco retroreflectivo, sobre las dos pendientes del resalto, y de forma complementaria como se muestra en la *Ilustración 44 Señalización complementaria para reductores de velocidad*.
- Dimensiones. El resalto debe tener las siguientes dimensiones:
  - Ancho: 3,50 m 3,70 m
  - Altura: 80 mm a 100 mm con respecto a la calzada
  - Largo: depende del ancho de la calzada.
  - Pendiente máxima de ingreso y salida: 8%
- Materiales: Se debe utilizar el mismo con el que se construya la calzada.

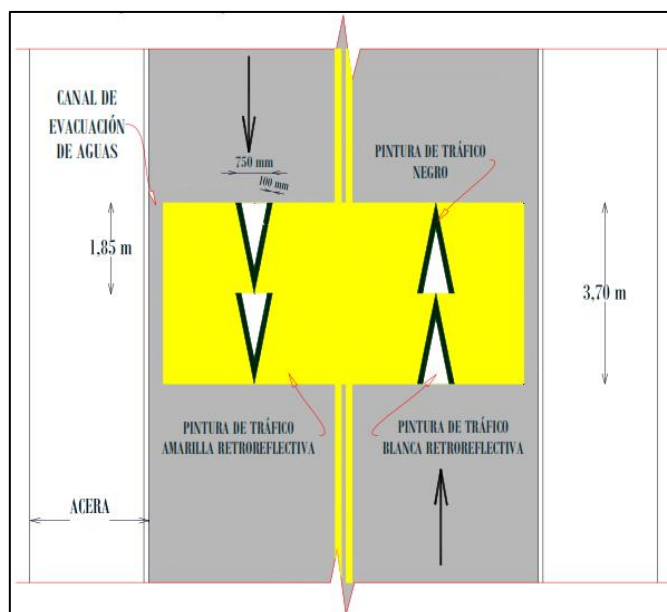


Ilustración 43 Detalles resalto

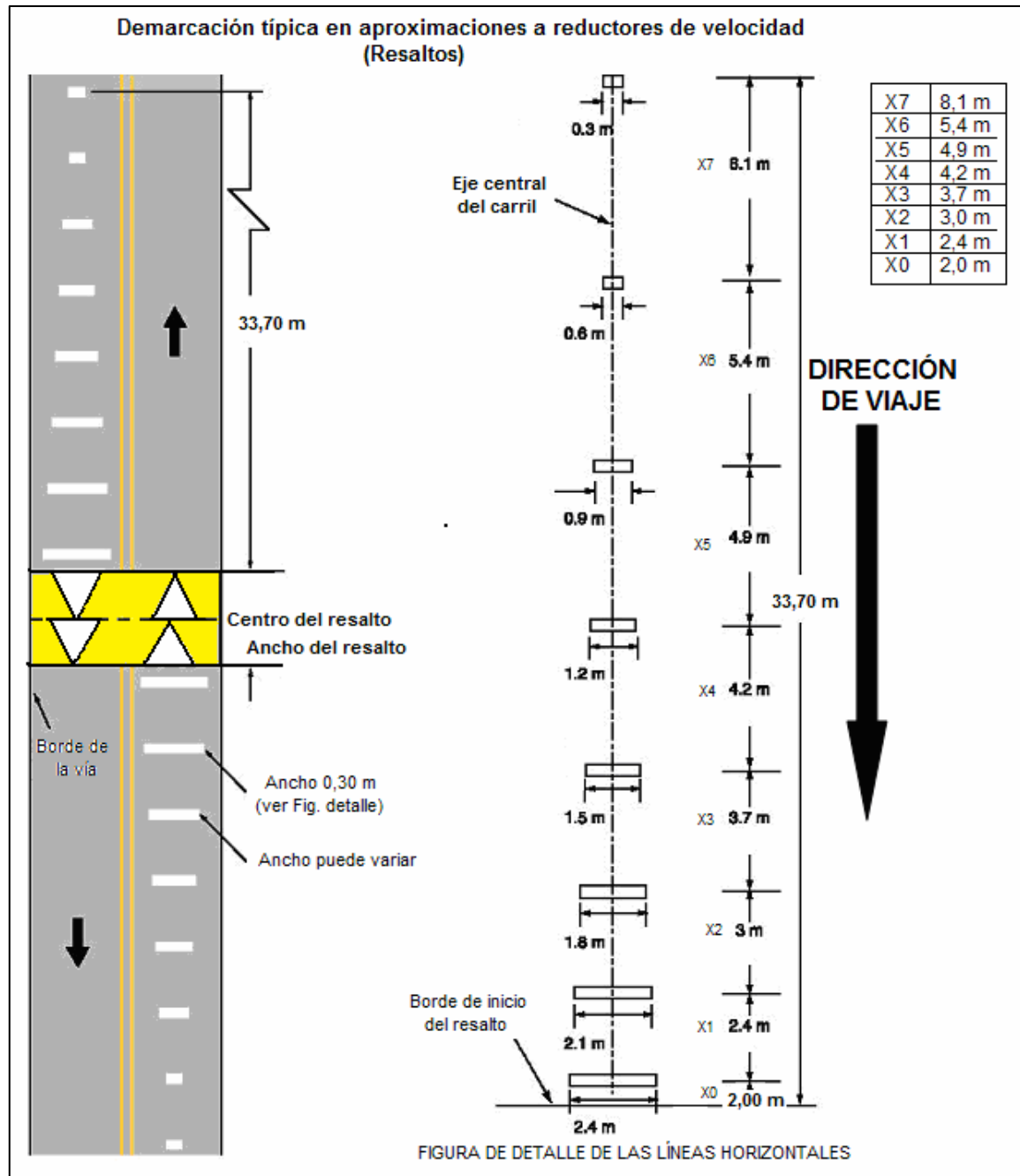


Ilustración 44 Señalización complementaria para reductores de velocidad

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2011)

#### 8.1.4.2. Señalización Vertical

Se incluyen en este apartado los criterios de implantación, situación y dimensiones de las señales, carteles y paneles complementarios empleados.

De manera general los criterios adoptados para la ubicación de las principales señales se indican a continuación:

**Señales regulatorias (código R):** informan a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones,

obligaciones y autorizaciones existentes, cuyo incumplimiento constituye una infracción a la Ley y Reglamento de tránsito.

Se han utilizado las siguientes señales:

R1-1: “PARE”, en las intersecciones de los viales transversales con las vías de acceso particulares. Irá acompañada de la señalización horizontal “línea de pare”.

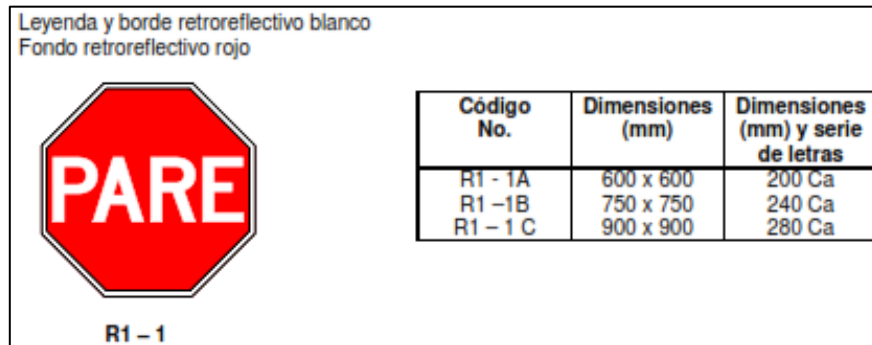


Ilustración 45 Señal de PARE

R4-1 “LÍMITE MÁXIMO DE VELOCIDAD”, en las zonas en las que la velocidad se limite a una velocidad distinta a la velocidad de la vía.

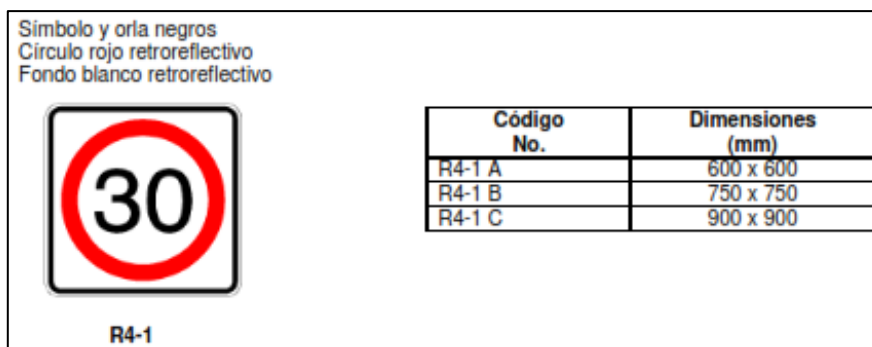


Ilustración 46 Señal de LIMITE MAXIMO DE VELOCIDAD

R4-4: “REDUZCA LA VELOCIDAD”, Esta señal debe utilizarse en sitios donde la velocidad de aproximación es alta y se requiere la reducción de la velocidad de circulación por una probable detención más adelante. Debe ser complementada con una señal preventiva, que indique el porqué es requerido la reducción en la velocidad.



Ilustración 47 Señal de REDUZCA LA VELOCIDAD

**Señales preventivas (código P):** advierten los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes a la misma.

Se han utilizado las siguientes señales:

P2-5 “EMPALME LATERAL”, para prevenir y anunciar al conductor de la existencia de una intersección en el tronco.

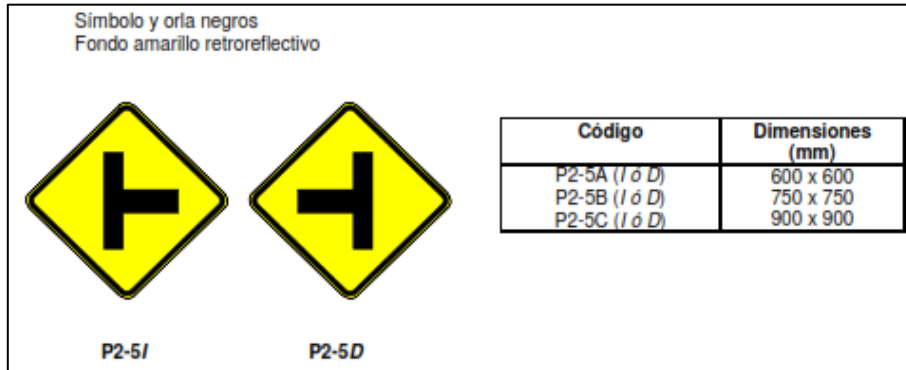


Ilustración 48 Señal de EMPALME LATERAL

### Señales especiales delineadoras (código D)

D1 “POSTES DELINEADORES DE VÍA”: estos dispositivos definen los bordes de la vía, para indicar los límites laterales del uso seguro de la calzada, e indican el alineamiento que tiene la vía más adelante, especialmente en las curvas horizontales y verticales.

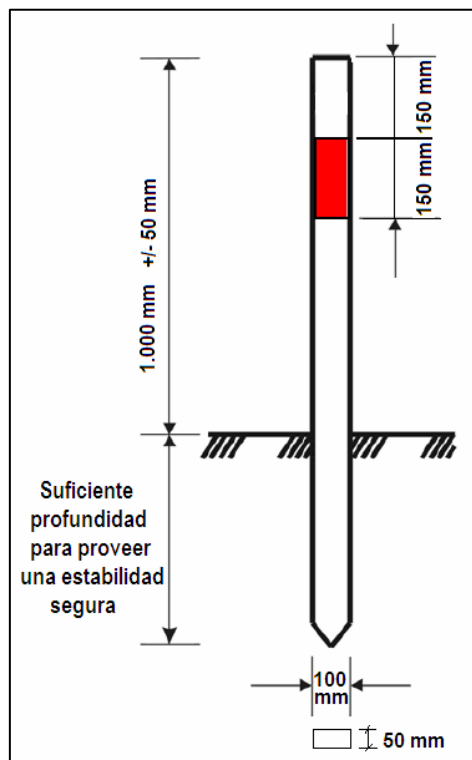


Ilustración 49 Postes delineadores de vía

La separación de los delineadores será variable en función de los parámetros de trazado, tráfico, condiciones de visibilidad, en rectas de áreas sujetas a neblina, el espaciamento puede ser de 60 m. y en curvas según la Tabla 10 Espaciamento para postes delineadores en curvas

Radio de la curva (1) m	Espaciamento m	
	Parte exterior de la curva	Parte interior de la curva (2)
< 100	6	12
100 - 199	10	20
200 - 299	15	30
300 - 399	20	40
400 - 599	30	60
600 - 799	40	60
800 - 1199	60	60
1200 - 2000	90 (3)	90 (3)
> 2000 y rectas	150 (3)	150 (3)

Tabla 10 Espaciamento para postes delineadores en curvas

Los postes deben ser de 100 mm x 50 mm y pintados con color blanco, instalados verticalmente, de tal forma que el tope del mismo quede a 1,00m sobre el nivel de la superficie de la calzada adyacente.

#### 8.1.5. Accesos

Al tratarse de accesos a caminos particulares y que tienen poca intensidad de tráfico, lo único que se manejará será la implementación de señalización con el objeto de ordenar los cruces y evitar así accidentes de mayor envergadura.

En el caso de los accesos con pendiente hacia la carretera, se realizará un doble tratamiento superficial bituminoso en los primeros 500 metros del acceso para evitar que en los eventos de lluvia ingrese el material suelto sobre la calzada.

#### 8.1.6. Barreras de Seguridad

Las barreras de seguridad son dispositivos instalados en los de la carretera cuya finalidad es proporcionar un cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control, de forma que se eviten choques con obstáculos situados fuera de la calzada, caídas por pendientes pronunciadas o invasión de otras vías y de esa forma se disminuya la severidad del accidente.

Atendiendo a las necesidades de esta carretera, se dispondrá de barreras de seguridad tipo biondas metálicas de borde de calzada al lado exterior de la curva de radio menor a 1500 m

En esta carretera existen zonas en donde se han instalado ya este tipo de barreras sin embargo no se han considerado los aditamentos necesarios para los motociclistas, ya que para este grupo de usuarios se deben considerar unos aspectos particulares en el diseño de estos guardavías especialmente en los lugares recurrentes de accidentes.

La Norma Española a través del Ministerio de Fomento en la Orden FOM/2523/2014 incluye la implantación de barreras de seguridad, pretiles y sistemas de protección de motociclistas, aquellos específicamente diseñados para reducir las consecuencias del impacto del motociclista contra el sistema de contención o bien para evitar su paso a través de ellos

La idea es reforzar la barrera de seguridad convencional con un faldón inferior que absorba el impacto del motociclista en caso de colisión y evitar que éste se cuele por debajo de la barrera.

Las barandas metálicas serán de tipo BMSNA2, colocada la plancha de arriba a una altura mínima de 70 cm en su borde superior con una tolerancia de hasta 5 cm por encima, la segunda debe estar 10 cm por debajo de ésta.



*Ilustración 50 Refuerzo de barreras de seguridad*

### **8.1.7. Curvas horizontales**

En el caso de la curva de mayor peligrosidad, ubicada en el Pk. 31+500, lo primero que se hará es mejorar la señalización en el tramo anterior reduciendo el límite de velocidad y advirtiendo de la curva que viene a continuación. Además se colocara en la zona de frenado y en la curva una superficie de alta fricción de manera que se pueda reducir la distancia de frenado ante un incidente sobretodo en caso de que la calzada se encuentre mojada.

Se delimitará el área sobre la cual se colocará esta lechada, se prepara la superficie limpiándola para que quede libre de cualquier suciedad y se aplica la resina, colocamos el material que está formado por áridos tratados de muy alta resistencia al pulimento y por ultimo cuando esté seco se barre el exceso de árido. La lechada además será de color rojo para indicar “peligro”.



## 8.2. Valoración económica

La determinación del presupuesto se ha realizado a partir de las cantidades de obra determinadas para la rehabilitación total de la carretera en base a los parámetros anteriormente mencionados y en base a los análisis de precios unitarios que se manejan en el Ecuador.

<b>REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA CUENCA - LÉNTAG - 55.6 KILÓMETROS</b>					
<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.Unitario</b>	<b>P.Total</b>
<b>1</b>	<b>REPARACIONES EN PAVIMENTO EXISTENTE</b>				<b>2,316,710.66</b>
1.01	Pavimento Hormigón de cemento Portland 350 kg/cm <sup>2</sup> , 4.5 Mpa	m <sup>3</sup>	3,753.00	290.01	1,088,407.53
1.02	Ensanche y sello de fisuras (con poliuretano)	m	2,780.00	6.44	17,903.20
1.03	Sello de fisuras (con techcrete)	m	139	186.06	25,862.34
1.04	Juntas simuladas	m	23,828.68	1.26	30,024.14
1.05	Malla electrosoldada	m <sup>2</sup>	10	7.41	74.10
1.06	Corte y Sellado de juntas	ml	132,460.66	2.12	280,816.60
1.07	Corte y Sellado de juntas con emulsión y polímeros	ml	132,460.66	3.49	462,287.70
1.08	Relleno tras cunetas	m <sup>3</sup>	10,008.00	2.99	29,923.92
1.09	Transporte de material de relleno tras cunetas (Mina Tiburón)	m <sup>3</sup> -km	740,592.00	0.28	207,365.76
1.1	Remoción de losas de hormigón	m <sup>3</sup>	4,691.25	37.10	174,045.38
<b>2</b>	<b>SOBRECARPETA</b>				<b>15,006,786.42</b>
2.01	Capa de rodadura de hormigon asfaltico mezclado en planta de 10 cm de espesor para calzada	m <sup>2</sup>	462,733.59	16.11	7,454,638.12
2.02	Capa de rodadura de hormigon asfaltico mezclado en planta de 12 cm de espesor para calzada	m <sup>2</sup>	117,600.00	19.31	2,270,856.00
2.03	Asfalto MC para imprimación	lt	1,597,611.53	0.79	1,262,113.11
2.04	Sistema de refuerzo intermedio Tipo Glas grid-Tensar de 100KN/m de resistencia a la tensión transversal y longitudinal	m <sup>2</sup>	523,906.60	7.25	3,798,322.82
2.05	Geomalla biaxial EGB2	m <sup>2</sup>	8,107.50	4.86	39,402.45
2.06	Geotextil NT 2000	m <sup>2</sup>	8,107.50	1.80	14,593.50
2.07	Bacheo asfáltico menor	m <sup>3</sup>	770	133.99	103,172.30
2.08	Sellado de fisuras superficiales	m	2,780.00	0.68	1,890.40
2.09	Bacheo asfáltico mayor	m <sup>3</sup>	330	131.84	43,507.20
2.1	Fresado de pavimento asfáltico	m <sup>3</sup>	1,621.50	11.28	18,290.52
<b>3</b>	<b>BASES - SUBBASES - MEJORAMIENTO</b>				<b>215,223.33</b>
3.01	Base clase I	m <sup>3</sup>	6,900.00	16.51	113,919.00
3.02	Subbase clase 3	m <sup>3</sup>	1,621.50	15.21	24,663.02
3.03	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado	m <sup>3</sup>	4,053.75	6.35	25,741.31
3.04	Base reciclada, estabilizada con cemento portland (e=25 y 20 cm)	m <sup>3</sup>	5,000.00	10.18	50,900.00
<b>4</b>	<b>TRANSPORTE</b>				<b>1,909,600.49</b>
4.01	Transporte de material de base (Mina Tiburón)	m <sup>3</sup> -km	145,261.47	0.28	40,673.21
4.02	Transporte de material de subbase (Mina Tiburón)	m <sup>3</sup> -km	534,750.00	0.28	149,730.00
4.03	Transporte de suelo seleccionado para mejoramiento de la subrasante (Mina Tiburón)	m <sup>3</sup> -km	242,102.46	0.28	67,788.69

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

<b>REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA CUENCA - LÉNTAG - 55.6 KILÓMETROS</b>					
<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.Unitario</b>	<b>P.Total</b>
4.04	Transporte de material para capa de rodadura (Mina Tiburón)	m3-km	5,439,582.19	0.28	1,523,083.01
4.05	Transporte de material de excavación (Transporte libre 500m)	m3-km	458,305.65	0.28	128,325.58
<b>5</b>	<b>SEGURIDAD VIAL</b>				<b>2,638,223.23</b>
5.01	Señalización Horizontal				
5.01.01	Marcas de pavimento (Pintura termoplástica 4 franjas 150 mm)	m	222,400.00	0.90	200,160.00
5.01.02	Marcas de pavimento (Pintura termoplástica flechas, letras "PARE")	m2	700	14.61	10,227.00
5.02	Señalización Vertical				
5.02.01	Señales al lado de la carretera (Preventivas 0.75x0.75)	u	74	118.56	8,773.44
5.02.02	Señales al lado de la carretera (Regulatorias 0.75x0.75)	u	16.67	118.56	1,976.00
5.02.03	Señales al lado de la carretera (Temporales 0.75x0.75)	u	34	118.56	4,031.04
5.02.04	Señales al lado de la carretera (Chevrón doble 0.75x0.75)	u	73.33	118.56	8,694.40
5.02.05	Mojones indicadores de Kilometraje	u	94	29.56	2,778.64
5.03	Elementos de encarrilamiento y contención				
5.03.01	Marcas sobresalidas en el pavimento (suministro y colocación de tachas reflectivas bidireccionales)	u	18,533.00	5.16	95,630.28
5.03.02	Señales al lado de la carretera (Delineadores con Material Reflectivo)	u	366.67	18.50	6,783.33
5.03.03	Lechada de alta fricción	m2	1,350.00	100.00	135,000.00
5.03.04	Plancha para guardacaminos (50 cm)	m	33,360.00	64.55	2,153,388.00
5.03.05	Guardacaminos dobles	m	110	98.01	10,781.10
<b>6</b>	<b>OBRAS DE DRENAJE</b>				<b>872,165.41</b>
<b>6.01</b>	<b>Limpieza de obras de arte menor</b>				
6.01.01	Limpieza de alcantarillas	m3	2,808.00	20.78	58,350.24
6.01.02	Limpieza de cunetas y encauzamientos a mano	m3	22,042.41	5.99	132,034.02
<b>6.02</b>	<b>Pavimento Rígido para cunetas</b>				
6.02.01	Pavimento de hormigón de cemento portland (f'c=350 kg/cm2, 4.5 Mpa para reparación)	m3	32.02	290.01	9,286.12
6.02.02	Acero de refuerzo (fy=4200 kg/cm2)-incluye Barras de unión)	kg	160.08	3.99	638.72
6.02.03	Juntas Simuladas	m	68.61	1.26	86.45
6.02.04	Curado Superficial (0.25 kg/m2)	kg	36.39	0.96	34.93
<b>6.03</b>	<b>Trabajos Previos</b>				
6.03.01	Remoción de hormigón	m3	20.76	15.24	316.38
6.03.02	Remoción de alcantarillas de tubo (acero corrugado D=1.2)	m	48.03	18.38	882.79
<b>6.04</b>	<b>Alcantarillas</b>				
6.04.01	Excavación y relleno para estructuras	m3	381.75	6.69	2,553.91
6.04.02	Tubería de acero corrugado (Tipo MP-100; D= 1.2m, e=2,0 mm galvanizado con recubrimiento epóxico)	m	70.7	273.34	19,325.14
6.04.03	Tubería de acero corrugado (Tipo MP-100; D= 1.5m, e=2 mm galvanizado con recubrimiento epóxico)	m	14.5	273.34	3,963.43
6.04.04	Hormigón de cemento portland clase D f'c= 180 kg/cm2	m3	2.37	198.88	471.12
6.04.05	Hormigón estructural de cemento portland clase B (f'c=240 kg/cm2)	m3	13.49	210.98	2,846.59

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

<b>REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA CUENCA - LÉNTAG - 55.6 KILÓMETROS</b>					
<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.Unitario</b>	<b>P.Total</b>
6.04.06	Acero de Refuerzo en barras (fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> )	kg	1,680.79	2.03	3,412.00
<b>6.05</b>	<b>Cunetas</b>				
6.05.01	Material Filtrante - (Clase 1 Tipo B)	m <sup>3</sup>	13,244.70	11.38	150,724.69
6.05.02	Excavación para cunetas y encauzamientos	m <sup>3</sup>	13,244.70	7.30	96,686.31
6.05.03	Geotextil para subdren - (Tipo 2000 NT ó similar)	m <sup>2</sup>	61,693.50	2.03	125,237.81
6.05.04	Tubería para subdrén (PVC perforada D=160 mm)	m	2,523.00	14.26	35,977.98
6.05.05	Tubería para subdrén PVC perforada D=110 mm	m	6,621.00	12.21	80,842.41
6.05.06	Tubería para subdrén PVC perforada D=200 mm	m	989	16.69	16,506.41
<b>6.06</b>	<b>Alcantarilla PK 54+320</b>				
6.06.01	Excavación y relleno para estructuras	m <sup>3</sup>	11,400.00	6.69	76,266.00
6.06.02	Hormigón de cemento portland clase D f'c= 180 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	6.53	198.88	1,298.69
6.06.03	Hormigón estructural de cemento portland clase B (f'c=240 kg/cm <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup>	133.11	210.98	28,083.55
6.06.04	Acero de Refuerzo en barras (fy=4200 kg/cm <sup>2</sup> )	kg	12,975.24	2.03	26,339.73
<b>7</b>	<b>ESTABILIZACIÓN DE TALUDES</b>				<b>760,900.33</b>
7.01	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	1.23	435.78	536.01
7.02	Excavación sin clasificación (camino de acceso)	m <sup>3</sup>	2,910.60	3.85	11,205.81
7.03	Excavación para cunetas y encauzamientos	m <sup>3</sup>	1,597.75	7.30	11,663.58
7.04	Construcción de terrazas y bermas (Limpieza del fondo de cauce de quebrada)	m <sup>3</sup>	65,488.50	1.46	95,613.21
7.05	Excavación en suelo	m <sup>3</sup>	46,660.56	9.49	442,808.71
7.06	Excavación en roca	m <sup>3</sup>	2,455.82	10.43	25,614.20
7.07	Transporte de material de excavación (Transporte libre 500m)	m <sup>3</sup> -km	203,757.11	0.28	57,051.99
7.08	Escombrera	m <sup>3</sup>	63,851.29	0.40	25,540.52
7.09	Excavación y relleno para estructuras Cunetas de coronación y Zanjas drenantes sección 1x0.6)	m <sup>3</sup>	1,971.92	6.69	13,192.16
7.1	Material Filtrante subdrenes (piedra entre 1" - 3")	m <sup>3</sup>	2,829.54	11.38	32,200.19
7.11	Geotextil NT 1600 para zanja drenante	m <sup>2</sup>	3,867.46	2.98	11,525.04
7.12	Tuberías para subdrenes (tubería flexible ranurada 160 mm para zanja drenante)	m	1,004.44	14.26	14,323.28
7.13	Geomembrana (3mm espesor)	m <sup>2</sup>	3,920.47	3.91	15,329.03
7.14	Área sembrada (revegetación en bermas)	m <sup>2</sup>	2,598.75	1.48	3,846.15
7.15	Cintas plásticas de seguridad (15 cm de ancho de franja "PELIGRO")	m	467.5	0.14	65.45
7.16	Señalización con malla plástica nueva (alto h=1,0m)	m	220	1.75	385.00
<b>8</b>	<b>RUBROS AMBIENTALES</b>				<b>60,391.74</b>
8.01	Roza a mano	ha	1.38	2,358.83	3,243.39
8.02	Agua para Control de Polvo	miles de litros	632.39	9.20	5,817.99
8.03	Charlas de Concientización	u	2	254.38	508.76
8.04	Área Plantada (árboles y arbustos)(algarrobo o similar, resistente a las sequías)	u	375	7.32	2,745.00

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

<b>REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA CUENCA - LÉNTAG - 55.6 KILÓMETROS</b>					
<b>PRESUPUESTO</b>					
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.Unitario</b>	<b>P.Total</b>
8.05	Áreas sembradas-adquisición de arbustos	m2	6,000.00	7.77	46,620.00
8.06	Instructivos o trípticos	u	1,000.00	0.73	730.00
8.07	Charlas de adiestramiento	u	1	201.60	201.60
8.08	Comunicados radiales	u	35	15.00	525.00
<b>A</b>	<b>SUBTOTAL</b>				<b>23,780,001.62</b>
<b>Este precio incluye costos directos e indirectos del 15%, no incluye IVA</b>					
<b>B</b>	<b>CONTROL DE EJECUCIÓN</b>				<b>2,734,700.19</b>
	Fiscalización y Supervisión MTOP	10%			2,378,000.16
	Póliza de Seguro	1.50%			356,700.02
<b>A+B</b>	<b>TOTAL GENERAL (USD)</b>				<b>26,514,701.81</b>

**PRECIO TOTAL DE LA OBRA:** VEITISEIS MILLONES QUINIENTOS CATORCE MIL SETECIENTOS UNO CON 81/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

## **9. ACTUACIONES DE CONSERVACIÓN PARA LA CARRETERA CUENCA – LÉNTAG**

El Ecuador es un país que se encuentra atravesado por la línea ecuatorial lo que quiere decir que es un país con un clima tropical que varía según la región y la altitud, hay principalmente dos estaciones, una húmeda desde enero hasta abril o mayo y una seca desde mayo o junio a diciembre donde las mañanas sale el sol y se tiene un cielo despejado pero en las horas de la tarde el cielo se nubla e inclusive presenta chubascos o lluvias.

La carretera Cuenca – Léntag se encuentra, como había comentado anteriormente, en una zona montañosa que según el Mapa de Precipitaciones (Anexo 4: Mapa de zonas de precipitación (isoyetas) atraviesa dos zonas pluviométricas distintas con precipitaciones medias anuales de entre 500-750 y 750-1000 mm. respectivamente.

Es decir, se trata de una carretera expuesta a precipitaciones considerables y con el problema añadido de que en la temporada seca de mayo o junio a diciembre al caer la tarde bajan las nieves cubriendo la carretera haciéndola insegura en cuanto a visibilidad.

La humedad y las precipitaciones son las causantes de los deslizamientos y desprendimientos de material de los taludes, así como asentamientos debido a infiltraciones en los rellenos de terraplenes.

Por este motivo he visto más conveniente crear un plan de conservación que ayude a mantener la carretera en estado de vialidad principalmente en esta época lluviosa mediante actuaciones de conservación ordinaria y extraordinaria.

### **9.1. Conservación vial**

El objetivo fundamental de una infraestructura viaria es prestar a los ciudadanos un servicio de calidad que contribuya a satisfacer sus necesidades de movilidad, que sea un adecuado soporte de las actividades económicas y que contribuya a la integración territorial. Para que esto ocurra una vez que la infraestructura haya sido puesta en servicio, hay que gestionarla, desarrollando una serie de actividades de explotación y de conservación. (Kraemer, 2004)

La conservación de carreteras es el conjunto de actividades necesarias para lograr el mantenimiento de los niveles iniciales de servicio en las carreteras y la adecuación de las mismas a las exigencias de la sociedad, preservando en el mejor estado posible el patrimonio viario, en aras de la seguridad.

En muchos países se ha realizado una enorme inversión en los últimos años para atender nuevas demandas de transporte y corregir el consiguiente déficit de infraestructuras, conforme se han atendido estas demandas se ha visto la necesidad de conservarlas en buen estado. Un estado defectuoso de las carreteras origina incrementos en costos de operación y mantenimiento de los vehículos, aumento en tiempo de viaje y un coste debido a los accidentes que pudieran ocurrir, es por eso que es completamente necesario llevar un control

sobre la carretera desde el primero momento de su puesta en servicio e implementar un correcto sistema de conservación.

Las características iniciales de una carretera se van degradando con el paso del tiempo debido al paso de los vehículos y los agentes externos como el agua, los desprendimientos de material de los taludes, derrames de aceites, etc.

El deterioro de una carretera es un proceso que tiene diferentes etapas, desde una etapa inicial con un deterioro lento y poco visible, hasta llegar a una etapa crítica donde su estado deja de ser bueno, para luego deteriorarse rápidamente al punto de la descomposición total. (Castellanos, 2011)

En el Ecuador la gestión vial no está muy avanzada, la construcción de carreteras siempre se ha desarrollado en base a directrices y control del MTOP, sin embargo luego de su puesta en servicio no ha habido programación o gestión de las mismas. Debido a su explotación misma de la carretera, comienzan a aparecer deterioros en los elementos que las componen y ya que no se tienen programas de intervención, es muy común postergar su reparación o mantenimiento lo que finaliza con el progreso del deterioro hasta llegar a un daño de mayor magnitud. Eso hace que luego de un periodo de tiempo se llegue a tener niveles de servicio por debajo de los estándares necesarios de vialidad y que las intervenciones necesarias para solucionarlos sean costosas reconstrucciones.

Una rehabilitación o reconstrucción de una carretera es mucho más costosa que la implementación de un adecuado sistema de conservación y de ahí la importancia de implantar un sistema según las circunstancias que permita optimizar recursos a lo largo del tiempo.

En la siguiente ilustración se puede observar la curva típica del comportamiento del pavimento a lo largo del tiempo, el 40% del deterioro ocurre al cuando ha transcurrido el 75% de la vida del pavimento, si es que en este tiempo se realizan intervenciones preventivas de mantenimiento se puede diferir la vida útil en buenas condiciones. Sin embargo si es que no se desarrolla este tipo de actuaciones, entramos en un punto donde el pavimento estará en condiciones malas y en caso de querer realizar algún tipo de actuación esta costara entre 4 y 5 veces más para llegar a obtener las condiciones iniciales del pavimento.

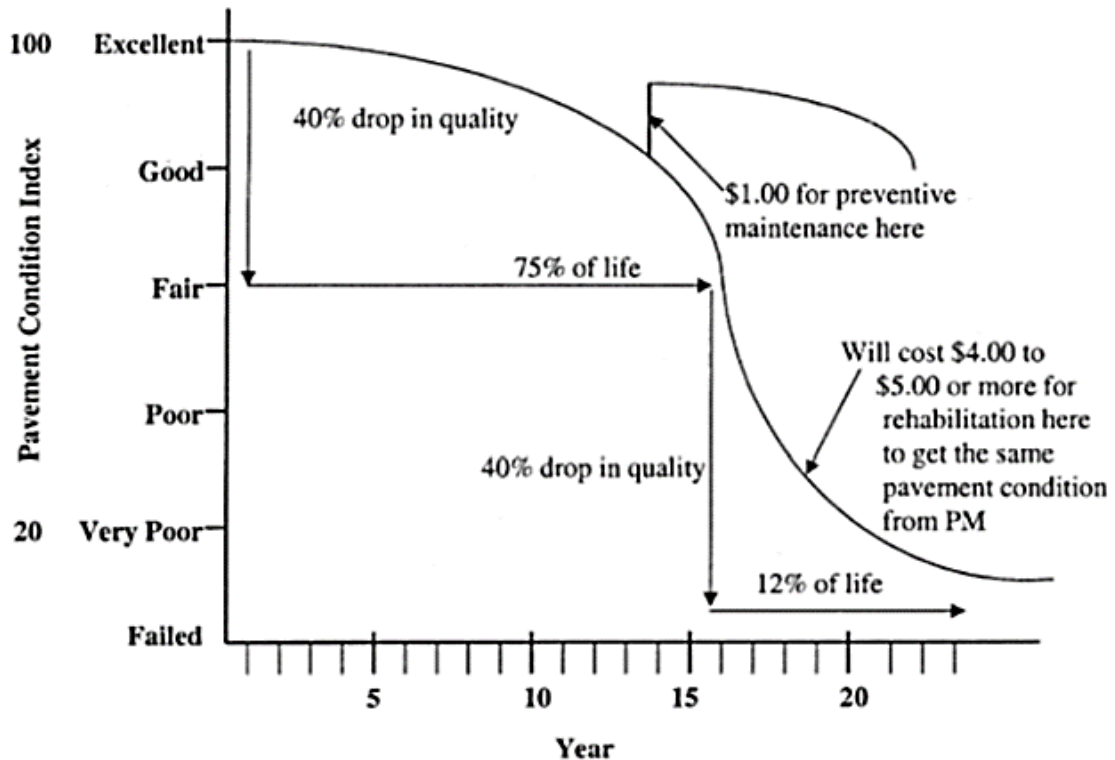


Ilustración 51 Variación típica de las condiciones del pavimento en función del tiempo

Fuente: Selecting a Preventive Maintenance Treatment for Flexible Pavements (Hicks, Moulthrop, & Daleiden, 1999)

La conservación no puede dejarse al azar o a la espera de una coyuntura favorable en las disponibilidades presupuestarias ni supeditarse a la aparición de situaciones irreversibles que incluso hayan provocado accidentes. Desde el momento mismo del proyecto, debe contarse con una estrategia de conservación de la carretera destinada a mantener su calidad técnica por encima de unos mínimos. (Kraemer, 2004)

Algunas actuaciones de conservación se deben ejecutar al poco tiempo de la puesta en servicio de la carretera y con cierta periodicidad, estas actuaciones serán parte un sistema de conservación ordinario que logre un desgaste más lento de la carretera; son en general actuaciones de reducida envergadura. La idea es prolongar el tiempo en el que se requiera realizar una actuación de conservación extraordinaria, actuaciones que se deben realizar en determinados momentos de la vida útil de la infraestructura cuyo objetivo es recuperar los niveles de calidad y servicio que se han ido perdiendo con el paso del tiempo.

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador mantiene vigentes únicamente tres parámetros que consta en el Manual MOP-001-F-2002, como exigencia que deben cumplir los pavimentos nuevos o reconstruidos, son criterios de confort y seguridad que se evalúan sobre la superficie terminada. Tabla 11



OBJETIVO	PARÁMETRO	EXIGENCIAS	PROCEDIMIENTOS PARA EVALUACIÓN
Comodidad	Rugosidad (m/Km)	Hormigón asfáltico: Máximo 2.5 IRI	Roadmeters o algún tipo de perfilómetro estático o dinámico
		Tratamiento Superficial: Máximo 4.0 IRI	
Seguridad	Coefficiente de rozamiento longitudinal	Mínimo 0.5	Péndulo TRL (Británico)
	Macro textura	Mínimo 0.5 mm.	Mancha de arena

Tabla 11 Exigencia de calidad superficial del pavimento para recepción según el MTOP

Fuente: (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2002)

En cuanto a la Conservación Vial, la Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 del MTOP (en proceso de socialización) en el Volumen N° 6 abarca una gran cantidad de especificaciones técnicas sobre los trabajos de mantenimiento que requieren las carreteras, sin embargo lo que se pretende es localizar los más importantes para el ámbito de estudio y redactarlos de manera que sean utilizables en el entorno de la carretera objeto de éste trabajo.

## 9.2. Conservación ordinaria

Al haber realizado una rehabilitación completa de la carretera se asume que esta se encuentra en “Tiempo 0”, es decir en óptimo estado.

La conservación ordinaria son actuaciones con carácter fundamentalmente preventivo, destinadas a retrasar la degradación de las características funcionales o estructurales de los elementos de la carretera, para conseguir unos niveles adecuados de seguridad y comodidad, es decir para devolver la vialidad a la carretera. Se desarrollan con cierta periodicidad ya sea semanal, mensual, anual, etc. dependiendo de algunos factores entre ellos el clima, la demanda, la zona en la que se encuentre.

Las actividades a desarrollar como parte de las actuaciones de conservación ordinaria para la carretera Cuenca – Léntag son las siguientes:

### **Conservación de la faja vial**

- Desbroce y limpieza del terreno

### **Conservación de la Plataforma**

- Limpieza manual de la calzada
- Limpieza mecánica de la calzada
- Bacheo superficial
- Sellado de fisuras y grietas

- Fresado y reposición de zonas localizadas
- Limpieza de derrumbes

#### ***Conservación de Drenaje***

- Limpieza de cunetas revestidas
- Limpieza de alcantarillas
- Limpieza de zanjas de coronación
- Limpieza y mantenimiento de puentes

#### ***Conservación de señalización y barreras de seguridad***

- Limpieza y reposición de tachas
- Limpieza y reposición de señalización vertical
- Mantenimiento y reposición de barreras de seguridad

#### ***Conservación de taludes***

- Reperfilado de taludes
- Limpieza de bermas

#### ***Atención a Emergencias***

##### **9.2.1. Programación de la conservación ordinaria**

###### ***9.2.1.1. Conservación de la Faja Vial***

###### ***Desbroce y limpieza del terreno***

La carretera discurre por una zona montañosa de altura en la que existe bastante vegetación autóctona, muchas de ellas de gran altura y frondosidad, lastimosamente crecen sin control y no se da ningún tipo de mantenimiento, el problema de esto es que llega a tapar la señalización y la visibilidad en los accesos además del problema de taponar las cunetas y obras de drenaje.

La operación se refiere a los trabajos manuales de mantenimiento del entorno de la carretera, la eliminación selectiva de vegetación existentes dentro de la faja vial que deben ser removidos para mantener la correcta operatividad de la carretera, así como evitar el taponamiento de los drenajes.

La limpieza comprende además la eliminación de ramaje aéreo y el retiro de cualquier desecho, escombros u otro material en desuso que se encuentre dentro del área prescrita, cualquiera sea su procedencia.

Se trata de conseguir un entorno agradable de circulación que sea seguro y cómodo para los usuarios.

Los principales factores que se deben considerar son los siguientes:

- Las señales verticales deben encontrarse completamente libres de cualquier vegetación que impida su visión desde, a lo menos, 100 m de distancia.
- La vegetación que arraiga en taludes de cortes y terraplenes es esencial para evitar deslizamientos y desprendimientos, por lo tanto sólo debe cortarse a una altura adecuada para que no obstruya la visibilidad
- En los accesos, ninguna vegetación deberá quedar con una altura mayor que 0,20 m.
- Los arbustos que arraiguen dentro de elementos de drenaje, tales como fosos, contrafosos y otros deben retirarse completamente.
- Deben talarse los árboles o arbustos de tronco de 150 mm o más de diámetro, en las zonas despejadas, pues aumentan la severidad de un eventual accidente.

Esta operación deberá ser realizada con una frecuencia de 6 meses, se realizarán 2 desbroces y limpiezas del terreno, antes de la época lluviosa en el mes de diciembre y una más en la época menos lluviosa en el mes de junio. El área en la que se debe trabajar es una franja de 1,5 m a cada lado de la carretera.

Antes de iniciar cualquier trabajo que interfiera o pudiera interferir, en forma directa o indirecta, con el tránsito, deberán tomarse las medidas que correspondan a la Seguridad de los Trabajos.

El rendimiento de esta operación es 4 km/día.

### **9.2.1.2. Conservación de la Plataforma**

#### ***Limpieza manual de la calzada***

La operación se refiere a los trabajos necesarios para retirar manualmente de la calzada todas las basuras, escombros, papeles y otros desechos depositados por los usuarios, y su transporte a botaderos autorizados.

La calzada debe mantenerse libre de todo material extraño que atente contra la estética general de la obra. Con una cuadrilla de trabajadores, apoyada con equipos de transporte y, ocasionalmente de un camión pequeño, se deberán retirar todas las basuras, papeles, latas, botellas y otros materiales de desecho, que no sólo atentan contra la estética si no que, eventualmente, pudieran obstruir el drenaje del camino.

Los materiales removidos deberán trasladarse a botaderos autorizados.

Antes de iniciar cualquier trabajo que interfiera o pudiera interferir, en forma directa o indirecta, con el tránsito, deberán tomarse las medidas que correspondan a la Seguridad de los Trabajos.

Este trabajo se debe realizar de forma bimensual.

El rendimiento de esta operación es 6 km/día.

### ***Limpieza mecánica de la calzada***

Los accesos que discurren hacia la carretera principal, son de tierra. En eventos de lluvia el agua que drena por éstas lava el material de la calzada y termina sobre la calzada de la vía principal.

La operación comprende los trabajos de remoción de suelo, arena, barro y trozos de roca o piedras que, por unidad cubiquen hasta 1 m<sup>3</sup>, provenientes de desprendimientos de taludes, materiales rodados o desplazados por el viento, y que se encuentren sobre la calzada pudiendo provocar accidentes en los motoristas o taponar los elementos de drenaje.

Se utilizaría una escoba mecánica con hilos de plástico para acumular el material. Cuando las acumulaciones sean menores y los suelos se encuentren esparcidos por un área extensa, se deberán utilizar palas, escobillones, carretillas y otros equipos manuales para apilarlos. Las piedras y trozos de rocas que no puedan ser apiladas mediante escobas y escobillones, deberán recogerse en forma individual y transportarse en carretillas hasta los lugares de acopio. Bajo ninguna circunstancia las rocas o trozos de piedras deberán empujarse sobre las bermas con equipos de movimiento de tierras como cargadoras o excavadoras; sobre el pavimento, los suelos y los materiales previamente apilados, se podrán recoger con cargadores de ruedas neumáticas, pero sin raspar el pavimento con la cuchilla o dientes de la cuchara.

Antes de iniciar cualquier trabajo que interfiera o pudiera interferir, en forma directa o indirecta, con el tránsito, deberán tomarse las medidas que correspondan a la Seguridad de los Trabajos.

Esta operación deberá ser realizada con una frecuencia de 6 meses, una será antes de la época lluviosa en el mes de diciembre y otra en la época menos lluviosa en el mes de junio.

El rendimiento de esta operación es 2 km/día.

### ***Bacheo superficial***

La operación comprende la reparación de baches y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentren deterioradas, siempre que afecten exclusivamente a la capa de rodadura asfáltica, encontrándose en buenas condiciones la base granular y demás capas de suelos. Al ser una carretera que se encuentra en perfectas condiciones, al menos los 5 primeros años se supone que no habrán inconvenientes y de haberlos se hará cargo la empresa constructora.

Los tipos de fallas más comunes, que no se deban a causas estructurales, a las que va dirigida esta operación, son:

- Áreas donde se presentan una serie de grietas y fisuras interconectadas entre sí, con un grado de severidad que incluyen trozos separados sueltos.

- Baches poco profundos, entendiéndose como tales aquellos cuya profundidad alcanza menos de 5 cm.
- Desplazamiento de áreas localizadas de la capa de rodadura (arrugas)

Cuando la mezcla de reemplazo deba apoyarse sobre una base granular, como ligante se utilizarán emulsiones imprimantes.

Cuando la mezcla se coloque apoyándose sobre una capa de rodadura asfáltica como ligante se utilizarán riego de liga.

Los trabajos se realizarán mediante procedimientos fundamentalmente manuales.

En la reparación se utilizarán mezclas asfálticas en caliente hasta llegar a la cota de la capa de rodadura.

*Procedimiento:*

Antes de iniciar cualquier trabajo que interfiera o pudiera interferir, en forma directa o indirecta, con el tránsito, deberán tomarse las medidas que correspondan a la Seguridad de los Trabajos.

El procedimiento tradicional consistente en la remoción manual de la zona deteriorada, la limpieza de las paredes resultantes para posteriormente colocar un imprimante o un riego de liga, según corresponda, para finalizar con la colocación de una mezcla asfáltica.

Primeramente se deberá delimitar el área por remover demarcándola con pintura; será de forma rectangular o cuadrada y comprenderá toda la zona deteriorada que presente fallas o un bache, incluyendo aproximadamente, unos 300 mm de pavimento en buenas condiciones.

Los cortes se harán de manera que las paredes queden verticales.

La remoción alcanzará hasta una profundidad en que las mezclas no presenten signos de agrietamientos o fisuras y, en el caso de baches, alcanzar como mínimo hasta el punto más profundo de él.

Las paredes y fin de la zona en que se realizó la remoción deben limpiarse mediante un barrido enérgico, que elimine todas las partículas sueltas y luego, de preferencia mediante soplado, retirar el polvo; las paredes deben quedar firmes y perfectamente limpias.

Enseguida, la superficie se recubrirá con el ligante que corresponda, para lo cual se utilizarán escobillones u otros elementos similares que permita esparcirlo uniformemente.

La mezcla asfáltica se extenderá y nivelará mediante rastrillos colocando la cantidad adecuada para que sobresalga unos 6 mm sobre el pavimento circundante. En los extremos, y coincidiendo con las líneas de corte de la zona, se deberá recortar la mezcla de manera de dejar paredes verticales y retirar cualquier exceso. La compactación se realizará con un rodillo manual. El desnivel

máximo tolerable, una vez compactado, entre la zona reparada y el pavimento que la rodea será de 3 mm.

Para hacer un estimado de los costes para conservación asumo que habrá que realizar reparaciones en un área total de 500 m<sup>2</sup>.

Se deberá hacer un recorrido mensual de la carretera con el fin de localizar posibles problemas y con ello solucionarlos lo antes posible para garantizar el buen funcionamiento de la carretera y la evolución de los deterioros.

El rendimiento de esta operación es 30 m<sup>2</sup>/hora

### **Sellado de fisuras y grietas**

Ya que se trata de una carretera cuya capa de rodadura se encuentra sobre un pavimento rígido, las grietas de este se pueden llegar a reflejar. En ese caso es de suma importancia el sellado de estas para evitar la infiltración de agua que pueda generar inconvenientes.

La operación consiste en sellar con asfalto líquido las fisuras u grietas que se producen en el pavimento, con el propósito de minimizar la infiltración de agua y la oxidación del asfalto.

Grietas entre 6 mm y 20 mm de ancho. Se emplearán el sellador Techcrete directamente sobre las fisuras.

Grietas entre 20 mm y 70 mm de ancho. Se preparará una mezcla de arena-emulsión asfáltica con una dosis no inferior que 18% de emulsión.

Grietas y cavidades de más de 70 mm de ancho. Se utilizarán mezclas asfálticas en caliente.

#### *Procedimiento:*

Las grietas o fisuras y las áreas que las circundan deberán estar limpias de todo resto de antiguos sellos y/o materias sueltas. Para esto se usarán métodos manuales utilizando herramientas livianas que no rompan o destruyan mezcla que se encuentra en buen estado.

En seguida, se procederá a limpiar mediante escobillado y aire comprimido, para mover la suciedad, el polvo y los materiales sueltos.

El mezclado o preparación de las mezclas deberá realizarse por medio de equipos mecánicos adecuados que aseguren productos homogéneos. Se colocarán por medios que impidan sobre rellenarlas y eviten que el producto para sellar fluya por la superficie circundante.

Se hará un recorrido mensual de la carretera con el fin de localizar posibles problemas y con ello solucionarlos lo antes posible para garantizar el buen funcionamiento de la carretera y la evolución de los deterioros.

Para tener una referencia se asume un 1% de la longitud total de la carretera.

Antes de iniciar cualquier trabajo que interfiera o pudiera interferir, en forma directa o indirecta, con el tránsito, deberán tomarse las medidas que correspondan a la Seguridad de los Trabajos.

El rendimiento de esta operación es 150 m/hora.

### ***Fresado y reposición de zonas localizadas***

Al igual que en el procedimiento de bacheo, la operación comprende la reparación de zonas localizadas y el reemplazo de áreas del pavimento que se encuentren deterioradas, siempre que afecten exclusivamente a la capa de rodadura asfáltica, encontrándose en buenas condiciones la base granular y demás capas de suelos.

Este trabajo consiste en la remoción de la zona afectada cuyas dimensiones a reparar sean mayores 100 m<sup>2</sup>, mediante su fresado en frío con una fresadora acoplada a una mini cargadora para que la zona afectada entre en servicio de forma más rápida que con el bacheo a mano.

#### ***Procedimiento:***

Antes de iniciar cualquier trabajo que interfiera o pudiera interferir, en forma directa o indirecta, con el tránsito, deberán tomarse las medidas que correspondan a la Seguridad de los Trabajos.

Inmediatamente antes de las operaciones de fresado, la superficie de pavimento deberá encontrarse limpia y, por lo tanto, el constructor deberá adelantar las operaciones de barrido y/o soplado que se requieran para lograr tal condición.

El fresado se efectuará sobre el área que apruebe el fiscalizador, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto existente.

El material extraído deberá ser transportado y acopiado en los lugares que indiquen los documentos del proyecto o que establezca el Fiscalizador.

A continuación se realizarán los mismos procedimientos empleados en el rubro de bacheo hasta lograr una superficie perfectamente terminada con hormigón asfáltico.

Se hará un recorrido mensual de la carretera con el fin de localizar posibles problemas y con ello solucionarlos lo antes posible para garantizar el buen funcionamiento de la carretera y la evolución de los deterioros.

Para poder hacer un estimado de los costes para conservación asumo que habrá que realizar reparaciones en un 20% del área total de bacheo superficial.

El rendimiento de esta operación es 40 m<sup>2</sup>/hora

### ***Limpieza de derrumbes***

Como se pudo observar, debido a la climatología del sector, las lluvias provocan la saturación del material de los taludes provocando el desprendimiento de los mismos sobre la calzada.



Los materiales acumulados en la plataforma del camino y -de ser necesario- de la faja vial en caso de que interfieran con la seguridad de los usuarios de la vía, provenientes de derrumbes ocurridos, deberán ser removidos y desalojados hasta los botaderos definidos, empleando el equipo, personal y procedimientos que evite en lo posible, cualquier daño a la plataforma y la calzada.

Este trabajo incluirá limpiezas de cunetas y calzada afectadas por el derrumbe, traslado y disposición adecuada de los materiales desalojados.

El desalojo de derrumbes depositados en la plataforma del camino y cunetas deberá ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de evitar la destrucción de la superficie de rodadura, todos los daños posibles ocasionados capa asfáltica, deberán ser reparados.

Antes de iniciar cualquier trabajo que interfiera o pudiera interferir, en forma directa o indirecta, con el tránsito, deberán tomarse las medidas que correspondan a la Seguridad de los Trabajos.

Se estima que después de haber realizado la estabilización de los taludes con mayores problemas, no nos encontremos con mayores problemas de este tipo, sin embargo se coloca un derrumbe de 50m<sup>3</sup> para estimar el precio de mantenimiento.

El rendimiento de esta operación es 50 m<sup>3</sup>/hora

### **9.2.1.3. Conservación de Drenaje**

El agua es el elemento de la naturaleza que más afecta el estado de las carreteras. Tanto las aguas de lluvia directamente, como las que –procedentes de la lluvia o de aportaciones subterráneas- se acumulan en las capas inferiores y cimiento del firme tienden a deteriorar el pavimento y la mayor parte de los elementos de la plataforma.

El agua tiene también gran influencia en las condiciones de servicio de la carretera. Conviene que el agua de lluvia que cae sobre la calzada no se acumule en su superficie, sino que se elimine lo más rápidamente posible sin dar lugar a láminas de agua de grosor apreciable. Debe tratarse de evitar, además, que el agua caída sobre los taludes y zonas adyacentes a la calzada de lugar a escorrentías que la invadan, aporten tierras o hagan caer piedras sobre la plataforma. (Dirección General de Carreteras de España, 1999)

Por estos motivos es de suma importancia que la red de drenaje de la carretera se encuentre en perfecto estado de operatividad de manera que en caso de eventos de lluvia el agua escurra rápidamente sin dañarla.

#### ***Limpieza de cunetas revestidas***

La operación consiste en remover todos los materiales depositados dentro de las cunetas laterales revestidas de manera de dejar libre la sección de escurrimiento original y que éstas funcionen de manera correcta y evitar que en eventos de lluvia, estos materiales terminen por arrastre en las alcantarillas y las azolven.

Se deberá retirar cuidadosamente toda materia extraña que implique una disminución de la sección, o algún tipo de impedimento al libre escurrimiento de las aguas, la limpieza se extenderá a todo lo largo de estas obras.

Los materiales extraídos con la limpieza deberán trasladarse a botaderos autorizados

No deberán poseer grietas o fisuras y en caso de determinar la presencia de estas se realizarán los procesos señalados en al apartados anteriores

Serán inspeccionadas antes del inicio de la estación lluviosa dando seguimiento continuo a su estado. En caso de ser necesario se procederá a hacer la limpieza de forma inmediata

Se realizarán 2 limpiezas completas en todo el año coincidiendo con la limpieza mecánica de la calzada así como el desbroce y limpieza de terreno.

El rendimiento de esta operación es 6 km/día

### ***Limpieza de alcantarillas***

La operación consiste en limpiar, destapar, remover, retirar y transportar a botaderos autorizados, todo material extraño del interior de alcantarillas de tubo, losas, cajones, sifones, etc., incluyendo las cámaras de entrada y de salida, de manera de dejar libre la sección de escurrimiento original.

En la longitud total de alcantarillas se deberá retirar cuidadosamente toda materia extraña que implique una disminución de la sección, o algún tipo de impedimento al libre escurrimiento de las aguas. Los métodos que se utilicen para ejecutar estas labores no deberán implicar riesgos para los trabajadores ni para la estabilidad y normal operación de las estructuras ni de las obras circundantes.

Los materiales extraídos con la limpieza deberán trasladarse a botaderos autorizados.

La limpieza de alcantarillas se efectuará por lo menos dos veces al año, una antes de la temporada lluviosa y otra durante ésta. Tiene por objeto lograr que en ningún caso lleguen a tener azolve o la presencia de algún obstáculo que obstruya más del 10% del área de la sección transversal o que en altura sobrepase la tercera parte del claro vertical de la alcantarilla.

El rendimiento de esta operación es 8 unidades/día

### ***Limpieza de zanjas de coronación***

Consiste en remover todo material extraño de las zanjas de coronación, con herramientas manuales, de tal manera que permanezcan libres de obstáculos y sedimentos.

El objetivo es mantener las zanjas de coronación trabajando eficientemente, permitiendo recibir las aguas superficiales y dejando que el agua fluya libremente.

Se deberá verificar que las estructuras estén revestidas e impermeabilizadas de tal manera que se eviten filtraciones de agua que pongan en riesgo la estabilidad

de los taludes. Los trabajos se deben ejecutar antes del inicio de la estación lluviosa y luego de ésta.

El rendimiento de esta operación es 3 km/día

### ***Limpieza y mantenimiento de puentes***

Esta operación se refiere a la limpieza y de ser necesario el pintado de barandas de puentes, tanto metálicas como de hormigón. Se incluyen además algunos trabajos menores por realizar antes de pintar, tales como soldar piezas metálicas sueltas, parchar hormigones saltados.

Se realizará también la limpieza de los sistemas de drenaje de la calzada verificando que se encuentren libres de vegetación o basuras.

Estos trabajos se ejecutarán dos veces al año sobre los 4 puentes de la carretera.

El rendimiento de esta operación es 200 m<sup>2</sup>/día

### ***9.2.1.4. Conservación de señalización y barreras de seguridad***

Los equipamientos de la carretera que tienen por objeto orientar e informar a los usuarios como son las marcas viales, balizamiento y señalización horizontal y vertical; así como defender la salida de los vehículos de la carretera, deben estar siempre en condiciones adecuadas tanto de estado como de visibilidad.

La vigilancia de su estado y condiciones se hace casi continuamente, ya que se trata de elementos visibles cuando se circula normalmente por la carretera, sin embargo se determina una frecuencia de 6 meses para realizar la limpieza, arreglo o reposición de los elementos de seguridad faltantes.

### ***Limpieza y reposición de marcas viales***

Las marcas viales como tachas o balizas van perdiendo intensidad con el paso del tiempo y de los vehículos, la pérdida de funcionalidad más importante es la retroreflectividad que limita mucho la visibilidad nocturna.

Estos elementos al ser muchos y pequeños, se ensucian bastante y por este motivo pierden visibilidad y además van desapareciendo con cierta frecuencia por defectos de sujeción, golpes.

Esta operación comprende la limpieza de las marcas viales así como la provisión y colocación de tachas reflectantes y balizas para la demarcación de pavimentos; incluyéndose según corresponda, la remoción, retiro y reemplazo de aquellos elementos existentes que se encuentren en mal estado.

El tipo de demarcación por emplear será de las mismas características que la que reemplaza.

Aunque debe haber un chequeo constante para determinar las condiciones de las marcas viales así como los elementos faltantes, se deberá considerar el tiempo en que se habrá de realizar la limpieza y reposición de ellas. El tiempo que marca la reposición de señales será la frecuencia con la que se realice la limpieza de éstas. Se realizará dos veces al año, justo después de la época lluviosa ya que es

ahí cuando se produce la mayor cantidad de suciedad, y en la mitad del periodo más seco.

El rendimiento de esta operación es en la limpieza 200 unidades/día y en caso de que se requiera una reparación o cambio 10 unidades/día. Se asume que de cada 500 unidades una requerirá cambio.

### ***Limpieza y reposición de señalización vertical***

En algunas ocasiones es necesario limpiar las señales verticales para que sean suficientemente visibles y reflectivas.

La limpieza se realizará en la cara donde se encuentran los símbolos y leyendas de una placa de señalización, tanto vertical como montada en un pórtico, incluyendo postes y estructuras soportantes. El objetivo es eliminar rayados, retirar el polvo, grasas, aceites, papeles adheridos o cualquier otra suciedad que disminuya la nitidez y legibilidad. Se desarrollará de forma manual, utilizando detergentes y agua para el aclarado.

Además reacondicionar o reparar señales verticales ya sean preventivas, reglamentarias, informativas, o elementos de apoyo permanente, cualquiera fueren sus dimensiones y características, la operación considera la reutilización de los elementos que presenten torceduras menores, pero que puedan ser enderezadas.

La operación específica también los trabajos requeridos para reemplazar señales camineras verticales laterales que no puedan reacondicionarse mediante otras operaciones, así como también la instalación de señales verticales nuevas, se incluyen todas las señales preventivas, reglamentarias, informativas, o elementos de apoyo permanente, de cualquier dimensión y características.

Al igual que las marcas viales, aunque debe haber un chequeo constante para determinar las condiciones de las señales así como los elementos faltantes, la limpieza se efectuará dos veces al año, justo después de la época lluviosa, y en la mitad del periodo más seco. Junto con esta limpieza se determinara elementos dañados o faltantes y se procederá a su reparación o remplazo.

El rendimiento de esta operación es en la limpieza 200 unidades/día y en caso de que se requiera una reparación o cambio 10 unidades/día. Se asume que de cada 1000 unidades una requerirá cambio.

### ***Mantenimiento y reposición de barreras de seguridad***

Las barreras de seguridad son un elemento muy importante en la seguridad de esta carretera ya que al ser un camino de montaña, las pendientes del terreno que atraviesa la carretera son pronunciadas y en caso de que un vehículo se saliera de la carretera fuera un accidente grave. Es por ese motivo que se deben encontrar en perfecto estado para que ayuden con la señalización y seguridad de la vía y no representen tampoco un peligro por sí mismas.

La operación se refiere a la limpieza, reparación o cambio de barreras metálicas de seguridad, trabajo que, según se indique en cada caso, comprenderá sólo

cambio de piezas terminales, de elementos de fijación o retrorreflectantes y pintura o, también, reemplazo de partes o secciones completas de la barrera.

*Procedimiento:*

Los tramos que se encuentren en buenas condiciones en cuanto a posición y no presenten deformaciones significativas, entendiéndose como tales si no están desalineados en más de 100 mm respecto de la línea teórica de emplazamiento, se pintarán con una pintura anticorrosiva previo tratamiento de limpieza de suciedad, polvo, grasas u óxido mediante bombas de agua a presión y un correcto ajuste de sus partes y piezas.

Se repararán todos los tramos que estén desalineados, que superen los 100 mm respecto de la línea teórica de emplazamiento, sean motivados por deformaciones de la baranda, torceduras o desplazamientos de los postes de sujeción, u otra causa.

Se reemplazarán las barreras, separadores y piezas terminales que presenten roturas o torceduras y los postes que presenten desviaciones respecto de la vertical superiores que 50 mm en el extremo superior.

El rendimiento de esta operación es en la limpieza 2 km/día y en caso de que se requiera una reparación o cambio 10 metros/día.

#### **9.2.1.5. Conservación de taludes**

Las obras de tierra básicas para establecer las carreteras son los desmontes y los terraplenes, tanto los unos como los otros presentan problemáticas diferentes según sean sus alturas y los materiales donde hayan sido excavados o con los que hayan sido construidos.

Dentro de este tipo de conservación se trabajará sobre la corrección de los problemas que se presentan por deterioro de la superficie de los taludes.

#### **Reperfilado de taludes**

La operación se refiere al re perfilado de taludes de cortes con el propósito de devolverles lo más aproximadamente posible su geometría original, y provocar la caída controlada de rocas, piedras o masas de suelo que se encuentren inestables y en peligro de derrumbarse. La operación describe los trabajos de perfilado tanto en taludes de cortes en rocas fracturadas, como en suelos de diferentes clasificaciones y condiciones.

El trabajo deberá realizarse con procedimientos manuales y con herramientas tales como chuzos, picotas, barretas y otros similares. Los trabajadores deberán descender mediante cuerdas desde la parte alta del corte, lo que implica una faena de alto riesgo, por lo que se deberán tomar todas las precauciones y proveerlos de todos los equipos de seguridad para minimizar la ocurrencia de accidentes.

Una vez terminado el trabajo la superficie del talud debe presentarse firme en todos sus puntos, y con inclinaciones compatibles con la estabilidad de los suelos que lo conforman.

Los materiales removidos deberán trasladarse a botaderos autorizados.

Sobre los taludes de suelo es importante mantener en buen estado la vegetación que los cubre para evitar la erosión de los mismos.

El 30% de la longitud de la carretera posee taludes de corte que deben ser mantenidos de forma regular para evitar desprendimientos, esta operación se realizara una vez en el año, antes de comenzar la época lluviosa para evitar que con la saturación del material ocurran deslizamientos.

Antes de iniciar cualquier trabajo que interfiera o pudiera interferir, en forma directa o indirecta, con el tránsito, deberán tomarse las medidas que correspondan a la Seguridad de los Trabajos.

El rendimiento de esta operación es 1 km/día

### ***Limpieza de bermas***

Considera la remoción manual de las sobrecargas de suelo o roca que afectan la estabilidad y funcionalidad de las bermas.

Al ser parte de los taludes, esta operación se efectuará al mismo tiempo que el reperfilado.

El rendimiento de esta operación es 1 km/día

### ***9.2.1.6. Atención a Emergencias***

Esta operación corresponde a Operaciones varias, las que permitan atender situaciones calificadas como de emergencia.

Se efectúan trabajos tales como: Relleno de Erosiones, Protección de Terraplenes, Extracción de derrumbes, etc. Los trabajos se deberán efectuar, en un plazo no mayor a 24 horas desde la petición formal de la Fiscalización, el equipo con las características mínimas que se indican:

- 2 Volquetes de 6 m<sup>3</sup>.
- 1 Cargador Frontal de ruedas neumáticas de 1 m<sup>3</sup>.
- 1 Rodillo vibratorio autopropulsado
- 1 Retroexcavadora de ruedas neumáticas
- 1 Camión grúa
- 1 Cuadrilla de Emergencia con 4 peones y 1 jornalero.

Este equipo será el necesario para efectuar todas las operaciones de mantenimiento de la carretera y deberá estar disponible y operativo en caso de que se lo requiera este caso.

En caso de accidentes viales se deberá actuar con el menor tiempo posible desde que se conoce el evento de forma que agentes correspondientes se movilicen a la zona donde se ha producido la incidencia y puedan controlar la situación de la manera más oportuna.

Se trata de resolver el problema de forma rápida, evitando en lo posible molestias a los usuarios, se debe colocar la señalización necesaria para ordenar el tráfico,

generar desvíos en caso de requerirse, letreros, conos y manteniendo al personal intercomunicados para dar flujo al tráfico.

Se consideran 2 atenciones de emergencia al año.

### **9.3. Conservación extraordinaria**

Son operaciones variadas que se ejecutan en determinados momentos de la vida de la carretera y en general no antes de que haya transcurrido un cierto número de años, el objetivo es devolver a la situación inicial las características de los elementos de la carretera que han agotado su vida útil o están próximos a hacerlo.

Las actividades a desarrollar como parte de las actuaciones de conservación extraordinaria para la carretera Cuenca – Léntag son las siguientes:

- Renovación de las características superficiales del pavimento
- Refuerzos de pavimento
- Fresado y reposición de pavimento
- Reposición de señalización horizontal

#### **9.3.1. Programación de la conservación extraordinaria**

Para realizar una estrategia de mantenimiento se debe tener en cuenta la variación de algunos parámetros a lo largo del periodo de operación de la carretera, las actuaciones que se desarrollan en este bloque cumplen con tres objetivos primordiales:

- Una adecuada *resistencia al deslizamiento* a fin de que el pavimento proporcione una suficiente seguridad a los vehículos que circulan por él.
- Una *regularidad superficial* acorde con el trazado de la vía y las velocidades normales de recorrido, de manera que la rodadura sea cómoda para el usuario.
- Una *resistencia estructural* suficiente para el tráfico que ha de soportar la carretera.

Para mantener un adecuado nivel de calidad se recurre a diversas tareas de mantenimiento. (Bañon Blázquez José, 2000).

La programación de la conservación extraordinaria se realiza a partir de una inspección visual realizada directamente sobre el terreno por técnicos cualificados a fin de detectar y cuantificar los deterioros existentes, esta inspección permite caracterizar el estado funcional y de servicio de la carretera. Esta inspección se complementa por un análisis de auscultación de pavimentos donde se determina las características superficiales y estructurales del pavimento.

Las características superficiales de los pavimentos no están directamente relacionadas con la resistencia estructural del mismo, sino que dependen de la



naturaleza y del acabado de la capa de rodadura, de ellas dependen en gran medida la seguridad y comodidad de la circulación.

La adherencia entre el neumático y el pavimento es el factor fundamental que permite que la circulación pueda llevarse a cabo con seguridad, esta adherencia va disminuyendo con el tiempo debido al efecto de pulimento causado por el tráfico sobre el pavimento, para determinar este valor de adherencia se realizara un análisis de la **resistencia al deslizamiento** mediante la medición en continuo del coeficiente de rozamiento transversal CRT.

El CRT se determina mediante el SCRIM británico (Sideways-force Coefficient Routine Investigation Machine) Ilustración 52, la rueda de medición que es lisa, estrecha e inclinada va montada dentro del propio camión, éste lleva un dispositivo de riego para mojar la superficie delante de la rueda. La velocidad de medición es de 50km/h. la rueda, cargada con una masa de 200 kg forma un ángulo de 20° con la trayectoria del camión, se dispone de equipos especiales para la adquisición y procesamiento de la información obtenida.

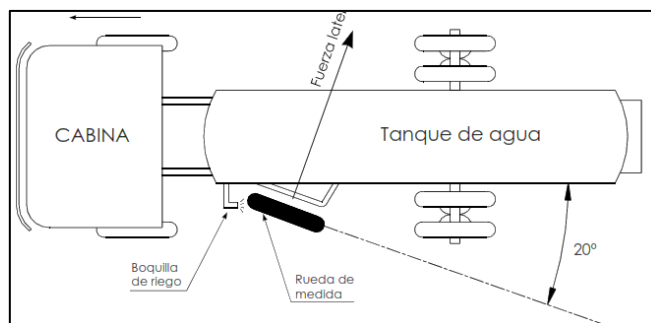


Ilustración 52 Equipo SCRIM para medición del CRT

La **regularidad superficial** es otra medida del comportamiento funcional de un pavimento, a veces la única característica que percibe el usuario, fundamentalmente a través de la sensación de mayor o menor comodidad en la circulación, para determinar la regularidad superficial de un pavimento se ha puesto en empleo el Indicador Internacional de Regularidad (*International Roughness Index, IRI*)

Para definir el IRI se emplea un modelo matemático que simula la suspensión y las masas de un vehículo tipo circulando a una velocidad de 80km/h. El IRI en un punto de una carretera se define como el cociente entre el desplazamiento relativo acumulado por la suspensión del vehículo tipo y la distancia recorrida por dicho vehículo. Se expresa milímetros por metro o lo que es lo mismo, metros por kilómetro; un valor de 2 denota una excelente regularidad superficial.

El IRI se determina mediante el equipo francés llamado analizador de la regularidad superficial (ARS) (Ilustración 53), se miden las oscilaciones debidas a las irregularidades del pavimento de un péndulo inercial que va montado sobre un remolque, el vehículo circula integrado al tráfico de la carretera.

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

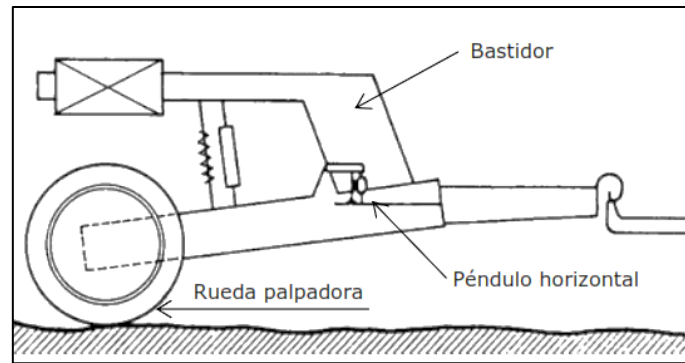


Ilustración 53 Analizador dinámico del perfil longitudinal

Para que la carretera sea cómoda para el usuario la Norma Ecuatoriana MOP-001-F-2002 impone un valor máximo de 2.5 m/km para carreteras recién reparadas.

Y para garantizar que el pavimento sea capaz de soportar el tráfico que la demanda se debe evaluar la **resistencia estructural** del mismo a través de la medición de las deflexiones.

La auscultación de la capacidad estructural del pavimento se suele realizar con unos equipos que aplican una sollicitación tipo y miden la respuesta de la estructura, el equipo para medir la deflexión como parámetro evaluador de la capacidad resistente del pavimento será el deflectógrafo Lacroix, es un equipo que consta básicamente de dos vigas montadas en paralelo, una para cada huella, sobre un camión que miden las deflexiones cada 5 metros, a una velocidad de 3 – 4 km/h. El ensayo consiste en la medida de deflexión vertical puntual de una superficie del pavimento, producida por la aplicación de una carga normalizada, que se transmite a través de las ruedas gemelas del eje simple trasero de 13 Ton del vehículo que porta el deflectógrafo. (Bañon Blázquez José, 2000)



Ilustración 54 Deflectógrafo Lacroix

Las 3 mediciones (CBR, IRI y deflexiones) se realizarán a lo largo de toda la carretera, sin embargo se tramificará la carretera de forma general en los 3

tramos en los que se ha hecho el análisis general de la carretera, es decir Cuenca – Tee de Cumbe, Tee de Cumbe – Tee de Girón y Tee de Girón – Léntag. Pero además según las características propias del sitio, características de la plataforma (desmonte, terraplén o media ladera) y de sus condiciones de drenaje.

Y para cada carril se hará según los resultados de la inspección visual realizada, resultados de deflexiones así como la resistencia al deslizamiento y la regularidad superficial, la sección estructural del pavimento y resultados de sondeos o calicatas adicionales.

El análisis conjunto de la información permitirá realizar una tramificación de la carretera en tramos homogéneos para su estudio y para la definición de las posibles actuaciones de renovación, refuerzos o rehabilitación. Salvo justificación en contrario, la longitud de los tramos estará comprendida entre 200 y 1000 m.

En la tramificación se estudiarán especialmente los casos en que existan discrepancias entre los valores de la deflexión en relación con la sección estructural del pavimento y el aspecto superficial del mismo, con el fin de conocer las razones de tales discrepancias, efectuando eventualmente trabajos complementarios de reconocimiento (nuevas medidas de auscultación, sondeos, calicatas, etc.), que permitan evaluar con la mayor precisión posible la solución del tramo en estudio. (Dirección General de Carreteras de España, n.d.-b)

Todas las evaluaciones se realizaran cada 5 años sobre la carretera.

#### **9.3.1.1. Renovación de las características superficiales del pavimento**

Cuando el ensayo realizado para medir la resistencia al rozamiento arroje valores de CRT menores a 0,50 según lo que indica la Norma Ecuatoriana MOP-001-F-2002 se aplicará una capa de microalglomerado discontinuo en caliente de 3 cm de espesor, con áridos de tamaño máximo 12 mm para mejorar las características superficiales.

Considero que en 10 años se realizara una vez este trabajo en la tercera parte de la longitud de la carretera

#### **9.3.1.2. Refuerzos de pavimento**

El refuerzo de pavimento se aplicara sobre los tramos donde se requiera a partir de la evaluación de las deflexiones, según la norma española de recrecimiento de pavimentos existentes Tabla 5, Norma 6.3 IC, ya que en Ecuador no tenemos una regulación sobre este tema.

DEFLEXIÓN DE CÁLCULO ( $d_c$ ) ( $10^{-2}$ mm)	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2	T3	T4
0-40	10		ZONA DE ACTUACIÓN PREVENTIVA			
40-60	12	10	8			
60-80	15	12	10	8		
80-100	18	15	12	10	5	
100-125		18	15	12	8	5
125-150			18	15	10	6
150-200				18	12	8
> 200						ZONA DE ESTUDIO ESPECIAL

Tabla 12 Espesor en cm de recrecimiento con mezcla bituminosa según deflexiones

Considero un refuerzo en 10 años sobre el 10% de la longitud de la carretera.

### 9.3.1.3. Fresado y reposición de pavimento

Cuando el ensayo realizado para determinar el IRI, de valores diferentes a lo establecido en la tabla siguiente obtenida de la tabla 542.14.b del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) (Dirección General de Carreteras de España, n.d.-a) se deberá realizar el fresado de 1 pulgada del pavimento del tramo y recuperar el espesor con una nueva capa de pavimento flexible.

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	TIPO DE VÍA			
	CALZADAS DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS		RESTO DE VÍAS	
	ESPESOR DE RECRECIMIENTO (cm)			
	> 10	≤ 10	> 10	≤ 10
50	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 2,0
80	< 1,8	< 2,0	< 2,0	< 2,5
100	< 2,0	< 2,5	< 2,5	< 3,0

Tabla 13 Índices de regularidad IRI Norma NLT-330

En el caso del fresado y reposición para recuperar la regularidad superficial de la carretera se toma en consideración un 5% de la longitud total de la carretera.

El fresado y reposición de pavimento se realizara también como una alternativa para el refuerzo del pavimento, consistirá esta solución en la eliminación y retirada por medios mecánicos de los materiales que componen el firme hasta la profundidad precisa y su reposición con el mismo espesor de mezclas bituminosas.

La eliminación parcial y reposición alcanzarán a todas las zonas y capas del pavimento que presenten agotamiento estructural o vida residual insuficiente. Para la delimitación de la superficie y de la profundidad de esta solución se partirá

de los valores de la deflexión patrón en los diferentes puntos de medida y de los resultados de una inspección visual detallada. (Dirección General de Carreteras de España, n.d.-b)

Se considerará que el pavimento tiene una vida residual insuficiente siempre que el valor de la deflexión patrón en un punto determinado supere el valor de 75 ( $10^{-2}$  mm) según la Tabla 14, obtenida de la Norma 6.3 IC. Para el tráfico T1 correspondiente la carretera en estudio.

TABLA 3. UMBRALES DEL VALOR PUNTUAL DE LA DEFLEXIÓN PATRÓN ( $10^{-2}$ mm) PARA EL AGOTAMIENTO ESTRUCTURAL				
3.A – FIRMES FLEXIBLES Y SEMIFLEXIBLES				
CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO				
T00 y T0	T1	T2	T3	T4
50	75	100	125	150 (*) 200 (**)

(\*) Firmes con espesor de pavimento bituminoso  $\geq$  5cm  
(\*\*) Firmes con espesor de pavimento bituminoso  $<$  5cm

Tabla 14 Deflexiones para fresado y reposición de pavimentos

En el caso del fresado y reposición como refuerzo del pavimento de la carretera se toma en consideración un 10% de la longitud total de la carretera una vez en 10 años.

#### 9.3.1.4. Reposición de señalización horizontal

Esta acción consiste en la renovación de la señalización horizontal de la carretera, tomando en cuenta que después de las actuaciones correspondientes a la limpieza y al propio uso de la carretera, éstas habrán perdido visibilidad y sobre todo la retroreflectividad siendo este último parámetro el que más afecta a la seguridad de la vía, sobre todo en la noche y en eventos de lluvia o neblina muy frecuentes en la zona.

Para determinar si es que se requiere una aplicación de señalización horizontal se realizara el ensayo de retroreflectividad mediante un retrorreflectómetro de 30 metros. La retroreflectividad de las demarcaciones del pavimento deberá ser evaluada con base a lo especificado en la norma ASTM D 6359. Tomando en cuenta que la demarcación horizontal deberá cumplir con los siguientes valores mínimos de retroreflectividad (coeficiente de luminancia retrorreflejada RL) de 160  $\text{mcd.lux}^{-1}.\text{m}^{-2}$  para demarcaciones color blanco y 150  $\text{mcd.lux}^{-1}.\text{m}^{-2}$  en demarcaciones color amarillo.





Ilustración 55 Retrorreflectómetro de 30 metros

La reposición de la señalización horizontal se debe considerar con una periodicidad de dos años, que es cuando se supone que éstas han perdido su capacidad retroreflectiva al tratarse de pinturas termoplásticas y microesferas de sílice que se desprenden ante el paso de los vehículos.

#### 9.4. Valoración económica

Para la valoración económica de las actividades de conservación ordinaria se ha tomado en cuenta la frecuencia y las cantidades con la que se debe realizar cada actividad a lo largo de un año en base al análisis realizado.

En el caso de la conservación extraordinaria se ha dividido las actuaciones de 10 años de conservación, según como planteo desarrollar el contrato, entre 10 para obtener el coste anual de conservación.

A continuación se muestra la tabla del presupuesto anual de conservación de la carretera:

CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA CUENCA - LÉNTAG DE 55.6 KILÓMETROS PRESUPUESTO ANUAL					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
<b>1</b>	<b>CONSERVACIÓN ORDINARIA</b>				<b>54,184.28</b>
<b>1,001</b>	<b>Conservación de la Faja Vial</b>				<b>4,003.20</b>
1,001,001	Desbroce y limpieza del terreno	m2	200,160.00	0.02	4,003.20
<b>1,002</b>	<b>Conservación de la Plataforma</b>				<b>15,873.70</b>
1,002,001	Limpieza manual de la calzada	m2	600,480.00	0.01	6,004.80
1,002,002	Limpieza mecánica de la calzada	m3	16,680.00	0.04	667.20
1,002,003	Bacheo superficial	m3	50.00	134.69	6,734.50
1,002,004	Sellado de fisuras y grietas	m	550.00	0.68	374.00
1,002,005	Fresado y reposición de zonas localizadas	m3	10.00	197.12	1,971.20
1,002,006	Limpieza de derrumbes	m3	50.00	2.44	122.00
<b>1,003</b>	<b>Conservación de Drenaje</b>				<b>21,162.96</b>
1,003,001	Limpieza de cunetas revestidas	m3	5,560.00	0.26	1,445.60
1,003,002	Limpieza de alcantarillas	u	700.00	24.88	17,416.00
1,003,003	Limpieza de zanjas de coronación	m3	1,668.00	1.02	1,701.36
1,003,004	Limpieza y mantenimiento de puentes	m2	1,200.00	0.50	600.00

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

<b>CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA CUENCA - LÉNTAG DE 55.6 KILÓMETROS PRESUPUESTO ANUAL</b>					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
<b>1,004</b>	<b>Conservación de Señalización y Barreras de Seguridad</b>				<b>3,135.00</b>
1,004,001	Limpieza y reposición de marcas viales	u	5,000.00	0.45	2,250.00
1,004,002	Limpieza y reposición de señalización vertical	u	500.00	0.85	425.00
1,004,003	Mantenimiento y reposición de barreras de seguridad	m	500.00	0.92	460.00
<b>1,005</b>	<b>Conservación de Taludes</b>				<b>6,004.80</b>
1,005,001	Reperfilado de taludes	m2	166,800.00	0.03	5,004.00
1,005,002	Limpieza de bermas	m2	100,080.00	0.01	1,000.80
<b>1,006</b>	<b>Atención a emergencias</b>				<b>4,004.62</b>
1,006,001	Atención a emergencias	global	2.00	2,002.31	4,004.62
<b>2</b>	<b>CONSERVACIÓN EXTRAORDINARIA</b>				<b>867,662.68</b>
2,001	Carpeta de microalglomerado 3cm	m2	13,886.00	39.26	545,164.36
2,002	Carpeta Asfáltica 02"	m2	4,170.00	41.00	170,970.00
2,003	Fresado y reposición de zonas localizadas	m3	261.00	197.12	51,448.32
2,004	Reposición de señalización horizontal	m	111,200.00	0.90	100,080.00
<b>A</b>	<b>SUBTOTAL</b>				<b>921,846.96</b>
<b>Este precio incluye costos directos e indirectos del 15%, no incluye IVA</b>					
<b>B</b>	<b>CONTROL DE EJECUCIÓN</b>				<b>106,012.40</b>
	Fiscalización y Supervisión MTOP	10%			92,184.70
	Póliza de Seguro	1.50%			13,827.70
<b>A+B</b>	<b>TOTAL GENERAL (USD)</b>				<b>1,027,859.36</b>

**PRECIO TOTAL ANUAL DE CONSERVACIÓN:** UN MILLÓN VEINTE Y SIETE MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE CON 36/100 DÓLARES DE LOS ESTADOS UNIDOS 87766 DE AMÉRICA



## **10. GESTIÓN DE LA CONSERVACIÓN VIAL**

Como se indicó anteriormente, el ente encargado de velar por la conservación de la red vial estatal es el Ministerio de Transportes y Obras Públicas (MTO), sin embargo no es habitual la contratación para explotación y mantenimiento de carreteras en el país, lo que se hace normalmente es la contratación de mantenimiento rutinario de tramos menores a microempresas para que se lleve a cabo un mantenimiento menor sobre todo de cunetas y obras de drenaje menor, y desbroce de bermas mientras que la conservación periódica se hace como obra. Los gastos que se realizan son más bien con fines de rehabilitación o reconstrucción de carreteras y no al tratamiento preventivo y de conservación.

En Ecuador el transporte terrestre se solventa casi exclusivamente por medio de vehículos en carretas, calles etc., el transporte por medio del ferrocarril es marginal en la actualidad y únicamente se trata de viajes turísticos, es por eso que este medio se debe conservar siempre en estado operable y de vialidad de forma que pueda prestar a los usuarios un servicio de calidad que satisfaga las necesidades de movilidad así como un soporte de las actividades económicas y un medio de integración territorial.

Para ello, una vez puesta en servicio la infraestructura, hay que gestionarla, efectuando una serie de actividades de explotación y conservación donde se incluya fundamentalmente la preservación del valor patrimonial de la red viaria.

Los activos principales de una carretera son sus trazados, sus pavimentos, equipamientos y sus singularidades, el conocimiento cualitativo y cuantitativo de estos activos permite establecer estrategias de inversión eficientes, optimizando los recursos materiales y económicos. (ASEFMA, 2011)

Cuando una carretera se fisura y empiezan a aparecer baches, es cuando se piensa que es necesario realizar un refuerzo o una actuación sobre la misma. La buena gestión de carreteras implica el prever los sitios en donde hay que actuar en contra de la tendencia a actuar en función de lo que se ve. (GEOCISA)

### **10.1. Implementación de un sistema de conservación para las carreteras del Ecuador**

Para poder desarrollar de forma correcta las actividades de conservación es primordial contar con una política sobre la cual se pueda apoyar una adecuada planificación de las actividades.

La manera en la que se efectuará este procedimiento para el país será la siguiente:

- El MTO será la entidad encargada de llevar a cabo la explotación de las carreteras y será la que realice la supervisión y fiscalización de las actividades, se encargará de controlar los umbrales relacionados con las características de la vía, estableciendo penalidades por su incumplimiento.
- Se establecerá una estructura operativa dedicada a la conservación vial, una empresa que gestione el mantenimiento de carreteras a través de contratos plurianuales.

Las actividades de conservación requieren de personal especializado, materiales y equipos, almacenes y talleres, y un centro de operaciones con un adecuado sistema de comunicaciones.

- Para poder financiar la conservación se crearán unos fondos destinados a la conservación vial, éstos provendrán de una pequeña reducción del subsidio de combustibles que actualmente tiene el Ecuador, -el subsidio de combustible en el país es algo superior al 50%- destinando el monto de esta reducción a la conservación de vías que son el medio por donde circulan los consumidores de los productos subsidiados.

#### **10.1.1. Empresa contratista**

La naturaleza del contrato hace conveniente que el contratista sea una empresa de gestión de conservación en todo sentido, es decir una empresa con capacidad de manejar la infraestructura vial: prever con anticipación las necesidades de conservación, de modo de cumplir siempre con las condiciones de estado, y disponer oportunamente la ejecución de obras apropiadas. Ello requiere conocimiento de técnicas de auscultación, de la forma en la que los caminos se degradan y las medidas adecuadas para contrarrestarlos, afán de innovación tecnológica, así como de técnicas de planificación y evaluación económica en el campo vial, para buscar la optimización técnica y de costos de las operaciones de conservación, y espíritu de apertura a los usuarios, quienes son los verdaderos clientes de un servicio de caminos en buen estado. Además debe contar con capacidad de financiar temporalmente parte del costo de la conservación, así como para otorgar garantías suficientes por buen desempeño.

La presencia de contratistas tradicionales de caminos no parece estrictamente indispensable en una empresa de gestión, sin que por ello deba descartarse. Desde luego, pueden aportar su experiencia en la ejecución de obras, pero este no es el aspecto más relevante, sino la actividad intelectual de toma de decisiones. (Bull & Zietlow, 2001)

La elección de la empresa encargada de realizar las labores de conservación se determinará mediante una licitación pública donde se invitará a presentar ofertas a por lo menos cinco proveedores registrados en el Portal de Compras Públicas, escogidos por sorteo público, se presentarán las bases del concurso en donde se indicará el equipo, personal y experiencia mínima para entrar al concurso, donde se fijan las obligaciones del contratista así como las especificaciones técnicas de cada una de las operaciones de conservación, así como un presupuesto referencial basado en la programación de conservación según el estudio realizado de la vía.

Para las actividades de conservación tanto ordinarias como extraordinarias, los pagos se realizarán de forma mensual y se exigirá que el estado de las carreteras se mantenga en todo momento por encima de los umbrales establecidos en los niveles de servicio.

Entonces, la empresa que cumpla con todos los requisitos solicitados, y presente un menor precio a la baja del referencial, para garantizar los parámetros establecidos será a la cual se adjudique el contrato.

La empresa deberá contar con un campamento donde se dispondrá de todo el equipo mínimo necesario para las labores de conservación ubicado en las inmediaciones de la carretera a conservar, ubicado de manera que se pueda dar una respuesta oportuna a cualquier situación de la forma más oportuna.

### Equipo Mínimo

N°	PERSONAL	CANTIDAD
1	Camioneta de trabajo	1
2	Camión de carga	2
3	Volquetes de 6 m3.	2
4	Cargador Frontal de ruedas neumáticas de 1 m3.	1
5	Rodillo vibratorio autopropulsado	1
6	Retroexcavadora de ruedas neumáticas	1
7	Camión grúa	1

El campamento deberá estar equipado con un despacho en donde se lleve a cabo el proceso administrativo y de control correctamente equipada con equipos de comunicación como radios, telefonía fija y móvil, internet, etc., un área de estacionamiento para los equipos, un almacén en donde se mantendrá el stock de materiales necesarios para cada una de las actividades de conservación, un tanque de combustible para los equipos así como un taller para realizar las reparaciones de los mismos y de los elementos de la carretera que lo requieran.

### Recursos Humanos y Técnicos

N°	PERSONAL	CANTIDAD
1	Director del proyecto	1
2	Residente de conservación	2
3	Maestro Mayor	2
4	Mecánico	1
5	Ayudante de Mecánica	1
6	Bodeguero	1
7	Peón	10
8	Operador de maquinaria pesada	2
9	Ayudante	2
10	Vigilante de seguridad	1

#### 10.1.2. Financiación de la conservación

En muchos países se ha realizado un gran esfuerzo desde las últimas décadas del siglo XX para atender las nuevas demandas del transporte y corregir el consiguiente déficit de infraestructuras, las inversiones en éstas han aumentado

considerablemente su valor patrimonial y, por lo tanto, las necesidades de conservación, cuyos gastos anuales deberían ser del 2 al 3% de dicho valor.

La necesidad de la conservación vial en el Ecuador es un tema que debe ser tratado con mayor seriedad por parte del Gobierno Nacional, es por eso que se debe contar con un fondo propio destinado a este fin, de forma que se cuente continuamente con recursos económicos para solventar los gastos generados para proteger, cuidar y mantener los activos viarios, se debería redistribuir los valores destinados al subsidio de combustibles que el en Ecuador es, si no el más alto, el más importante, con cerca de 3,500 millones de dólares al año. (Cecilio Moreno, 2015).

La disminución en un pequeño porcentaje de este valor de subsidio, permitiría que con el mismo presupuesto general del estado, se destine un fondo para la conservación vial. Se concientizaría a la ciudadanía alegando que esta alza en el precio del combustible se vería reflejada en la calidad de la infraestructura viaria del Ecuador para el beneficio propio de los usuarios. Es decir que los fondos provendrían de los propios usuarios de las carreteras a través de un impuesto añadido al coste del combustible.

### **10.1.3. Conservación por niveles de servicio**

En algunos países iberoamericanos se implantaron en la década de los noventa los denominados *contratos de conservación vial por resultados*, promovidos por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina (CEPAL). La única exigencia de este tipo de contratos es que el estado de las vías se mantenga en todo momento por encima de unos determinados umbrales establecidos en las bases de licitación, la administración se obliga a controlar esos umbrales, estableciendo penalizaciones por su incumplimiento y pudiendo rescindir el contrato si el grado de incumplimiento resulta inadmisibles.

Brasil, Colombia, Guatemala, Honduras, Perú y Uruguay empezaron a otorgar contratos pilotos de conservación por niveles de servicio o estándares. La mayoría de los contratos abarcan el mantenimiento rutinario y en algunos casos, también mantenimiento periódico y rehabilitaciones puntuales. En la mayoría se trata de contratos pilotos de conservación vial, salvo en Argentina y Uruguay donde más que 50% de las redes viales nacionales se conserva bajo el nuevo esquema de contratación. (Bull & Zietlow, 2001)

La conservación a través de niveles de servicio se trata de un tipo de conservación que se basa en el desempeño de la gestión de la conservación de carreteras. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú define a los niveles de servicio como “Indicadores que califican y cuantifican el estado del servicio de una vía, y que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales puede evolucionar su condición superficial, funcional, estructural, y de seguridad”.

Es decir se trata de parámetros que permiten medir el grado de calidad y de desempeño de las actuaciones de conservación buscando relacionarla con la calidad del servicio que recibe el usuario, el principal objetivo es que el propio

contratista asegure el cumplimiento de los estándares estipulados en las vías, sin necesidad de que sea perseguido por la supervisión. Es el contratista el que decide que tareas se deben desarrollar y cuando se deben ejecutar de forma que no sobrepasen los umbrales marcados.

Los niveles de servicio marcados por la administración se fijara según el tipo de superficie de rodadura y en función de la importancia de cada camino y su estado inicial, es decir que las exigencias serán mayores para caminos de primer orden que tengan alto tráfico.

Los pagos se realizaran según el grado de cumplimiento de las condiciones establecidas verificado mediante parámetros objetivos, y no se tomará en cuenta las cantidades de obra ejecutadas. Se establecen tarifas mensuales por kilómetro de vía en función del tipo de vía. El monto mensual permanece constante al cumplimiento de los parámetros establecidos, caso contrario se aplicarán sanciones por incumplimiento que serán descuentos establecidos por concepto de servicio ineficiente.

En los contratos por niveles de servicio, el contratista tiene un fuerte incentivo financiero para ser eficiente. Para maximizar sus beneficios deberá reducir sus actividades al menor volumen posible por medio de intervenciones diseñadas de manera inteligente y que sin embargo aseguren que se alcancen y mantengan a lo largo del tiempo, los niveles predeterminados de servicio. (Castellanos, 2011)

La evaluación del estado de la vía se realizará de forma mensual por parte de la administración. Se evaluará de forma aleatoria los diferentes niveles de servicio de 1 km de vía cada 10, dividiéndolos por hectómetros.

Para el cálculo de nivel de servicio global de la carretera -y con ello el pago mensual correspondiente- se cuantificará el porcentaje de cumplimiento mediante ponderaciones y en función del peso de cada uno de los elementos viales según su importancia (el aspecto de mayor peso será la calzada seguido por las condiciones de drenaje y seguridad).

Si el porcentaje de cumplimiento es del 100% se lo otorgaría la totalidad del valor mensual, caso contrario el monto que se otorgaría al contratista será:

$$\text{Monto a otorgar} = \text{monto mensual} \times \left(1 - \sum \text{coeficiente de ponderación}\right)$$

Para el caso de la Carretera Cuenca – Léntag, se propone un tipo de contrato denominado “Contrato de Recuperación y Mantenimiento” aplicado en Argentina, Brasil Colombia y Uruguay: el objeto del contrato será la rehabilitación inicial (durante el primer año) con diseño oficial, de los sectores en mal estado y de las características necesarias para dejar la carretera en óptimas condiciones; y la conservación de la carretera durante 10 años.

La conservación se paga mediante suma alzada mensual por kilómetro según el estudio realizado y en base a niveles de servicio determinados.

Los límites admisibles así como los parámetros y características que se emplearán en el contrato de conservación serán los siguientes:

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador, Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

Límites admisibles para contratos de conservación por niveles de servicio						
Parámetro	Componente	Característica o Defecto	Límite Admisible	Coefficiente de ponderación	Incidencia	Total
Conservación de la Faja Vial	Faja del camino	Vegetación (hierbas)	Altura en accesos <20 cm y <1 m en resto faja, no deberá interferir con escurrimientos y visibilidad de señales. No habrá troncos con diámetro mayor a 150 mm.	0.07	7%	10%
	(derecho de vía)	Elementos extraños (basura, material, etc.)	No se admiten	0.03	3%	
Conservación de la plataforma	Calzada	Elementos extraños (basura, material, etc.)	No se admiten	0.03	3%	40%
	Pavimento Flexible	Baches abiertos	No se admiten	0.08	8%	
		Resistencia al deslizamiento	CRT >0.40	0.07	7%	
		Regularidad superficial	IRI < 3.0 m/km	0.07	7%	
		Resistencia Estructural	Deflexión de cálculo < 40 (10-2 mm)	0.07	7%	
		Grietas (reflejadas)	Completamente selladas	0.03	3%	
		Fisuras	Máximo 10% del área inspeccionada	0.03	3%	
Hundimientos y ahuellamientos	Máximo 15 mm	0.02	2%			
Conservación de drenaje	Cuneta revestida	Grietas	Completamente selladas	0.02	2%	20%
		Fisuras	30% del área inspeccionada	0.02	2%	
		Unión con pavimento	Completamente sellada	0.02	2%	
	Sistema de drenaje (zanjas de coronación, cuentas, alcantarillas, etc.)	Obstrucciones y embanques	Máximo 10% de la sección del elemento, debe permitir el escurrimiento	0.07	7%	

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador, Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

Límites admisibles para contratos de conservación por niveles de servicio						
Parámetro	Componente	Característica o Defecto	Límite Admisible	Coefficiente de ponderación	Incidencia	Total
	Puentes y estructuras mayores	Drenaje de la estructura	Limpio, deberá permitir el libre escurrimiento.	0.03	3%	
		Elementos	Barandas y elementos de contención completos y en perfecto estado.	0.04	4%	
Conservación de señalización y barreras de seguridad	Marcas viales	Tachas y balizas	Completos y limpios	0.03	3%	15%
	Señalización Vertical	Letreros	Completos, limpios y correctamente instalados.	0.04	4%	
	Señalización horizontal	Retro reflexión	Coefficiente de luminancia retrorreflejada > 160 mcd/lux/m2 (color blanco) y 150 mcd/lux/m2 (color amarillo)	0.03	3%	
	Barreras de Seguridad	Biondas	Completas y limpias. Desplazamiento <100 mm de la línea teórica y en elementos verticales <50 mm	0.05	5%	
Conservación de taludes	Taludes y bermas	Vegetación (hierbas)	Altura <20 cm en taludes y <1 m en bermas. No deberá interferir en escurrimientos	0.03	3%	10%
		Estabilidad	Desprendimientos máximos de 1m3	0.07	7%	
Atención a emergencias	Atención a emergencias	Tiempo de respuesta	Menor a 30 minutos	0.05	5%	5%

MA: mezcla asfáltica; H: hormigón; TS: Tratamiento bituminoso

100% 100%



El desafío es avanzar hacia una aplicación más integral del concepto de gestión de conservación que fuera planteado originalmente por el CEPAL, según el cual un contratista se hace cargo integralmente y a largo plazo (por más de 10 años) de un conjunto de caminos, asumiendo las acciones rutinarias y periódicas y eventualmente, las rehabilitaciones que fueren necesarias, con diseños propios, con la obligación de rendir cuenta periódica de los resultados alcanzados, todo ello dentro de las condiciones de estado fijadas por el organismo vial competente.

## **11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La Red Vial del Ecuador, luego de las intervenciones realizadas por el Gobierno ha conseguido que más del 68 % de ésta se encuentre en buenas condiciones, sin embargo el paso del tiempo y condiciones diferentes a las pronosticadas al momento del diseño han hecho que el estado de algunas de ellas comiencen a presentar problemas de forma temprana requiriendo, por este motivo, actuaciones de mejora para su óptimo funcionamiento.

La explotación vial en el Ecuador no se encuentra potenciada de una forma adecuada, existen casos de concesiones de peaje en carreteras de primer orden pero son casos muy puntuales que no representan más del 16%, sin embargo más del 75% de las carreteras están siendo administradas directamente por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas de una forma deficiente, no existe una planificación en cuanto a temas de explotación, lo que ha provocado que las infraestructuras estén sujetas a su utilización sin mayor control y sobre todo sin un seguimiento de la evolución de sus elementos.

La conservación vial se ha limitado a un mantenimiento rutinario del sistema de drenaje y de la faja vial a cargo de microempresas de trabajadores aledaños a la zona por donde discurre la carretera. En cambio para la calzada, se ha trabajado de forma reactiva ante deterioros avanzados al punto en que se requieren intervenciones más costosas ya que generalmente implica una rehabilitación o reconstrucción. En vez de que se realice un seguimiento de la evolución de los elementos que forman parte de la infraestructura para mantener en buen estado la inversión se espera a que existan problemas para actuar.

En el Ecuador no existe una normativa que indique como se debe realizar la conservación en cuanto a su gestión, únicamente se tienen manuales de carreteras que más bien se tratan de especificaciones técnicas para las diferentes actividades de conservación.

Es necesario incorporar en el país un sistema de conservación de carreteras desarrollado como un sistema de gestión que priorice las actuaciones necesarias de forma que se ejecuten actuaciones oportunas y eficientes reduciendo las inversiones a largo plazo, alargando la vida útil de la infraestructura y mejorando la calidad de vida de los usuarios.

Se debe crear un fondo destinado a la conservación vial en el país, un capital proveniente de la aportación mediante un impuesto sobre el precio del combustible, destinado al beneficio de los aportantes como principales beneficiarios de buen estado de las infraestructuras viales, ya que mejorara la calidad de vida, tiempos de recorridos, mantenimiento de los vehículos, entre otros.

La conservación de carreteras por niveles de servicio es una alternativa coherente con el medio que debe ser ejecutada con el fin de valorar las actuaciones por parte de la administración y motivar al contratista de conservación a realizar el mejor esfuerzo posible en sus actuaciones para que sean rentables.

Los niveles de servicio, deben reflejar un equilibrio entre las exigencias de confort, seguridad y menores costos por parte del usuario, y el estándar de la carretera en relación a su funcionalidad, demanda y condiciones orográficas, de tal manera que los recursos sean eficientemente utilizados, y no se malgasten en lograr estándares cuyo beneficio es mínimo al confort y la seguridad.

Para que una carretera pueda ser conservada mediante esta alternativa de contratación es necesario que se encuentre en perfecto estado. El caso de aplicación de este trabajo, la carretera Cuenca – Léntag de 55,6 kilómetros de longitud, tiene un costo inicial de rehabilitación de 26'514,701.81 USD y un costo anual de conservación de 1'027,859.36 USD. Es decir que el coste mensual estimado para las actividades de conservación es aproximadamente 1,500 USD/km para esta carretera.

El costo estimado para conservación ordinaria anual es de 54,184.28 USD. mientras que los correspondientes a conservación extraordinaria ascienden a 867,662.68 USD.

En la determinación del espesor del recrecimiento del pavimento se realizó un análisis mediante el diseño de pavimentos de la AASHTO 93 donde se determinó un espesor de 12 cm para el IMD del primer tramo de la carretera, al comparar con la Instrucción de Carreteras 6.3 IC para el mismo IMD coincide el espesor de 12 cm, sin embargo para los dos tramos posteriores mediante el método de la AASHTO 93 se determinan 10 cm de recrecimiento y la Instrucción de Carreteras mantiene los 12 cm.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea Constituyente de Ecuador. (2008). Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública R.O. 395. Quito.
- Asamblea Constituyente de Ecuador. (2009). Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema de Contratación Pública. Quito.
- ASEFMA. (2011). Estrategias de conservación: Sistema de Gestión y mantenimiento de activos de carreteras.
- Bañon Blázquez José, L.-B. G. (2000). *Manual de Carreteras*. (C. de O. Ortiz e Hijos S.A., Ed.).
- BID. (2012). *Infraestructura sostenible para la competitividad y el crecimiento inclusivo: estrategia de infraestructura del BID*. Washington D.C. Retrieved from [www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2014/14088es.pdf](http://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2014/14088es.pdf)
- Bull, I. A., & Zietlow, G. (2001). 14th IRF ROAD WORLD CONGRESS Contratos de Conservación Vial por Niveles de Servicio ó por Estándares Experiencias de América Latina, (301).
- Castellanos, V. C. (2011). Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en la República Dominicana. Aplicación carretera Navarrete - Puerto Plata. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA.
- Cecilio Moreno, R. V. (2015). El peso de los subsidios. Retrieved from <http://www.vistazo.com/seccion/pais/el-peso-de-los-subsidios>
- CONSULPROY. (2012). Informe de Tráfico, Estudios de Factibilidad, Impactos Ambientales e ingeniería definitivos de la carretera Cuenca-Girón-Pasaje, Provincia del Azuay. Cuenca - Ecuador.
- Dirección General de Carreteras de España. (n.d.-a). *Firmes y pavimentos : Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. PG-3*. Madrid: Madrid : Ministerio de Fomento, 2004.
- Dirección General de Carreteras de España. (n.d.-b). *Rehabilitación de firmes : Instrucción de Carreteras. Norma 6.3 IC*. Madrid: Madrid : Ministerio de

Fomento, 2003 2005.

Dirección General de Carreteras de España. (1999). *Sistema de gestión de las actividades de conservación ordinaria y ayuda a la vialidad*. (C. de Publicaciones, Ed.) (Vol. 1ra Edició). Madrid.

Hicks, R., Moulthrop, J., & Daleiden, J. (1999). Selecting a preventive maintenance treatment for flexible pavements. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1680), 1–12.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-2:2011 - SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.

Kraemer, C. (2004). *Ingeniería de Carreteras Volumen II*. (C. F. Madrid, Ed.). Madrid España: McGRAW-HILL.

Ministerio de Obras Públicas. (2003). Normas de Diseño Geometrico de Carreteras. Quito.

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. (2003). Norma 6.3 IC: Rehabilitación de Firmes.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2002). *Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes, MOP-001-F-2002*. Quito.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2011). Asociaciones de Conservación Vial. Quito. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=RMApjfKfwT8>

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013a). Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12. *NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12*. Quito.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2013b). Plan Estratégico de Movilidad (PEM), el primer paso firme hacia la transportación del futuro. Retrieved from [http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/05/20-05-2013\\_Reportaje-Especial\\_PEM.pdf](http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/05/20-05-2013_Reportaje-Especial_PEM.pdf)

## **13. ANEXOS**

**Anexo 1: Mapa de la Red Vial de Ecuador**

**Anexo 2: Mapa del estado de la Red Vial**



### Anexo 3: Estudio de tráfico y sobrecarpeta

Se proyectara el pavimento que se va a recrecer mediante métodos de diseño analíticos de la AASHTO 93 del Manual de Diseño de Sobrecarpeteas en Pavimentos Existentes. Así como la Instrucción 6.1 IC de España para tener una comparación entre éstas para cada uno de los tramos de la carretera.

Se colocará una capa de pavimento flexible sobre el pavimento de hormigón de forma que se brinde mayores prestaciones a la carretera tanto para su seguridad como comodidad y asumiendo un menor costo económico y en tiempo para la intervención comparado con un recrecimiento con hormigón hidráulico.

#### Tráfico de diseño

En primer lugar se determina el Número de Ejes Equivalentes (ESAL) para el periodo de diseño a partir del TPDA obtenido en el estudio de tráfico realizado por CONSULPROY en el año 2012.

TPDA POR TRAMOS EN 2012			
	CUENCA - TEE DE CUMBE	TEE DE CUMBE - TEE DE GIRÓN	TEE DE GIRÓN - LENTAG
LIVIANOS	8821	3533	3698
2DA (BUS)	689	265	239
2DB	1255	518	492
3A	433	224	310
2S1	35	11	14
2S2	35	11	18

Tabla 15 TPDA año 2012

Fuente: (CONSULPROY, 2012)

#### Tasas de Crecimiento

Para todos los segmentos se adoptaron las tasas de crecimiento del estudio de tráfico realizado por CONSULPROY. Las tasas de crecimiento determinadas para para el periodo 2015 – 2020 son de 3.88% para los vehículos livianos, 1.5% para autobuses y 3.08% para camiones.

#### Determinación del número de ESAL

La conversión de una carga dada por eje a ESAL se hace a través de los LEF (Factores de Equivalencia de cargas)

Número de ejes acumulados ESAL:

$$ESAL = ADT * TKS * GF * DD * LD * TF * 365$$

ADT: Trafico promedio diario inicial (TPDA)

TKS: Porcentaje de vehículos pesados

GF: Factor de crecimiento que tiene en cuenta el crecimiento en volumen de camiones y en factor de pesados.

DD: Factor de distribución direccional de pesados.

LD: Factor de distribución por sentido para pesados.

TF: Factor camión

Ya que se trata de una carretera de importancia, se trabajara con un índice de serviciabilidad final ( $pt$ ) igual a 2.5.

El cálculo del factor camión ha sido realizado de acuerdo a la tabla de Pesos y Dimensiones permitidos por el MTOP.

Al tratarse de una calzada de dos carriles y doble sentido de circulación incide sobre el carril del proyecto el 50% del total de vehículos pesados.

El factor de crecimiento se determina con la siguiente ecuación

$$GF = \frac{(1 + r)^x - 1}{Ln(1 + r)}$$

Dónde:

r: Tasa de crecimiento vehicular por tipo de vehículo

t: Período de diseño.

Se utilizaron las siguientes tablas para determinar los factores de equivalencia en pavimentos rígidos.

**Tablas de factores de equivalencia (LEFs) para pavimentos rígidos.**

Carga p/eje (kips)	D(pulg)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
4	.003	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002
6	.012	.011	.010	.010	.010	.010	.010	.010	.010
8	.039	.035	.033	.032	.032	.032	.032	.032	.032
10	.097	.089	.084	.082	.081	.080	.080	.080	.080
12	.203	.189	.181	.176	.175	.174	.174	.173	.173
14	.376	.360	.347	.341	.338	.337	.336	.336	.336
16	.634	.623	.610	.604	.601	.599	.599	.599	.598
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.51	1.52	1.55	1.57	1.58	1.58	1.59	1.59	1.59
22	2.21	2.20	2.28	2.34	2.38	2.40	2.41	2.41	2.41
24	3.16	3.10	3.22	3.36	3.45	3.50	3.53	3.54	3.55
26	4.41	4.26	4.42	4.67	4.85	4.95	5.01	5.04	5.05
28	6.05	5.76	5.92	6.29	6.61	6.81	6.92	6.98	7.01
30	8.16	7.67	7.79	8.28	8.79	9.14	9.35	9.46	9.52
32	10.8	10.1	10.1	10.7	11.4	12.0	12.3	12.6	12.7
34	14.1	13.0	12.9	13.6	14.6	15.4	16.0	16.4	16.5
36	18.2	16.7	16.4	17.1	18.3	19.5	20.4	21.0	21.3
38	23.1	21.1	20.6	21.3	22.7	24.3	25.6	26.4	27.0
40	29.1	26.5	25.7	26.3	27.9	29.9	31.6	32.9	33.7
42	36.2	32.9	31.7	32.2	34.0	36.3	38.7	40.4	41.6
44	44.6	40.4	38.8	39.2	41.0	43.8	46.7	49.1	50.8
46	54.5	49.3	47.1	47.3	49.2	52.3	55.9	59.0	61.4
48	66.1	59.7	56.9	56.8	58.7	62.1	66.3	70.3	73.4
50	79.4	71.7	68.2	67.8	69.6	73.3	78.1	83.0	87.1

*Tabla 16 Factores equivalentes, ejes simples, pt=2,5*

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

Carga p/eje (kips)	D(pulg)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001	.0001
4	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005	.0005	.0005	.0005	.0005
6	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002
8	.007	.006	.006	.005	.005	.005	.005	.005	.005
10	.015	.014	.013	.013	.012	.012	.012	.012	.012
12	.031	.028	.026	.026	.025	.025	.025	.025	.025
14	.057	.052	.049	.048	.047	.047	.047	.047	.047
16	.097	.089	.084	.082	.081	.081	.080	.080	.080
18	.155	.143	.136	.133	.132	.131	.131	.131	.131
20	.234	.220	.211	.206	.204	.203	.203	.203	.203
22	.340	.325	.313	.308	.305	.304	.303	.303	.303
24	.475	.462	.450	.444	.441	.440	.439	.439	.439
26	.644	.637	.627	.622	.620	.619	.618	.618	.618
28	.855	.854	.852	.850	.850	.850	.849	.849	.849
30	1.11	1.12	1.13	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
32	1.43	1.44	1.47	1.49	1.50	1.51	1.51	1.51	1.51
34	1.82	1.82	1.87	1.92	1.95	1.96	1.97	1.97	1.97
36	2.29	2.27	2.35	2.43	2.48	2.51	2.52	2.52	2.53
38	2.85	2.80	2.91	3.03	3.12	3.16	3.18	3.20	3.20
40	3.52	3.42	3.55	3.74	3.87	3.94	3.98	4.00	4.01
42	4.32	4.16	4.30	4.55	4.74	4.86	4.91	4.95	4.96
44	5.26	5.01	5.16	5.48	5.75	5.92	6.01	6.06	6.09
46	6.36	6.01	6.14	6.53	6.90	7.14	7.28	7.36	7.40
48	7.64	7.16	7.27	7.73	8.21	8.55	8.75	8.86	8.92
50	9.11	8.50	8.55	9.07	9.68	10.14	10.42	10.58	10.66
52	10.8	10.0	10.0	10.6	11.3	11.9	12.3	12.5	12.7
54	12.8	11.8	11.7	12.3	13.2	13.9	14.5	14.8	14.9
56	15.0	13.8	13.6	14.2	15.2	16.2	16.8	17.3	17.5
58	17.5	16.0	15.7	16.3	17.5	18.6	19.5	20.1	20.4
60	20.3	18.5	18.1	18.7	20.0	21.4	22.5	23.2	23.6
62	23.5	21.4	20.8	21.4	22.8	24.4	25.7	26.7	27.3
64	27.0	24.6	23.8	24.4	25.8	27.7	29.3	30.5	31.3
66	31.0	28.1	27.1	27.6	29.2	31.3	33.2	34.7	35.7
68	35.4	32.1	30.9	31.3	32.9	35.2	37.5	39.3	40.5
70	40.3	36.5	35.0	35.3	37.0	39.5	42.1	44.3	45.9
72	45.7	41.4	39.6	39.8	41.5	44.2	47.2	49.8	51.7
74	51.7	46.7	44.6	44.7	46.4	49.3	52.7	55.7	58.0
76	58.3	52.6	50.2	50.1	51.8	54.9	58.6	62.1	64.8
78	65.5	59.1	56.3	56.1	57.7	60.9	65.0	69.0	72.3
80	73.4	66.2	62.9	62.5	64.2	67.5	71.9	76.4	80.2
82	82.0	73.9	70.2	69.6	71.2	74.7	79.4	84.4	88.8
84	91.4	82.4	78.1	77.3	78.9	82.4	87.4	93.0	98.1
86	102.	92.	87.	86.	87.	91.	96.	102.	108.
88	113.	102.	96.	95.	96.	100.	105.	112.	119.
90	125.	112.	106.	105.	106.	110.	115.	123.	130.

Tabla 17 Factores equivalentes, ejes tándem,  $pt=2,5$

Fuente: AASHTO 93

En base a expuesto anteriormente, a continuación se muestra en forma detallada el cálculo de los ESAL's para los tramos representativos del tráfico que ocurre en

la vía, esto es, Cuenca -Tee de Cumbe, Tee de Cumbe-Tee de Girón y Tee de Girón-Léntag:

### Tramo Cuenca – Tee de Cumbe (PK 0+000 – 14+000)

PRIMER TRAMO	
ADT =	11268
TKS =	21.7
GF =	4.25
DD =	0.5
DT =	1
TF =	4.26
ESALS =	8084301.44 <b>8.08E+06</b>

### Tramo Tee de Cumbe – Tee de Girón (PK 14+000 – 38+000)

SEGUNDO TRAMO	
ADT =	4562
TKS =	22.6
GF =	4.25
DD =	0.5
DT =	1
TF =	4.36
ESALS =	3485664.11 <b>3.49E+06</b>

### Tramo Tee de Girón – Léntag (PK 38+000 – 55+600)

TERCER TRAMO	
ADT =	4771
TKS =	22.5
GF =	4.25
DD =	0.5
DT =	1
TF =	4.63
ESALS =	3854069.85 <b>3.85E+06</b>

### Determinación de espesores del pavimento en zonas con pavimento rígido

El estudio se desarrolla sobre la base de las siguientes hipótesis:

- El pavimento actual estará reparado en su totalidad, esto es, los trabajos de reposición de losas, sellado de juntas y fisuras, se encontrarán concluidos.
- Los sistemas de drenaje estarán construidos y/ó reconstruidos, y en óptimas condiciones de funcionamiento.
- Los trabajos de relleno en la parte posterior del bordillo se encontrarán terminados.

Para conocer los espesores que deberá tener el pavimento para un período de diseño de 5 años, es decir hasta el año 2020, se aplicaron los siguientes criterios:

Para la variable de K, módulo de la subrasante, se asumieron los valores determinados en el estudio CONSULPROY obtenidos mediante la ejecución de varios ensayos de placa.

El valor de la variable J, determinado en función de los ensayos realizados para la medición de deflexiones en la superficie del pavimento.

En cuanto al Módulo de Rotura del hormigón, también se asumió el determinado en el estudio, mismo que obedece a una revisión exhaustiva de los ensayos de control durante la ejecución de la obra.

Para las variables que se indican en el siguiente cuadro, se adoptaron los mismos valores del diseño original.

<b>VARIABLES DE DISEÑO</b>	
<b>SERVICIABILIDAD INICIAL PO</b>	4.5
<b>SERVICIABILIDAD FINAL PT</b>	2.5
<b>CONFIABILIDAD R</b>	85 %
<b>ERROR ESTÁNDAR COMBINADO SO</b>	0.35
<b>COEFICIENTE DE DRENAJE CD</b>	1

*Tabla 18 Variables de diseño*

A continuación se muestran las salidas gráficas para el cálculo de los espesores del pavimento, utilizando el programa Ecuaciones AASHTO 1993 (2.0) que utiliza el método de diseño de pavimentos de la AASHTO 93 para determinar el espesor necesario de capa de hormigón para soportar las cargas del tráfico de diseño:

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

Ilustración 56 AASHTO 93 Pavimento Rígido Tramo Cuenca - Tee de Cumbe

Ilustración 57 AASHTO 93 Pavimento Rígido Tramo Tee de Cumbe - Tee de Girón

Ilustración 58 AASHTO 93 Pavimento Rígido Tramo Tee de Girón – Léntag

En el siguiente cuadro se resumen los espesores requeridos para el respectivo número de ESAL´s que soportará la vía hasta el año 2020.

Cuadro resumen, período de diseño 5 años			
	Abscisa	ESAL	e (pulgadas)
<b>0+000</b>	14+000	8,080,000.00	10.5
<b>14+000</b>	38+000	3,490,000.00	9
<b>38+000</b>	55+600	3,850,000.00	9

Tabla 19 Resumen de espesores necesarios

En todos los casos, el espesor del pavimento existente es menor al requerido para el número de ESAL´s que se generarán en el período de diseño de 5 años. Situación que determina la colocación de una sobre carpeta sobre el pavimento existente.

### Diseño de sobrecarpeta con pavimento asfáltico

La sobrecarpeta se coloca para mejorar las condiciones estructurales del pavimento, el espesor requerido es una función de la capacidad estructural necesaria para satisfacer las futuras necesidades del tránsito. (Instituto Boliviano del cemento y el hormigón, )

La ecuación de diseño de sobrecarpeta es:

$$D_{ol} = A * (D_f - D_{ef})$$

Donde:

$D_{ol}$ : espesor de sobrecarpeta

A: factor que convierte el deficiencia en espesor del pavimento de hormigón en un espeso de sobrecarpeta de concreto asfáltico.

$D_f$ : espesor de losa necesario para soportar el tránsito futuro

$D_{ef}$ : espesor efectivo de la losa existente

Al trabajar en pulgadas, A responde a la ecuación:

$$A = 2.2233 + 0.0099 * (D_f - D_{ef})^2 - 0.1534 * (D_f - D_{ef})$$

Para el diseño del espesor de la sobrecarpeta, se han asumido los valores de los Espesores Efectivos de las losas existentes,  $D_{ef}$ , del estudio realizado por CONSULPROY.

DISEÑO DE SOBRECARPETA					
Def	Df	A	Dol	pulgadas	cm
8	10.5	1.90	4.75	5	12
8	9	2.08	2.08	3	10
8	9	2.08	2.08	3	10

Tabla 20 Diseño de sobrecarpeta

Para soportar el tráfico futuro al año 2020 en óptimas condiciones funcionales y estructurales, se ha diseñado una sobrecarpeta de hormigón asfáltico de 12 cm para el tramos de la vía ubicado entre las abscisas 0+000 - 14+000 y de 10 cm para los tramos comprendidos entre las abscisas 14+000 - 56+600.

### Determinación de espesores del pavimento en zonas con pavimento flexible

El 95% de la longitud de los tramos que se encuentran con pavimentados con este tipo de firme, se encuentra ubicado en el segmento de la vía entre las abscisas 38+000 y 55+600, Tee de Girón - Léntag, en tal virtud las consideraciones para evaluar el pavimento, tráfico, drenaje, etc., corresponderán a las de dicho tramo.

Se ha planteado la reconstrucción total de la estructura del pavimento, en vista de que son zonas en movimiento, se colocará pavimento flexible. El diseño que se propone a continuación, al igual que para el pavimento rígido, se ha desarrollado sobre la base de las siguientes hipótesis:

- Las soluciones para la estabilización de los movimientos que ocurren en dichas zonas deben estar implementadas.
- Los sistemas de drenaje han sido construidos y/o reconstruidos, y están en óptimas condiciones de funcionamiento.
- El relleno en la parte posterior del bordillo se encuentra concluido.

### Tráfico de diseño



Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

Se ha tomado el tráfico que ocurre en el segmento de vía ubicado entre las abscisas 38+000 y 55+600.

Se utilizaron las siguientes tablas para determinar los factores de equivalencia en pavimentos rígidos.

**Tablas de factores de equivalencia (LEFs) para pavimentos flexibles.**

Carga p/eje (kips)	SN					
	1	2	3	4	5	6
2	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004
4	.003	.004	.004	.003	.002	.002
6	.011	.017	.017	.013	.010	.009
8	.032	.047	.051	.041	.034	.031
10	.078	.102	.118	.102	.088	.080
12	.168	.198	.229	.213	.189	.176
14	.328	.358	.399	.388	.360	.342
16	.591	.613	.646	.645	.623	.606
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.57	1.49	1.47	1.51	1.55
22	2.48	2.38	2.17	2.09	2.18	2.30
24	3.69	3.49	3.09	2.89	3.03	3.27
26	5.33	4.99	4.31	3.91	4.09	4.48
28	7.49	6.98	5.90	5.21	5.39	5.98
30	10.3	9.5	7.9	6.8	7.0	7.8
32	13.9	12.8	10.5	8.8	8.9	10.0
34	18.4	16.9	13.7	11.3	11.2	12.5
36	24.0	22.0	17.7	14.4	13.9	15.5
38	30.9	28.3	22.6	18.1	17.2	19.0
40	39.3	35.9	28.5	22.5	21.1	23.0
42	49.3	45.0	35.6	27.8	25.6	27.7
44	61.3	55.9	44.0	34.0	31.0	33.1
46	75.5	68.8	54.0	41.4	37.2	39.3
48	92.2	83.9	65.7	50.1	44.5	46.5
50	112.	102.	79.	60.	53.	55.

*Tabla 21 Pavimentos flexibles, ejes simples, pt =2,5*

Carga p/eje (kips)	SN					
	1	2	3	4	5	6
2	.0001	.0001	.0001	.0000	.0000	.0000
4	.0005	.0005	.0004	.0003	.0003	.0002
6	.002	.002	.002	.001	.001	.001
8	.004	.006	.005	.004	.003	.003
10	.008	.013	.011	.009	.007	.006
12	.015	.024	.023	.018	.014	.013
14	.026	.041	.042	.033	.027	.024
16	.044	.065	.070	.057	.047	.043
18	.070	.097	.109	.092	.077	.070
20	.107	.141	.162	.141	.121	.110
22	.160	.198	.229	.207	.180	.166
24	.231	.273	.315	.292	.260	.242
26	.327	.370	.420	.401	.364	.342
28	.451	.493	.548	.534	.495	.470
30	.611	.648	.703	.695	.658	.633

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

32	.813	.843	.889	.887	.857	.834
34	1.06	1.08	1.11	1.11	1.09	1.08
36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	1.75	1.73	1.69	1.68	1.70	1.73
40	2.21	2.16	2.06	2.03	2.08	2.14
42	2.76	2.67	2.49	2.43	2.51	2.61
44	3.41	3.27	2.99	2.88	3.00	3.16
46	4.18	3.98	3.58	3.40	3.55	3.79
48	5.08	4.80	4.25	3.98	4.17	4.49
50	6.12	5.76	5.03	4.64	4.86	5.28
52	7.33	6.87	5.93	5.38	5.63	6.17
54	8.72	8.14	6.95	6.22	6.47	7.15
56	10.3	9.6	8.1	7.2	7.4	8.2
58	12.1	11.3	9.4	8.2	8.4	9.4
60	14.2	13.1	10.9	9.4	9.6	10.7
62	16.5	15.3	12.6	10.7	10.8	12.1
64	19.1	17.6	14.5	12.2	12.2	13.7
66	22.1	20.3	16.6	13.8	13.7	15.4
68	25.3	23.3	18.9	15.6	15.4	17.2
70	29.0	26.6	21.5	17.6	17.2	19.2
72	33.0	30.3	24.4	19.8	19.2	21.3
74	37.5	34.4	27.6	22.2	21.6	23.6
76	42.5	38.9	31.1	24.8	23.7	26.1
78	48.0	43.9	35.0	27.8	26.2	28.8
80	54.0	49.4	39.2	30.9	29.0	31.7
82	60.6	55.4	43.9	34.4	32.0	34.8
84	67.8	61.9	49.0	38.2	35.3	38.1
86	75.7	69.1	54.5	42.3	38.8	41.7
88	84.3	76.9	60.6	46.8	42.6	45.6
90	93.7	85.4	67.1	51.7	46.8	49.7

Tabla 22 Pavimentos flexibles, ejes tándem,  $pt = 2,5$

con el mismo procedimiento anterior se determina el tráfico de diseño:

<b>TEE DE GIRÓN - LÉNTAG</b>	
<b>ADT =</b>	4771
<b>TKS =</b>	22.5
<b>GF =</b>	4.25
<b>DD =</b>	0.5
<b>DT =</b>	1
<b>TF =</b>	3.49
<b>ESALS =</b>	2910592.4
	<b>2.91E+06</b>

Utilizando el programa Ecuaciones AASHTO 1993 (2.0) que utiliza el método de diseño de pavimentos flexibles AASHTO 93. Se calcula el Número Estructural SN que tendrá el pavimento para un período de diseño de 5 años, es decir hasta el año de 2020, para tal efecto, se tomaron los mismos valores de las variables que intervienen en el diseño de los pavimentos rígidos, y el respectivo valor de ESAL calculado para esta clase de pavimento.

Implantación de un Sistema de Conservación de carreteras en Ecuador,  
Aplicación a la Carretera Cuenca - Léntag

Ilustración 59 AASHTO 93 Pavimento Flexible Tramo Tee de Girón – Léntag

Luego a partir del SN obtenido determinamos el espesor de capas de pavimento, base y subbase para nuestra calzada mediante el método de diseño de la AASHTO 93:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Donde:

$a_1$ ,  $a_2$ , y  $a_3$ : Es el coeficiente estructural para las capas de la superficie de rodadura, basa y subbase.

$D_1$ ,  $D_2$ , y  $D_3$ : Representa el espesor de las mencionadas capas

$m_2$  y  $m_3$ : Son los coeficientes de drenaje para la base y subbase respectivamente.

CAPA	ESPESOR (CM)	ESPESOR (PULG)	MR (PSI)	AI (PULG <sup>-1</sup> )	MI	SN		
SUPERFICIE	10	3.94	350000	0.4	1.0	1.6	1.57	SN1
BASE	20	7.87	28000	0.13	0.8	0.8	2.39	SN1+SN2
SUBBASE	25	9.84	13500	0.1	0.8	0.8	3.2	SN1+SN2+SN3

El SN requerido es 3.09, con esta estructura tengo un valor de 3.2 con lo que cumplo con lo solicitado.

Para soportar el tráfico futuro al año 2020 en óptimas condiciones funcionales y estructurales, se ha diseñado una estructura de pavimento flexible compuesta por:

25 cm. de subbase, 20 cm. de base, y finalmente una carpeta asfáltica de 10 cm. de espesor.

Para llegar a la cota de rasante se deberá colocar un material de mejoramiento debajo de esta estructura lo que implica la remoción del material presente en la carretera para reemplazarlo con esta nueva estructura.

### Instrucción de Carreteras 6.3 IC

#### Categoría de tráfico pesado

Teniendo en cuenta el TPDA y el porcentaje de vehículos pesado que se tienen para esta carretera se determina una categoría de tráfico pesado T1 ya que tenemos entre 800 – 2000 vehículos pesados al día sobre todo en el primer tramo, en los siguientes tramos se tiene un valor inferior de vehículos pesados sin embargo como se tiene vehículos pesados sobrecargados debido a que se trata de volquetes cargados de material, mantendremos el tipo T1.

Se busca un recrecimiento con mezcla bituminosa de manera que la intervención sea más rápida económica y brinde mejores prestaciones a los usuarios de la carretera.

Según la norma 6.3 IC, si el pavimento presenta un nivel de deterioro bajo como es el caso, se deberán limitar los movimientos verticales de las juntas y grietas, la reducción de los movimientos verticales podrá realizarse en losas aisladas mediante la inyección de lechada bajo ellas o, si el problema afecta a muchas losas, mediante la rotura controlada y asentamiento del firme existente. El control de los movimientos horizontales se realizará mediante los denominados sistemas antirreflexión de fisuras. (Dirección General de Carreteras de España, n.d.-b)

Luego según la información mencionada anteriormente, y guiado por la tabla de espesores de recrecimiento de firmes con pavimento de hormigón mediante mezcla bituminosa se tiene que para un tráfico T1 con interposición de un sistema antirreflexión de fisuras puedo usar un espesor de 12 cm.

TIPO DE TRATAMIENTO DEL PAVIMENTO ANTIGUO	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32	T4
Rotura controlada y asentamiento del firme existente	25	20	16	12	9	6
Interposición de un sistema antirreflexión de fisuras (*)	20	15	12	10	7	4

(\*) El espesor del sistema antirreflexión de fisuras utilizado no se tendrá en cuenta a efectos de recrecimiento.

Tabla 23 Espesores de recrecimiento de firmes con pavimento de hormigón mediante mezcla bituminosa (cm)

Fuente: (Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 2003)

**Anexo 4: Mapa de zonas de precipitación (isoyetas)**