



ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO

**MANUAL ANDINO PARA LA CONSTRUCCIÓN Y
MANTENIMIENTO DE EMPEDRADOS**

2004



Organización Internacional del Trabajo

Manual Andino para la Construcción y Mantenimiento de Empedrados

Elaborado por: Ing. Julio Argüello Godoy
egarco@interactive.net.ec
Teléfono: 593 2 2271669

Colaboración: Ing. Pablo A. Ramón Martínez
pablo_ramon_m@yahoo.es

Quito - Ecuador

2004



ÍNDICE GENERAL

ANTECEDENTES.....	vi
CONSIDERACIONES GENERALES DE LOS EMPEDRADOS	1
ANÁLISIS HISTÓRICO.....	2
EMPEDRADOS EN BOLIVIA, ECUADOR Y PERÚ.....	3
CONDICIONES TÉCNICAS Y SOCIALES PARA LA EJECUCIÓN DE EMPEDRADOS.....	4
Condiciones Técnicas.-	4
Condiciones Sociales.-.....	6
MANUAL DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS EMPEDRADOS	8
REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.....	9
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN.....	9
EE-01. Explotación de material.....	10
EE-02. Transporte de material.....	14
EE-03. Acabado de obra básica.....	15
EE-04. Empedrado.....	21
EE-05. Cuneta Empedrada.....	25
MANTENIMIENTO DE CAMINOS EMPEDRADOS.....	30
Serviciabilidad.-.....	30
Elementos para considerar en el Inventario Vial.....	32
Normas de Mantenimiento.....	33
Normas de Cantidad (nivel de servicio).....	34
Normas de Ejecución (patrones de desempeño).....	36
EMV-01. Bacheo de Empedrado.....	37
EMV-02. Limpieza de Cunetas a Mano.-.....	41
EMV-03. Limpieza de Alcantarillas.-	45
EMV-04. Roza a Mano.....	49
EMV-05. Limpieza de Derrumbes a Mano.....	53
EMV-06. Mantenimiento y Reparación de Cunetas.-	57
RECONFORMACIÓN DE RASANTE CON MOTONIVELADORA	61
LIMPIEZA DE CUNETAS DE CORONACIÓN A MANO	63
INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE PUENTES.....	65
MANTENIMIENTO DE MUROS DE HORMIGÓN.....	67



MANTENIMIENTO DE MUROS DE GAVIONES	69
MANTENIMIENTO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	71
MANTENIMIENTO DE GUARDAVÍAS METÁLICOS	73
REPOSICIÓN DE RELLENOS	75
Herramientas Manuales y Elementos de Seguridad Vial para Actividades de Mantenimiento.-	78
COSTOS.	80
Costos de Explotación y Transporte.....	80
Costos de Construcción.	81
Costos de Mantenimiento.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	85
GLOSARIO TÉCNICO.....	87



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°1 – Análisis de Precios Unitarios para Explotación Manual	80
Cuadro N°2 – Análisis de Precios Unitarios de Explotación Mecánica	80
Cuadro N°3 – Cuadro Comparativo del Costo de Explotación vs. Eficiencia de Explotación ...	81
Cuadro N°4 – Costos de Transporte de 1metro cúbico de Material	81
Cuadro N°5 – Análisis de Precios Unitarios para Re conformación de Subrasante.....	82
Cuadro N° 6 – Análisis de Precios Unitarios para Empedrado con Material Explotado Manualmente	82
Cuadro N° 7 – Análisis de Precios Unitarios para Empedrado con Material Explotado Mecánicamente	82
Cuadro N°8 – Cuadro Comparativo de Costos de Empedrado por Metro Cuadrado.....	82
Cuadro N°9 – Análisis de Precios Unitarios para la Excavación y Conformación de Cunetas .	83
Cuadro N° 10 – Análisis de Precios Unitarios para la Construcción de Cunetas con Material Explotado Manualmente	83
Cuadro N° 11 – Análisis de Precios Unitarios para la Construcción de Cunetas con Material Explotado Mecánicamente	83
Cuadro N°12 – Cuadro Comparativo de Costos de Cune ta por Metro.....	83
Cuadro N°13 – Costos de Mantenimiento por Kilómetr o de Empedrado	84



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 – Fuente de Materiales: terraza aluvial.....	10
Ilustración 2 - Carga de material a Volqueta.....	11
Ilustración 3 – Explotación manual.....	12
Ilustración 4 – Explotación Mecánica.....	12
Ilustración 5 – Cribado de material.....	13
Ilustración 6 – Transporte y Acopio de Material en el Proyecto.....	14
Ilustración 7 – Secuencia de conformación con maquinaria.....	18
Ilustración 8 – Secuencia de Hidratación y Compactación de la Subrasante	19
Ilustración 9 – Procedimiento de Reconformación con uso intensivo de mano de obra	20
Ilustración 10 – Disgregación de Subrasante	21
Ilustración 11 – Colocación de Maestras o Cordones maestros.....	22
Ilustración 12 – Colocación e Hincado de Piedra en Empedrado.....	22
Ilustración 13 – Emporado	23
Ilustración 14 – Rodillado del Emporado	24
Ilustración 15 – Conformación de la Cuneta	27
Ilustración 16 – Colocación de Maestras o Cordones Maestros en Cunetas	27
Ilustración 17 – Cunetas empedradas	28
Ilustración 18 – Revestimiento de Cunetas Empedradas.....	28
Ilustración 19 – Cuneta Terminada	29
Ilustración 20 - Extensión de la vida útil del pavimento por diferentes niveles de mantenimiento	31
Ilustración 21 - Comparación entre dos pavimentos con igual serviciabilidad y diferente estándar.....	31
Ilustración 22 – Elementos de la Vía.....	32
Ilustración 23 - Alcantarilla	33
Ilustración 24 – Principio de Programación de Mantenimiento.....	35
Ilustración 25 – Herramientas de mantenimiento vial	78
Ilustración 26 – Elemento de seguridad vial	79



ANTECEDENTES

La Organización Internacional del Trabajo, en consenso con sus países miembros, entre ellos el Ecuador, Bolivia y Perú, ha diseñado una serie de lineamientos estratégicos que conduzcan a encontrar mecanismos adecuados para generar fuentes de trabajo.

Esta estrategia se basa en el entendimiento de que la creación de fuentes de trabajo trae como resultados, entre otros, la disminución de la pobreza y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de un Estado.

En los países andinos han existido actividades milenarias que permiten la creación continua de trabajo temporal que se ajustan a los lineamientos estratégicos antes citados.

Una de estas actividades es la realización de caminos, calles, caminos de tráfico no motorizado utilizando un pavimento empedrado.

En los países andinos durante cientos de años se han construido miles de kilómetros de vías empedradas, pero lamentablemente no se tiene un manual de ejecución que permita optimizar los recursos mediante la aplicación técnica de normas.

Esto ha provocado que en muchos de los casos, las instituciones públicas o privadas encargadas de la ejecución de estas obras tengan muchos problemas a la hora de realizar presupuestos, estimaciones de plazo, y beneficios que generan estos proyectos.

Es objetivo del presente documento es diseñar un manual técnico para la realización de calzadas empedradas, que norme su construcción y facilite la ejecución y mantenimiento de ese tipo de obras.

Este Manual está dirigido a los Técnicos de los Departamentos de Vialidad de los Organismos Andinos, Públicos o Privados, que incursionan en la ejecución de empedrados.

Como complemento a este Manual, se ha preparado una Guía de Campo con el fin de proveer a las comunidades de una herramienta de consulta rápida para la ejecución y mantenimiento de caminos empedrados.



CONSIDERACIONES GENERALES DE LOS EMPEDRADOS



ANÁLISIS HISTÓRICO.

Desde tiempos ancestrales, los habitantes de la región andina buscaron técnicas constructivas que permitan a los usuarios tener una transitabilidad permanente por los caminos que con gran esfuerzo se construían en muchos casos sobre suelos que al humedecerse imposibilita la transitabilidad.

Los registros de la Conquista Española, específicamente El Archivo General de Indias, en el Tomo 5to. “Descripción de Varios Caminos desde la ciudad de Quito al Río Marañón”, hace referencia a caminos nivelados con bloques de piedra pulida que proporcionaba gran durabilidad, especialmente en la época invernal, permitiendo de esta manera el ingreso a las principales ciudades del imperio Incaico, tanto por parte de los Incas como por los conquistadores españoles. Se podría decir irónicamente que los indígenas “prepararon el camino para la conquista”.

Los fines principales de ejecutar estos caminos eran:

- Para recreo de los soberanos;
- Demarcación de Límites;
- Tráfico Comercial;
- Circulación de tropas; y,
- Integración de territorios

Cuando se iba a construir un camino, los CHASQUIS lo daban a conocer por todo el imperio; los nobles se esmeraban por cumplir la voluntad del Soberano. Los veedores marcaban la ruta, y los habitantes del sector se encargaban de la ejecución de su tramo.

Dada la importancia de mantener los caminos en perfecto estado, cada provincia del imperio se encargaba de mantener su tramo.

En sitios desérticos, los habitantes de las comunidades más próximas se encargaban del suministro de provisiones a los “CONSTRUCTORES”.

Sin una sólida organización comunitaria, canalizada en una sólida organización del trabajo y fuerte base técnica, nunca se hubiera logrado consolidar el Tahuantinsuyo.

Durante la conquista española, las principales calles de las ciudades que se fundaban, se las recubría con bloques tallados de piedra, facilitando la circulación de las personas y de carretas, caballos y bestias de carga.

Algunas de las principales plazas de las ciudades españolas en América del Sur, eran totalmente empedradas, proveyendo de un sitio adecuado para las más diversas actividades de la época.

Con el mejoramiento de las tecnologías constructivas, el apareamiento del hormigón de cemento portland, y el empleo masivo del asfalto, la construcción de vías



empedradas se mantuvo como la única solución para garantizar carreteras con transitabilidad permanente entre comunidades rurales.

Actualmente, la ejecución de empedrados es generalizada en la sierra andina desde Bolivia a Ecuador, ya que las autoridades han aprendido de sus bondades para mejorar caminos de bajo tránsito, empleando personal de la zona adecuadamente remunerado.

EMPEDRADOS EN BOLIVIA, ECUADOR Y PERÚ.

Los caminos empedrados son muy comunes en los países andinos, especialmente en el Ecuador y Bolivia, donde su aplicación es generalizada, especialmente en aquellos caminos que se encuentran en la cordillera alta de Los Andes y que sirven fundamentalmente a comunidades rurales.

Estos sistemas constructivos emplean una gran cantidad de mano de obra, especialmente no calificada, lo que garantiza el mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes, quienes son contratados como parte de las cuadrillas de construcción, con la consecuente transferencia de tecnología y conocimiento, así como el mejoramiento de los niveles de ingreso por las remuneraciones que reciben.

Las redes viales del Perú, Bolivia y Ecuador, especialmente de tercer orden y de caminos vecinales, poseen un elevado número de caminos empedrados, estimándose que en estos 3 países existen 4865 km de vías con esta clase de capa de rodadura.

El Ecuador es el país que más empedrados, llegando a un total de 3415 km¹, aproximadamente el 8% de la red vial, siguiéndole Bolivia con 1250 km y Perú con 200 km.

En el Ecuador es donde existe la mayor experiencia de caminos empedrados, aproximadamente un 8% del total de la red vial nacional; el Ministerio de Obras Públicas ha establecido una normativa sobre la construcción de empedrados, a través de las Especificaciones para la Construcción de Caminos y Puentes MOP 001-F 2002, en el numeral 405-1 "Empedrados". Debido a que el Ministerio de Obras Públicas no dispone de normativa para ejecutar cunetas empedradas, la Unidad de Caminos Vecinales, perteneciente a este Ministerio, ha establecido la especificación 405-1 UCV para ejecutar este trabajo.

La durabilidad de estos caminos es mucho mayor que otras superficies de rodadura, en especial los caminos lastrados. Existen empedrados que sin mantenimiento alguno, y con niveles de tráfico bajos, han resistido más de 30 años.

Las características de los empedrados, permiten que con bajos niveles de mantenimiento, o dicho de otra forma, con un mantenimiento rutinario estrictamente necesario, se garantice la durabilidad del camino y la provisión de fuentes permanentes de trabajo.

¹ Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, Estadísticas de Transporte 2001, Departamento de Estadísticas, 2001



Organismos como el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, han impulsado programas de mejoramiento de caminos rurales y caminos vecinales en el Perú y Ecuador, constituyéndose en un gran aporte para el desarrollo rural.

Muchos Gobiernos Seccionales y Municipales de los países Andinos priorizan en sus planes de inversión para el desarrollo de la infraestructura vial los caminos empedrados.

CONDICIONES TÉCNICAS Y SOCIALES PARA LA EJECUCIÓN DE EMPEDRADOS.

Se entiende por empedrado al:

“Recubrimiento de la superficie de la vía con una capa de cantos rodados o de piedra partida para formar una superficie de rodadura resistente, estable y económica. El recubrimiento se efectuará sobre la capa de apoyo debidamente terminada y de acuerdo a los requerimientos técnicos”

Para la ejecución de los empedrados, se deben tener en cuenta básicamente dos condicionamientos que viabilizan su ejecución.

Condiciones Técnicas.-

El empedrado presenta como principales generalidades las siguientes:

- Es un pavimento flexible;
- No es monolítico;
- La fricción entre las piedras, ayuda a soportar la carga que transmiten las llantas a la rodadura (necesidad de rellenar las juntas);
- No existe un método de diseño científico;
- La experiencia de las comunidades es importante en la construcción;
- Se utiliza en caminos de tráfico promedio diario (TPD) no mayor a 200 vehículos, con un componente de hasta 30% de camiones y autobuses; puede emplearse en caminos con tráfico de hasta 250 vehículos diarios, cuando se tenga la certeza que no solo circularán vehículos de más de 10 tn².

Como anteriormente se indicó, los pavimentos presentan niveles de servicio prácticamente permanentes para toda su vida útil, por lo que el mantenimiento que se le provee garantizará que los alineamientos longitudinales y transversales se mantengan.

La destrucción de caminos empedrados se debe a inadecuadas o inexistentes políticas de mantenimiento vial, ya que confiando en las bondades de los empedrados,

² En Bolivia se está experimentando en vías que superan los 500 vehículos diarios en un empedrado construido sobre una capa de afirmado, pero no se tienen resultados sobre el comportamiento de estos.



se exponen a estos caminos a vehículos sobrecargados o a volúmenes vehiculares excesivos que provocan un deterioro de forma acelerada.

Los Niveles de Servicio y Normas de Ejecución para las actividades de mantenimiento vial se basan en las establecidas por los Departamentos de Mantenimiento Vial de los Ministerios de Obras Públicas, Transporte y Carreteras de los países andinos; sin embargo algunas Autoridades Seccionales aplican sus propios estándares de servicio con el consecuente perjuicio y entorpecimiento de las acciones de organismos técnicos de cooperación, quienes al detectar estos problemas con el consecuente conflicto técnico que se presenta, establecen sus propios estándares de servicio para los programas que financian.

EN la mayoría de los casos, el monitoreo lo realizan los Departamentos de Vialidad de los Gobiernos Seccionales, pero debido a la alta durabilidad de un empedrado muchos caminos son olvidados, sin mantenimiento, y continúan con niveles de servicio buenos luego de 15 años o más de habérselos construido.

Se ha planteado en algunos casos, constituir Unidades de Gestión Vial Provinciales, donde los Gobiernos Provinciales y Municipales sean los encargados del monitoreo de las obras ejecutadas.

Las experiencias peruanas y ecuatorianas demuestran la factibilidad de integrar a la comunidad en las actividades de mantenimiento vial, para lo cual se han conformado microempresas de mantenimiento vial, que luego de un adecuado proceso de capacitación, pueden realizar el monitoreo permanente de la vía, así como la ejecución de las diferentes actividades de mantenimiento.

Pese a que se considera al empedrado como un pavimento flexible, pues se acomoda de acuerdo a las deformaciones que presenta la subrasante, ninguno de los métodos de diseño de pavimentos flexibles se adapta o puede ser aplicado rigurosamente, ya que su comportamiento es distinto.³

Las deformaciones plásticas o permanentes, que en cualquier pavimento flexible produciría grietas, en los empedrados producen ondulaciones, fenómeno que se mantiene inalterable mientras la ondulación permite un acomodamiento de las piedras a los nuevos niveles que el tráfico va definiendo.

La experiencia con empedrados existentes, demuestra que las ondulaciones presentadas, no disminuyen sensiblemente el nivel de servicio original luego de 30 o 40 años de servicio del camino. Existen varios factores que inciden en la duración del empedrado, estos factores principalmente son: la calidad del la subrasante o suelo de soporte o cimentación del empedrado, la calidad de la piedra, la buena ejecución del empedrado, la eficiencia del drenaje superficial, la cantidad y distribución del tráfico y un plan adecuado de conservación y mantenimiento.

Debe señalarse que un empedrado es fácilmente ejecutable cuando las gradientes longitudinales del camino varían entre 2 y 8%, pudiendo realizarse en tramos con pendientes mayores, pero los costos podrían aumentar por el uso de bermas.

³ Antonio Salgado, Caminos en el Ecuador, Universidad Central del Ecuador, Quito, 1989



Debido a que los empedrados se los construye directamente sobre la subrasante o suelo natural, la selección de una adecuada subrasante es tan importante como la ejecución en sí del empedrado, ya que para la ejecución de este tipo de rodadura no se prevé la colocación de capas de mejoramiento o material granular.

Los suelos que prestan mejores condiciones para la ejecución de empedrados son los limos, limos arcillosos o arcillas de baja compresibilidad, clasificaciones que corresponden a las tobas volcánicas que son conocidas como cangahuas o cancahuas, suelos comunes en la Región Andina. Estos son suelos con baja sensibilidad, lo que garantiza la duración del empedrado en épocas invernales. Estos suelos deben poseer características adecuadas de soporte, medidas con indicadores de resistencia del suelo como el CBR (California Bearing Ratio).

La piedra es el material principal para la ejecución de estos trabajos, por lo que la identificación de minas o fuentes de materiales adecuadas a una distancia aceptable del centro de gravedad del proyecto garantiza el éxito del trabajo con un buen estándar económico.

El mejor material se lo puede obtener en terrazas aluviales, localizadas a lo largo de las orillas de los ríos, en estos sitios se depositan grandes cantidades de cantos rodados, ahí la explotación se la puede realizar inclusive manualmente, obteniendo la máxima eficiencia en la explotación, además de lograr una altísima ocupación de mano de obra.

Otro mina de importancia son las de origen sedimentario clástico, como los conglomerados, donde se pueden encontrar importantes cantidades de piedra que se la puede explotar fácilmente con ayuda de maquinarias. Tampoco se debe descartar el material proveniente de los procesos de trituración, estas alternativas en muchos de los casos son más fáciles de ubicar que la explotación de una terraza de cantos rodados.

Condiciones Sociales.-

Como ya se indicó anteriormente, uno de las principales beneficios que se logra con la ejecución de caminos empedrados es la ocupación de un alto componente de mano de obra calificada y no calificada.

De hecho, dentro de los proyectos de infraestructura vial, los proyectos de empedrados son los que menor uso de maquinaria requiere.

Por está razón, una de las condiciones indispensables para ejecutar los empedrados es desarrollar el proyecto en una área donde se ubiquen comunidades debidamente organizadas, para garantizar una participación activa de todos los beneficiarios tanto en la construcción de los empedrados como el mantenimiento y conservación rutinaria del camino.

También se debe considerar la necesidad de contar con una buena cantidad de obreros dado que el requerimiento de personal en este tipo de proyectos es muy alta, por lo que al no existir la suficiente cantidad de mano de obra, obliga a que se trasladen al sitio empedradores y peones, incrementando el costo directo correspondiente a mano de obra, principalmente por costos de transporte y hospedaje.



En muchos proyectos se prefiere contar con empedradores de gran experiencia ajenos al sector; cuando se presenten estos casos, se debe procurar la contratación de personal del sector medianamente capacitado, para que aprendan de la experiencia del empedrador experimentado, haciendo una transferencia de conocimientos.

De esta manera, se pueden ejecutar estos proyectos mediante la contratación de pequeños contratistas del sector, evitando la ejecución mediante sistemas de administración directa.

La participación permanente de la comunidad en el mantenimiento vial, especialmente mediante microempresas de mantenimiento vial que se integran por miembros de la comunidad, garantizan la participación y sustentación social de estos proyectos.



**MANUAL DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE
CAMINOS EMPEDRADOS**

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.

Se llama empedrado a toda aquella superficie de rodadura construida con cantos rodados o piedra partida, la misma que se ejecuta sobre una rasante o una capa de apoyo debidamente terminada y de acuerdo las especificaciones técnicas.

Esta superficie, al estar constituida de cantos rodados o piedra partida, debe cumplir condiciones mínimas que garanticen la eficiencia del empedrado. Las principales características físico – mecánicas del canto rodado o piedra son:

Cuadro Nº 1 – Características Físico – Mecánicas del Material de Empedrado

CARACTERÍSTICAS	VALOR REQUERIDO
Pérdida por abrasión en máquina de los Ángeles (500 revoluciones)	≤ 40%
Pérdida de peso mediante ensayo de durabilidad luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio	≤ 12%
Densidad mínima	2.3 gr/cm ³
Diámetro mínimo para empedrado	8 cm
Diámetro máximo para empedrado	12 cm
Diámetro mínimo para maestra o cordones maestros	10 cm
Diámetro máximo para maestra o cordones maestros	15 cm

Las mejores fuentes de materiales de piedra son las terrazas aluviales y conglomerados, aunque no debe descartarse la utilización de piedra obtenida de un proceso de trituración.

Debido a la necesidad de contar con subrasantes adecuadas y un diseño geométrico del camino que garanticen una adecuada funcionalidad, se establecen las siguientes características:

Cuadro Nº 2 – Características técnicas de la Subrasante y del Diseño Geométrico

CARACTERÍSTICAS	VALOR REQUERIDO
Tipo de suelo clasificación SUCS	ML o CL
Tipo de suelo clasificación AASHTO	A4 o A6
CBR mínimo	6%
CBR recomendado	8%
% de compactación de la subrasante luego de la re conformación (relación a Proctor Modificado)	≥ 95%
Bombeo de calzada	3 - 4%
Gradiente longitudinal mínima	0.5%
Gradiente longitudinal máxima	15%
Máximo longitud de tramo con pendiente ≥ 15%	500 m

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN.

La secuencia constructiva de un empedrado, implica considerar algunas actividades claves que deben aplicarse.

Así, para la construcción de un empedrado, se consideran como rubros⁴ los siguientes:

- EE-01 : Explotación de material;
- EE-02 : Transporte de material;
- EE-03 : Acabado de obra básica (preparación de sub-rasante);
- EE-04 : Empedrado;
- EE-05 : Cunetas empedradas.

Hay que señalar que actividades como construcción de alcantarillas, subdrenajes, señalización, entre otros, son similares a cualquier proyecto de infraestructura vial, por lo que su ejecución debe someterse a normas y especificaciones ya existentes, emitidas por los organismos técnicos viales de cada país.

EE-01. Explotación de material.

EE-01.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en obtener material idóneo para construir empedrados, en cantidad suficiente y calidad adecuada para los requerimientos del proyecto. La explotación podrá realizarse manualmente o mediante la utilización de maquinarias.

Ilustración 1 – Fuente de Materiales: terraza aluvial



EE-01.02. Características del Material a explotar.- El material a explotar puede ser de minas a cielo abierto (terrazas aluviales) o canteras (conglomerados), y su

⁴ Basadas en las Normas para la Construcción de Caminos y Puentes del Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, MOP 001-F, 2000

explotación puede ser manual o con maquinaria pesada, en función de la fuente de material.

EE-01.03. Equipo.- Si el procedimiento de explotación se realiza mecánicamente, el equipo necesario se constituirá por una cargadora frontal, excavadora o retroexcavadora, volqueta de al menos 6 m³, zaranda con paso máximo de 15 cm, y zaranda con paso máximo de 8 cm.

En caso de que la explotación sea manual se requerirá exclusivamente una retroexcavadora o cargadora frontal para efectuar la carga en la volqueta.

Ilustración 2 - Carga de material a Volqueta



EE-01.04. Ensayos y Tolerancias.- La comprobación del tamaño de la piedra seleccionada se la hará por cribado o en forma visual, a criterio del Fiscalizador.

Las piedras partidas o cantos rodados deben ser duras, limpias, no presentarán fisuras, serán lo más equidimensionales posible y deberán cumplir los requerimientos establecidos en el cuadro N° 1 del presente manual.

EE-01.05.- Procedimiento de Trabajo.- Para el procedimiento de trabajo se tomará en cuenta la posibilidad de explotar la mina de forma manual y de forma mecánica.

EE-01.05.01.- Explotación Manual.- Una vez identificada la mina y realizado el análisis de su potencia, se dispondrán de cuadrillas de 4 personas que cargarán el material seleccionado al cucharón de la retroexcavadora o de la cargadora frontal.

Una vez que se ha llenado el cucharón, se dispondrá el material en una volqueta para su posterior transporte.

Este procedimiento usualmente se lo realizará cuando la mina es una terraza aluvial.

La ventaja de este tipo de explotación, es que un alto índice de ocupación de mano de obra directa y se utiliza el 100% del material clasificado, como se señala más adelante.

Ilustración 3 – Explotación manual



EE-01.05.02.- Explotación Mecánica.- Una vez identificada la mina y realizado el análisis de su potencia, la retroexcavadora procederá con el descapote de la mina (apertura), extrayendo el material y depositándolo en una volqueta.

Ilustración 4 – Explotación Mecánica



Ilustración 5 – Cribado de material



La volqueta procederá a descargar el material en la zaranda o criba, para de esta manera clasificarlo.

La cargadora frontal recogerá el material necesario para despacharlo en la volqueta que lo conducirá al frente de trabajo.

Considerando que en la explotación mecánica, no es posible utilizar todo el material explotado, se determinará el índice de eficiencia de la explotación, para lo cual se tomará en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de eficiencia de la explotación} = \frac{\text{Volumen colocado en vía}}{\text{Volumen explotado}}$$

De la experiencia adquirida, se ha podido determinar que el índice de eficiencia de la explotación manual es de 1, en tanto que para la explotación mecánica se consigue una eficiencia máxima de 0.66. Estos valores son referenciales y deben ser comprobados particularmente en cada caso.

EE-01.06. Medición.- Las cantidades a pagarse serán los metros cúbicos de piedra realmente utilizados en la obra, por lo que el pago de material estará sujeto a la medición que efectúe la fiscalización en obra.

EE-01.07. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Este precio y pago constituirán la compensación total por la explotación, la mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección, previa la aceptación de la fiscalización.

Nº del Rubro de Pago y designación

Unidad de Medición

EE-01 Explotación y transporte de material para empedrado.....Metro cúbico (m³)

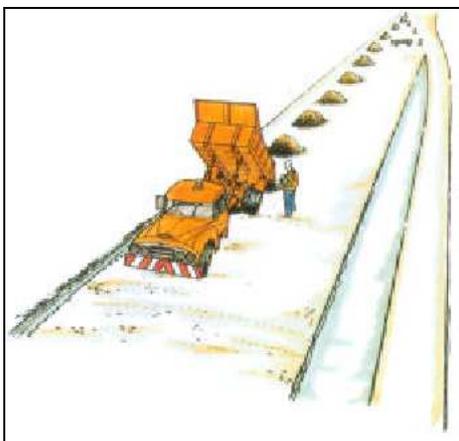
EE-02. Transporte de material.

EE-02.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de la piedra seleccionada para la construcción del camino.

EE-02.02. Procedimiento y Acopio de Material.- Cuando la distancia de la mina al centro de gravedad del camino en construcción sea inferior a 200 metros, se procurará realizar un transporte manual mediante el empleo de carreterillas y con la participación de la comunidad; si el transporte fuese menor al señalado, el material clasificado será transportado en volquetes hasta el proyecto, y se distribuirá de tal manera que la distancia entre cada montón de piedra permita una correcta utilización del material.

De la experiencia lograda en la ejecución de empedrados, se puede indicar referencialmente que un metro cúbico de piedra seleccionada permite empedrar hasta 8 m². En todo caso el fiscalizador realizará un muestreo en el campo para verificar el índice de eficiencia de la explotación para el proyecto y la relación entre el volumen de material transportado y el área de empedrado realmente ejecutado.

Ilustración 6 – Transporte y Acopio de Material en el Proyecto



EE-02.03. Medición.- Las cantidades de transporte a pagarse serán los metros cúbicos/km. o fracción de km. medidos y aceptados, calculados como el resultado de multiplicar los m³ de material efectivamente transportados por la distancia en km. de transporte de dicho volumen.

Los volúmenes para el cálculo de transporte de materiales seleccionados, serán los mismos volúmenes establecidos para su pago de conformidad con su rubro correspondiente, m³/km. o fracción de km.

Si el contratista prefiere utilizar materiales provenientes de una fuente localizada a mayor distancia que aquellas que fueren fijadas en los planos, disposiciones



especiales o por el Fiscalizador, la distancia de transporte se medirá como si el material hubiera sido transportado desde el sitio fijado en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador.

En caso de que, para cumplir con las especificaciones respectivas, fuera necesario obtener materiales de dos o más fuentes diferentes, los volúmenes para el cálculo de transporte se determinarán en el análisis de costos unitarios.

EE-02.04. Pago.- Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte de los materiales, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, etc. y operaciones conexas necesarias para ejecutar los trabajos descritos.

Nº del Rubro de Pago y designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

EE-02 Transporte de material.....	Metro cúbico/kilómetro
-----------------------------------	------------------------

EE-03. Acabado de obra básica.

EE-03.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en el acabado de la plataforma del camino a nivel de subrasante, de acuerdo con las presentes Especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador.

Es importante señalar que la subrasante debe cumplir por lo menos los valores requeridos en el cuadro Nº 2, especialmente en lo relativo a la clasificación del suelo y al CBR.

EE-03.02. Equipos.- Se deberá disponer en el trabajo el equipo necesario para el acabado de la obra básica, equipo que deberá ser aprobado por el fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de una motoniveladora, un rodillo vibratorio liso de al menos 10 toneladas, y un camión cisterna para hidratación, acompañados por sus respectivos ayudantes de maquinaria.

Bajo las políticas de trabajo intensivo que promueve la OIT, debe señalarse que es posible realizar esta actividad mediante cuadrillas de aproximadamente 80 a 100 personas que pueden trabajar en un par de kilómetros, quienes deberán contar con equipo manual como palas, carretillas, azadones, rastrillos, picos, entre otros.

Se sugiere emplear un rodillo vibratorio liso, pero si es posible, se puede emplear un rodillo liviano propulsado por tractor, manualmente o por animales⁵.

⁵ Claes-Axel Andersson, Andreas Beusch, Derek Miles, Revestimiento y Mantenimiento de Caminos con Uso Intensivo de Mano de Obra (ROMAR), OIT, Lima, 2003



EE-03.03. Procedimiento de trabajo.- Para la realización de estos trabajos deberán estar concluidos la excavación y relleno para la plataforma, todas las alcantarillas, obras de arte y construcciones conexas e inclusive el relleno para estructuras.

EE-03.03.01. Reconformación con maquinaria.- El acabado de la obra básica consistirá en la reconformación del suelo de subrasante mediante el uso de motoniveladora, hasta conseguir las pendientes longitudinales, transversales y peraltes establecidos en los planos; el humedecimiento y compactación a través del uso de un camión cisterna y rodillo vibratorio liso, hasta lograr la densidad señalada en el cuadro N° 2.

Las operaciones deberán programarse con avance limitado a fin de permitir el tránsito público en el período de construcción y evitar el deterioro de la capa de rodadura existente.

EE-03.03.02. Reconformación mediante uso intensivo de mano de obra.- El acabado de la obra básica mediante empleo de mano de obra, iniciará con la limpieza de maleza, piedras y otro tipo de escombros y desperdicios que puedan presentarse en la vía.

Una vez que la alineación ha sido determinada, se realizan ranuras cada diez metros, las mismas que determinan los sitios de corte y relleno de la calzada; una vez que las ranuras son terminadas, entonces el volumen de excavación para lograr la terraza nivelada puede llevarse a cabo. Las ranuras actúan como una guía para la excavación y llenado de cada sección de 10m de camino para lograr una terraza transversalmente nivelada. La terraza es una plataforma en la que se construirá la combadura o abombamiento del camino y el drenaje de una manera exacta y controlada. Esta terraza tendrá una primera compactación, realizada mediante rodillos remolcados o autopropulsados.

Seguidamente se procede a colocar una primera capa central que será adecuadamente compactada, completando el segundo proceso de compactación; finalmente se coloca el suficiente material sobre la capa compactada, el mismo que será distribuido adecuadamente para proveer de bombeo o gradientes laterales al camino, y una vez finalizado este trabajo se procederá con la compactación final de la subrasante, sea con compactadores livianos remolcados o con un rodillo vibratorio autopropulsado, procurando llegar a los niveles de compactación señalados en el cuadro N° 2 del presente manual. Debe señalarse que si el compactador remolcado no logra las densidades requeridas, se deberá emplear necesariamente un rodillo autopropulsado de adecuado peso.

Si el suelo es adecuado, se puede conformar directamente el suelo y proceder a compactar hasta llegar a la densidad requerida.

EE-03.04. Medición.- La cantidad a pagarse por el acabado de la obra básica existente, será el número de metros cuadrados medidos a lo largo del eje del camino de la plataforma, aceptablemente terminada, de acuerdo a los requerimientos de los documentos contractuales y del Fiscalizador.

EE-03.05. Pago.- El acabado de la obra básica existente se pagará al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.



Este precio y pago constituirá la compensación total por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

EE-03 Acabado de la obra básica existente.....Metro cuadrado (m²)

Ilustración 7 – Secuencia de conformación con maquinaria

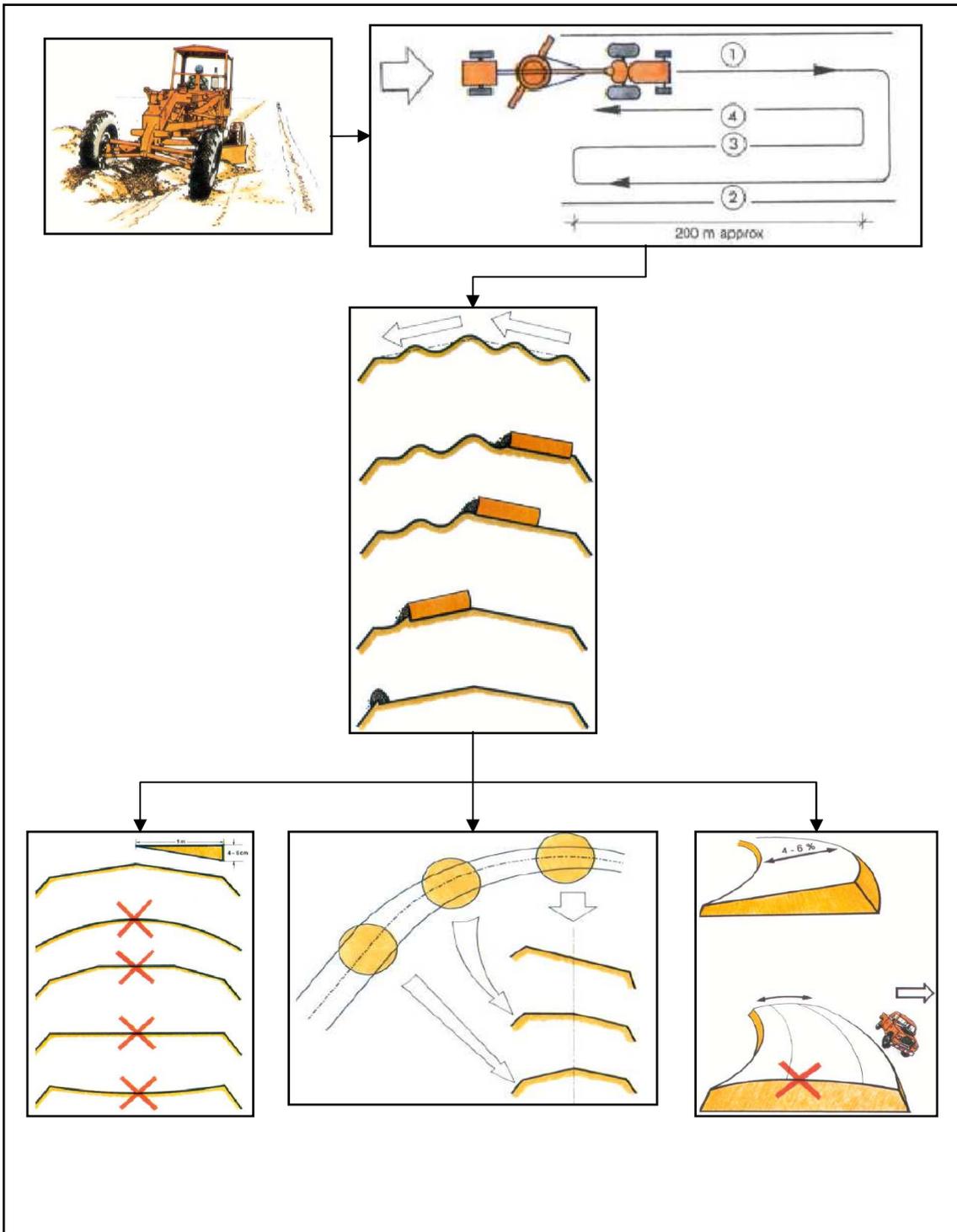


Ilustración 8 – Secuencia de Hidratación y Compactación de la Subrasante

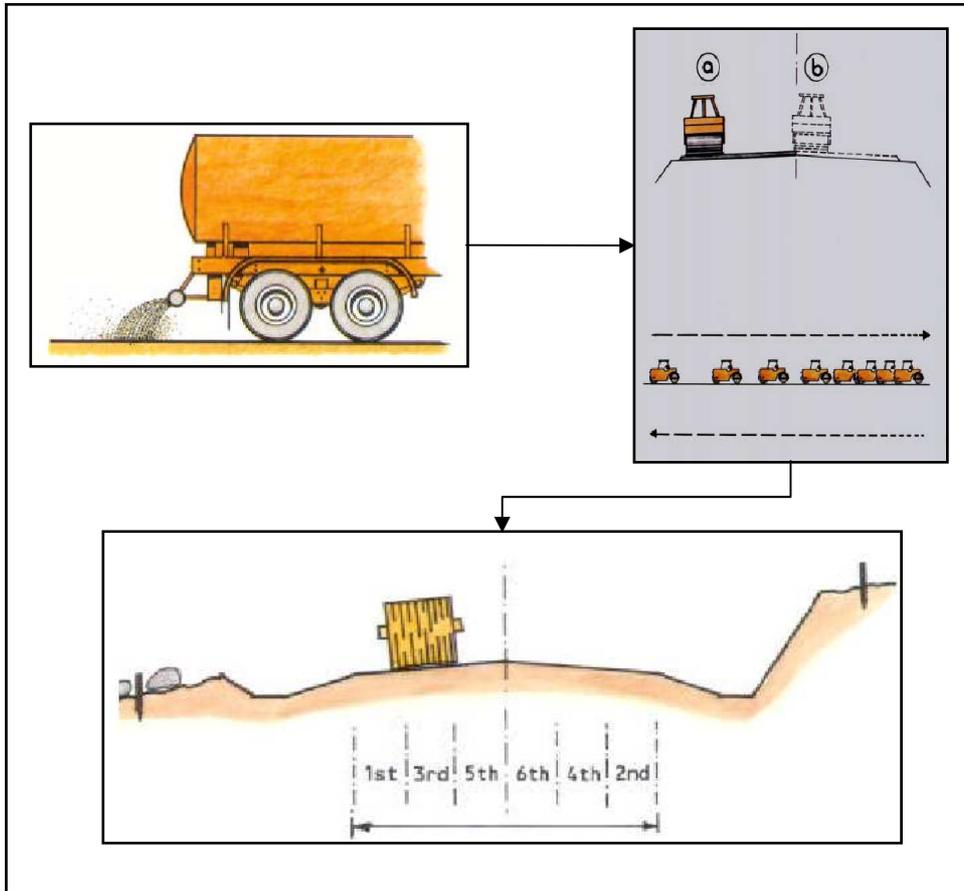
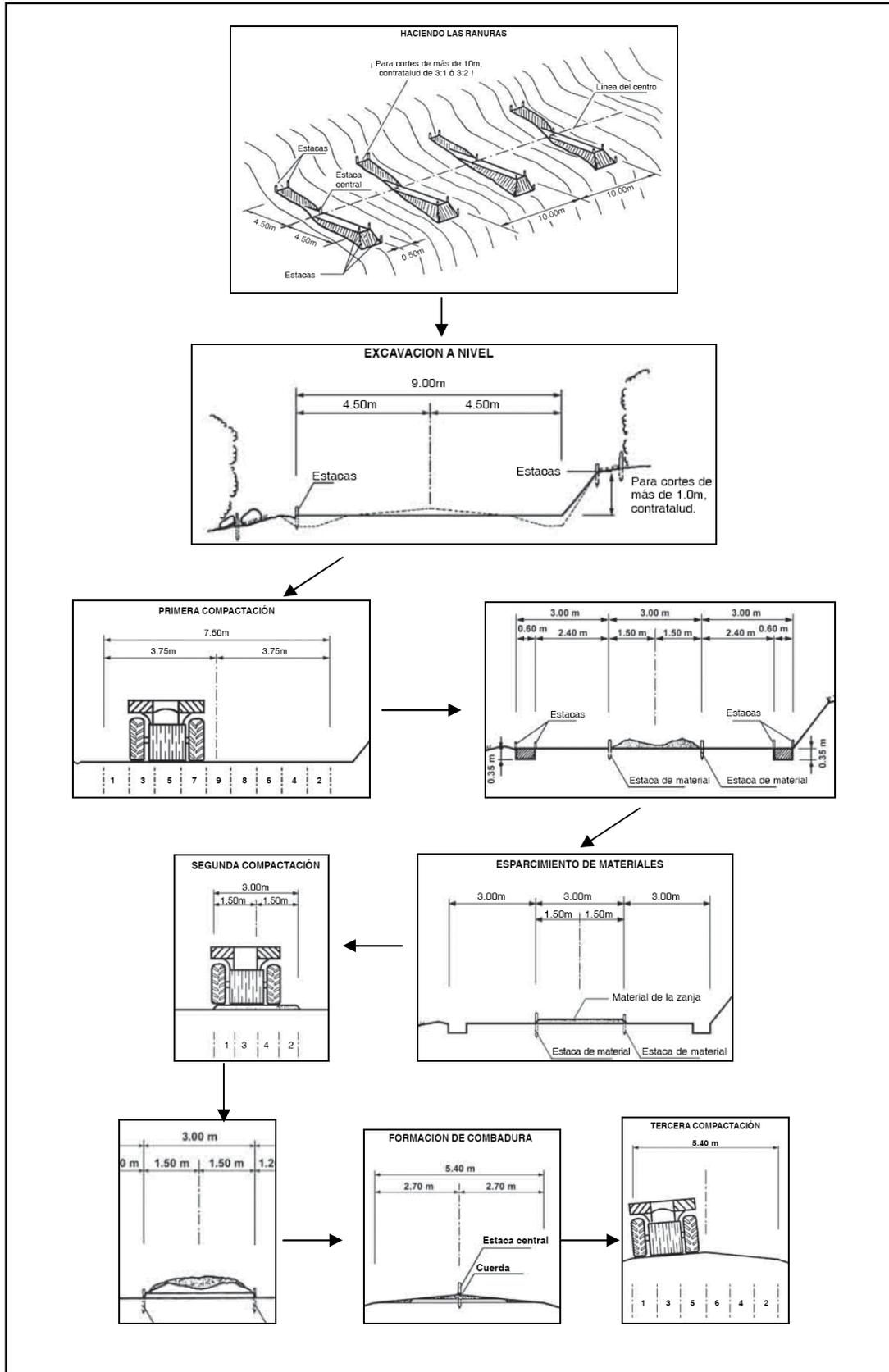


Ilustración 9 – Procedimiento de Reconformación con uso intensivo de mano de obra



EE-04. Empedrado.

EE-04.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en construir una superficie de rodadura con una capa de cantos rodados o de piedra partida. Esta superficie se la elaborará de acuerdo a los requerimientos de los documentos y las instrucciones del fiscalizador.

EE-04.02. Materiales.- El empedrado se realizará con cantos rodados o con piedra partida (triturada), en concordancia con lo establecido en los documentos contractuales y con la disponibilidad de los mismos.

Este trabajo no se efectuará en una subrasante que no cumpla con los valores de CBR señalados en el cuadro N° 2.

La piedra partida o canto rodado deberá cumplir los valores establecidos en el cuadro N° 1 del presente manual. La clasificación y selección de las piedras adecuadas se lo hará en el lugar de explotación y no se permitirá el uso de piedras que no satisfagan los requerimientos de tamaño y características mecánicas.

EE-04.03. Equipo.- La piedra partida o canto rodado será colocada a mano, para lo cual requiere de un martillo o combo de 2 kg, que servirá para hincar las piedras. Adicionalmente, una vez terminada la capa de empedrado, se deberá compactar la piedra mediante el paso sin vibración de un rodillo liso de 4 a 8 toneladas.

EE-04.04. Procedimiento de Trabajo.- La subrasante sobre la que se colocará el empedrado deberá hallarse debidamente conformada y compactada, en función de la especificación EE-02 del presente manual.

A la subrasante terminada y compactada, se la disgregará en un espesor de 2 cm aproximadamente, que servirá como cama de apoyo para la colocación de la piedra; este trabajo se efectuará con herramientas manuales, esto es picos y rastrillos.

Ilustración 10 – Disgregación de Subrasante



Una vez disgregada la subrasante se colocarán las piedras maestras o cordones maestros con la piedra de mayor tamaño en los ejes, bordes o límites de carriles. Adicionalmente deben colocarse maestras longitudinales intermedias entre el eje y el borde del camino. La distancia entre maestras no debe ser mayor a 1.50 metros.

Si la gradiente longitudinal del camino es mayor de 10%, deberán colocarse maestras transversales cada 3.5 metros, de tal manera que se conforme un encajonamiento que evite desprendimientos de la piedra. En curvas de retorno se colocarán maestras transversales cada 2 metros, cuya referencia será el radio interno de la curva, de forma tal que estas funcionen como bermas.

Conformadas las maestras, se completará la calzada con la colocación de piedra de menor tamaño (8 – 12 cm), de tal manera que se logre un confinamiento adecuado entre las piedras, procurando disminuir al máximo los intersticios que se formen, para lo cual se hincarán las piedras con un combo o martillo de 2 kg.

Ilustración 11 – Colocación de Maestras o Cordones maestros

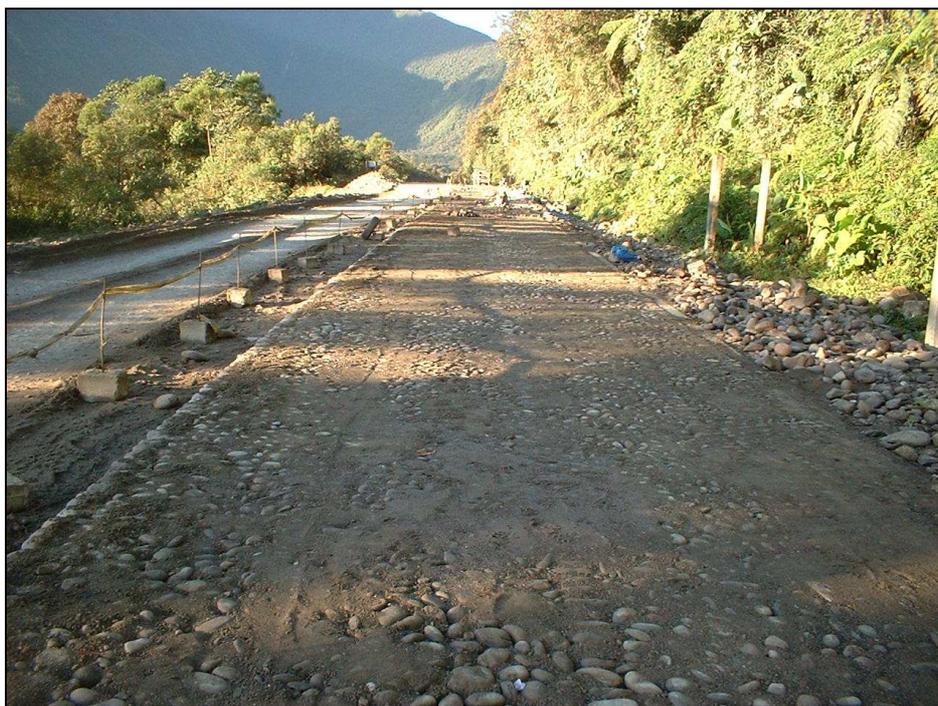


Ilustración 12 – Colocación e Hincado de Piedra en Empedrado



Inmediatamente se esparcirá material de relleno en los espacios entre las piedras para aumentar la adherencia entre éstas y disminuir la filtración de aguas lluvias. Este material será arcilla o material ligante de la mismas características del material de la subrasante. Se conseguirá una penetración completa y uniforme de este material, por medios de escobas y riego de agua. A este proceso se lo conoce como emporado.

Ilustración 13 – Emporado



El emporado deberá cubrir completamente las piedras para facilitar el rodillado. La compactación y fijación se llevará a cabo de inmediato, utilizando un rodillo liso sin vibración, iniciando el trabajo en los costados y desplazándose hacia el centro.

Ilustración 14 – Rodillado del Emporado



EE-04.05. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de empedrados serán los metros cuadrados debidamente ejecutados y aceptados, medidos en obra como la proyección del empedrado en un plano horizontal.

No se medirán los pozos, cajas de revisión, sumideros u otros elementos que se hallen incluidos en la calzada.

No será medido para el pago el material utilizado para el relleno de las piedras o cantos rodados, el cual se considerará dentro del precio del empedrado.

EE-04.06. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la conformación manual de la capa de asiento, colocación de maestras o cordones maestros, empedrado de la calzada, emporado y compactación del empedrado, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección, incluyendo la remoción y reemplazo de los tramos no aceptados por el Fiscalizador.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
EE-04. Empedrado con piedra partida.....	Metro Cuadrado (m ²)
EE-04. Empedrado con canto rodado.....	Metro Cuadrado (m ²)



EE-05. Cuneta Empedrada.

EE-05.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción del drenaje superficial de los costados del camino, con material de canto rodado o piedra partida, con revestimiento de hormigón simple o mortero de cemento, de acuerdo con las alineaciones, pendientes y demás requerimientos de los documentos y las instrucciones del fiscalizador.

EE-05.02. Materiales.- La cuneta se realizará con cantos rodados o con piedra fracturada (triturada), en concordancia con lo establecido en los documentos contractuales y con la disponibilidad de los mismos.

Este tipo de cunetas se realizará cuando la pendiente longitudinal del camino sea menor o igual al 8%.

El aglutinante con el cual se conformará la cuneta, se determinará en función de la pendiente, estableciéndose los siguientes parámetros:

Cuadro Nº 3 – Tipo de Revestimiento de Cuneta Vs. Gradiente Longitudinal

Tipo de Revestimiento	Gradiente Longitudinal
Cuneta empedrada con revestimiento de mortero de cemento Portland, relación 1:3	0 – 4%
Cuneta empedrada con revestimiento de hormigón simple, f'c = 140 kg/cm ²	>4 – 8%
Cuneta de hormigón simple, f'c = 180 kg/cm ²	> 8%

La piedra partida o canto rodado deberá tener de 12 a 20 cm de diámetro para las maestras o cordones maestros, y de 10 a 15 cm de diámetro para el resto de la cuneta. La clasificación y selección de las piedras adecuadas se lo hará en el lugar de explotación y no se permitirá el uso de piedras que no satisfagan los requerimientos de tamaño establecidos en el cuadro de características técnicas del cuadro Nº 1 del presente manual.

El mortero de cemento portland señalado en el cuadro anterior, se realizará con cemento portland tipo I, bajo una relación cemento:arena equivalente a 1:3. La arena será limpia, de preferencia procedente de depósitos naturales, libre de arcilla u otro material friable, materia orgánica y cualquier otro material inadecuado o perjudicial.

El agregado puede también provenir de trituración de tamaños mayores, o emplearse mezclas de arena natural y material triturado, siempre y cuando se cumplan los requisitos aquí establecidos.

No se deben emplear agregados gruesos en la fabricación de morteros, y debe rechazarse todo material que no cumpla con la siguiente granulometría:

Cuadro Nº 4 – Granulometría de Arena para Mortero Arena - Cemento

Tamiz	Abertura	% que pasa
Nº 4	4.750 mm	100
Nº 8	2.360 mm	95 a 100
Nº 100	0.150 mm	0 a 25
Nº 200	0.075 mm	0 a 10



El módulo de finura del agregado fino estará comprendido entre 1.6 a 2.5, y la relación agua cemento establecida de acuerdo al procedimiento determinado en la sección 20 de la Norma AASHTO M-150, no será mayor a 0.65.

El agregado no presentará materia orgánica y se rechazará cualquier material que en el ensayo de impurezas, Norma ASSHTO T-21, dé como resultado un color más oscuro que el estándar establecido en dicha norma, salvo que se pruebe satisfactoriamente que esa coloración proviene de carbón mineral, lignito o partículas discretas similares.

En caso de duda, se verificará la calidad de la arena empleando el método establecido para el ensayo: Efecto de Impurezas Orgánicas en la Resistencia, Norma AASHTO T-71, y se rechazará todo material que en dicho ensayo presente resistencias menores al 95%.

En caso de que se requiere como aglutinante hormigón simple, este se realizará con cemento Portland tipo I, utilizando al menos 225 kg/m³ de cemento, con una relación agua/cemento de 0.71 lt/kg.

El agregado para realizar el hormigón simple, deberá ajustarse a la siguiente granulometría:

Cuadro Nº 5 – Granulometría agregado para Hormigón Simple F'c = 140kg/cm²

Apertura de Tamiz	Tamiz ASTM	% que pasa
13.2 mm		100
9.5 mm	3/8	85 – 100
4.75 mm	4	10 – 30
2.36 mm	8	0 – 10

Los agregados gruesos para el hormigón de cemento Portland estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla; se compondrán de partículas o fragmentos resistentes y duros, libres de material vegetal, arcilla u otro material inconveniente, sin exceso de partículas alargadas o planas.

La arena cumplirá los mismos requerimientos que la utilizada en los morteros de cemento.

EE-05.03. Equipo.- La piedra partida o canto rodado será colocada a mano, pero se requiere equipo de mezclado para la elaboración del mortero o del hormigón de revestimiento.

Adicionalmente se deberá disponer de herramientas manuales para la conformación de la cuneta.

EE-05.04. Procedimiento de Trabajo.- La superficie sobre la que se colocará la piedra para realizar la cuneta, deberá hallarse debidamente conformada.

Se iniciará con la colocación de maestras o hileras de piedra de mayor tamaño en el eje inferior y en los bordes superiores de los costados de la cuneta. Estas piedras se colocarán con la alineación y pendiente longitudinal establecida en los planos.

Ilustración 15 – Conformación de la Cuneta



Ilustración 16 – Colocación de Maestras o Cordones Maestros en Cunetas



Luego se rellenará los costados de las cunetas con piedra de menor tamaño, incrustándola al suelo mediante la utilización de martillos de al menos 2 kg, de tal manera que las piedras queden ajustadas entre si.

Ilustración 17 – Cunetas empedradas



Una vez conformado el empedrado de la cuneta, y dependiendo de la gradiente longitudinal se rellena los intersticios del empedrado con el mortero de cemento portland relación 1:3, o con el hormigón simple, de tal manera que se cubra totalmente la piedra y quede una superficie uniforme que garantice un drenaje adecuado.

Ilustración 18 – Revestimiento de Cunetas Empedradas



Ilustración 19 – Cuneta Terminada



EE-05.05. Medición.- Las cantidades a pagarse por la construcción de las cunetas empedradas serán los metros lineales debidamente ejecutados y aceptados, medidos en obra.

EE-05.06. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte, clasificación de la piedra, excavación y conformación, empedrado y revestimiento de la cuneta, así como toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección, incluyendo la remoción y reemplazo de los tramos no aceptados por el Fiscalizador.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
EE-05. Cuneta empedrada con revestimiento de mortero 1:3.....	Metro (m)
EE-05. Cuneta empedrada con revestimiento de hormigón simple f'c=140 kg/cm ²	Metro (m)



MANTENIMIENTO DE CAMINOS EMPEDRADOS.

Es conocido por las autoridades viales que el tipo, frecuencia y nivel de mantenimiento pueden influenciar significativamente sobre el desempeño de los pavimentos. Como consecuencia final de un buen mantenimiento se puede diferir otros trabajos de mayor envergadura como la rehabilitación que obligan a la disponibilidad de importantes sumas de recursos financieros.

La definición de **mantenimiento** puede variar entre las diferentes agencias viales. Básicamente se considera a esta actividad como un conjunto de acciones que deben realizarse para salvaguardar la estructura del pavimento y su grado de serviciabilidad.

Serviciabilidad.-

El concepto de serviciabilidad, extendido para el caso de superficies empedradas, estableció una dificultad para determinar la condición de falla para una sección de pavimento sometida a la acción del tráfico. De manera que una buena parte de este concepto radica en la concepción subjetiva de la medida de serviciabilidad.

Por lo tanto, el ciclo de vida de un pavimento es dado en términos de serviciabilidad versus tiempo o tráfico sobre el mismo, en donde no se debe aceptar que la serviciabilidad disminuya de un valor mínimo aceptable, que representa la condición de adecuado confort para el usuario y, consecuentemente, niveles razonables de seguridad para la circulación y economía en los costos de operación de los vehículos.

En esta línea, debe señalarse que el ciclo de vida de una vía puede ampliarse con oportunos y adecuados planes de mantenimiento, que hacen disminuir la velocidad de deterioro de los diferentes factores que intervienen en el proceso. Con acciones sistemáticas de mantenimiento, se retrasa la presencia de baches, ondulaciones, la condición estructural disminuye lentamente; por ello, los planes de mantenimiento y la inspección permanente de las vías son elementos importantes debido a que se puede, detectar tempranamente el requerimiento de intervenciones mucho más complejas pero que están debidamente controladas, y serán tomadas en consideración de los nuevos planes de mantenimiento para efectuar las suficientes provisiones de recursos para tales intervenciones.

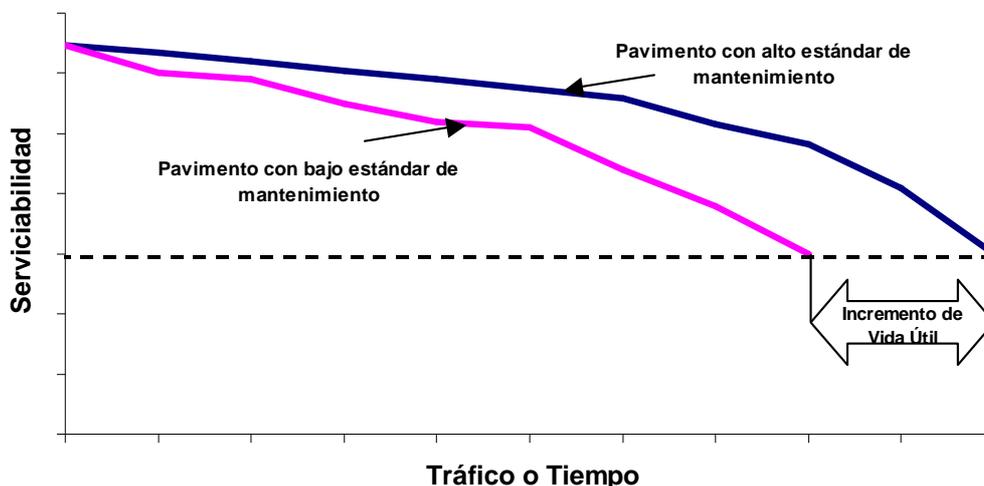
Los trabajos de mantenimiento vial son usualmente utilizados para reducir la tasa de deterioro y extender la vida útil..

Un aspecto importante en el análisis de los niveles de serviciabilidad de los pavimentos es la inversión que debe realizarse en las actividades de mantenimiento puesto que los costos tienen un límite a partir del cual las inversiones resultan exageradas cuando la condición del pavimento es deficiente. En estas circunstancias es conveniente realizar los suficientes ensayos a fin de determinar otros tipos de tratamiento que pueden llegar a trabajos de reconstrucción.

Por otra parte, las inversiones de mantenimiento pueden ser de diferentes niveles aún cuando se mantengan sobre el mínimo de serviciabilidad, ello da lugar a diferentes estándares de los pavimentos que son preferidos por los usuarios y determinándose

una extensión de la vida útil que justifica mejores niveles de inversión como se indica a continuación.

Ilustración 20 - Extensión de la vida útil del pavimento por diferentes niveles de mantenimiento



Adicionalmente, es posible mantener el nivel mínimo de serviciabilidad mediante estrategias diferentes de mantenimiento, de esta manera se cumplen los objetivos técnicos del proyecto, pero el usuario siempre exigirá mejores estándares para las vías públicas, como se refleja en la siguiente figura.

Serviciabilidad

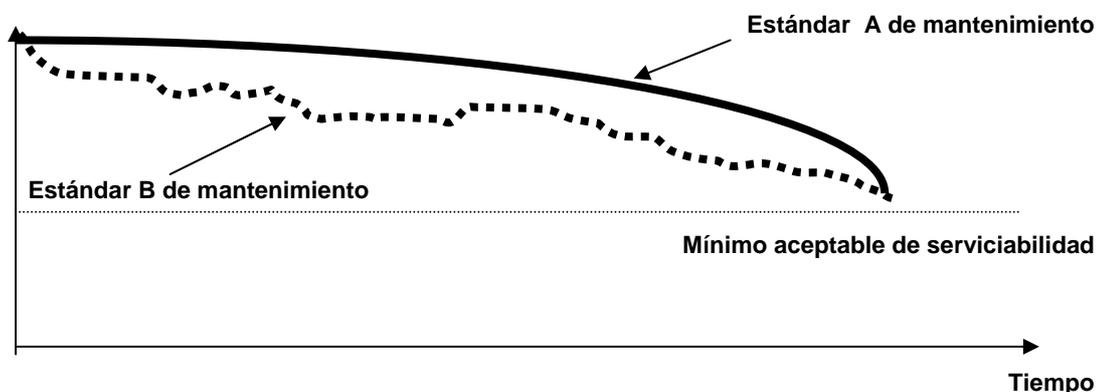


Ilustración 21 - Comparación entre dos pavimentos con igual serviciabilidad y diferente estándar

En la ilustración anterior, si bien el estándar A puede resultar más costoso, los costos de operación vehicular pueden ser sustancialmente inferiores por llevar planes adecuados de mantenimiento, correctamente planificados y suficientemente presupuestados; por el contrario, lograr la misma serviciabilidad del camino mediante el estándar B en un mismo período que A, si bien significa costos de mantenimiento inferiores, será muy difícil prever inversiones adecuadamente, así como no se podrá garantizar que la serviciabilidad, confort y seguridad siempre sea la requerida, con el

consecuente aumento de los costos de operación vehicular, impacto ambiental y social⁶.

Finalmente debe indicarse que la selección de la estrategia de mantenimiento vial dependerá de las posibilidades económicas de las instituciones de gestión vial, la importancia que se de a los costos de operación vehicular, seguridad, confort y otros condicionantes que deberán analizarse para cada caso.

Elementos para considerar en el Inventario Vial.

El mantenimiento vial de caminos empedrados se orienta hacia 3 aspectos, siendo estos:

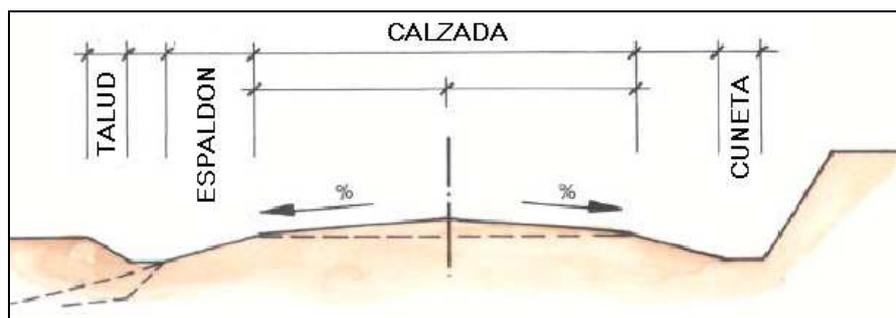
- Mantenimiento de drenaje menor (cunetas y alcantarillas);
- Mantenimiento de calzada (bacheo y espaldones); y,
- Mantenimiento de derecho de vía (taludes).

Este manual solo contempla las áreas anteriores, ya que son las que mayor relevancia tienen en el mantenimiento de caminos empedrados, pero no debe descartarse actividades de mantenimiento encaminadas a preservar elementos de seguridad vial como señalización vertical, guardavías; mantenimiento de puentes, muros, reposición de rellenos, etc. Estas actividades deben ser ejecutadas bajo los procedimientos comunes y aprobados por los Organismos de Gestión Vial.

De esta manera es imprescindible tener claro cada uno de los elementos a inventariar, y por ende a mantener.

Calzada: es la parte del camino por donde circulan los vehículos.

Ilustración 22 – Elementos de la Vía



Cuneta: Son canales de pequeña capacidad que se ubican en los lados de la vía, con el fin de permitir el drenaje superficial de las aguas lluvias. Estos elementos no son canales de riego.

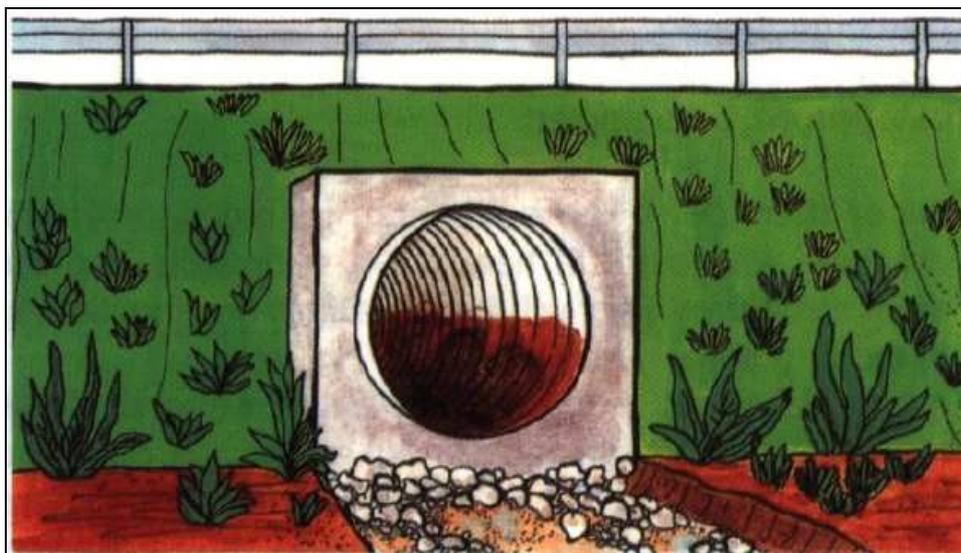
⁶ Ralph Hass and W. Ronald Hudson, Pavement Management Systems, McGraw Hill, New York, 1978

Espaldón: Es el área que se ubica entre la cuneta y la calzada, cuyos propósitos son los de proteger al usuario en caso que requiera realizar una maniobra peligrosa, ser sitio de estacionamiento y confinar adecuadamente a la calzada construida

Talud: Pueden ser de corte o de relleno, son elementos de la vía y producto de la construcción de la misma

Alcantarillas: Son elementos que se ubican bajo la vía con el fin de mantener los cauces naturales del terreno y ser colectores de las aguas que escurren de las cunetas

Ilustración 23 - Alcantarilla



Para efectuar un adecuado inventario vial, se debe analizar en cada kilómetro los siguientes datos:

- Metros de cunetas;
- Metros de alcantarillas;
- Metros cuadrados de espaldones;
- Área de taludes en derecho de vía;
- Área de empedrados.

Normas de Mantenimiento.

A fin de estandarizar la realización de los trabajos de mantenimiento en todas sus fases, es necesario establecer normas de mantenimiento para servir de guías en el planeamiento, programación, ejecución y control de las operaciones de mantenimiento.



Las normas deberán:

- Definir los niveles de servicio de mantenimiento que deben proporcionarse a las diferentes clases de carreteras y los criterios para la programación de trabajos específicos;
- Estimar las cantidades anuales de trabajo de las diferentes actividades por cada unidad de inventario; y,
- Definir los métodos de trabajo, los procedimientos y los complementos de recursos humanos y equipo mecánico requeridos para llevar a cabo cada actividad de trabajo individual en la forma más efectiva.

Normas de Cantidad (nivel de servicio).

El planteamiento del trabajo de mantenimiento requiere de una definición preliminar sobre los niveles de servicio deseado. Generalmente estos se relacionan con las diferentes clasificaciones viales, porque un nivel de servicio aceptable para un camino alejado con poco volumen de tráfico, sería inaceptable para una carretera principal con tráfico pesado. Las normas de cantidad o niveles de servicio para las carreteras principales, son antieconómicas para caminos empedrados.

Se debe tener presente que los niveles de servicio, se miden de acuerdo a la frecuencia de mantenimiento requerido. Las decisiones sobre el nivel de servicio son de gran importancia, ya que afectan a los requerimientos de personal, equipos, materiales y fondos.

Es importante que estos parámetros de calidad se transformen en normas de cantidad. Si se aplican normas de cantidad anuales al inventario vial, obtendremos la cantidad o el volumen de trabajo a ejecutar en cada actividad de mantenimiento. Obtener estas cargas, son la esencia de un buen sistema de gestión de mantenimiento vial.

Para caminos empedrados, deberá considerarse como nivel de servicio, el siguiente estándar:

Cuadro Nº 6 – Nivel de Servicio para Caminos Empedrados

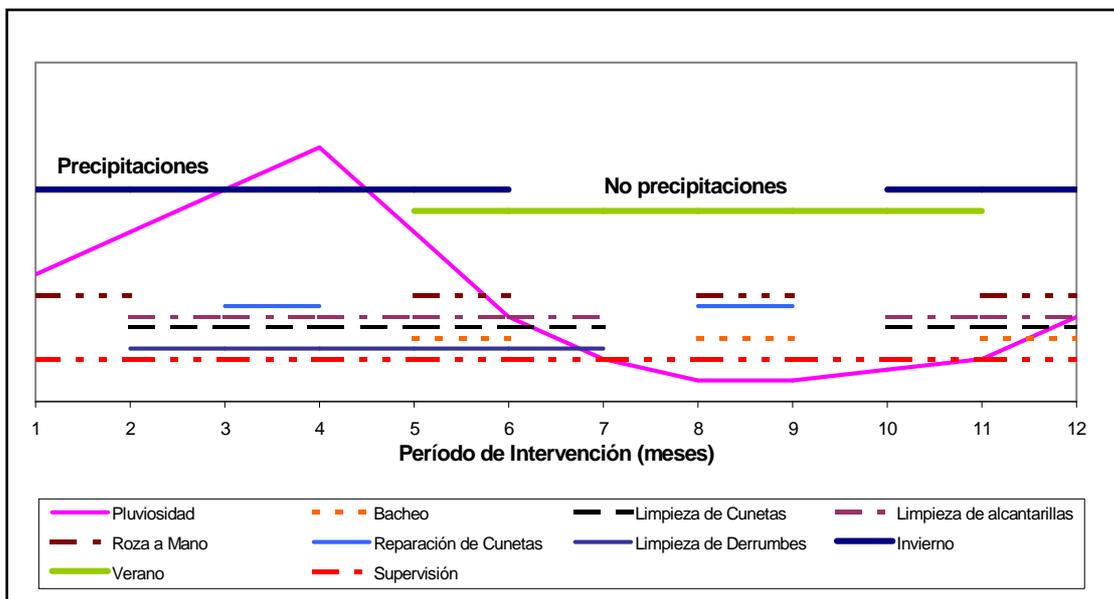
NIVEL DE SERVICIO DE CAMINOS EMPEDRADOS	
Rubro	Especificación
Baches	Reparados máximo en 72 horas
Cunetas	Inicio de limpieza máximo en 48 horas
Alcantarillas	Inspeccionar para mantener siempre limpias
Roza de taludes y espaldones	La vegetación deberá ser cortada para evitar que la altura sobrepase 0.70 metros. Incluye los bordes de los taludes superiores en dos metros.
Cunetas	Reparar máximo en 5 días
Derrumbes	Iniciar limpieza y habilitar el tránsito en forma inmediata

Los niveles de servicio proveen a la autoridad de gestión vial, a la microempresa, o a la comunidad, el tiempo de reacción a los problemas que se presenten en la vía.

Los países andinos, en especial los sectores montañosos en donde se construyen empedrados, presentan usualmente una etapa invernal que varía entre los 3 a 5

meses, por lo que las normas de cantidad deberán ajustarse a este período, bajo el principio expuesto esquemáticamente en la siguiente figura.

Ilustración 24 – Principio de Programación de Mantenimiento



Las normas de cantidad que se recomiendan para la planificación del mantenimiento vial, pero que deben ser verificadas y corregidas para cada proyecto, son:

Cuadro Nº 7 – Normas de Cantidad para Mantenimiento de Empedrados

Código	Rubro	Norma	Veces/año	Unidad de Evaluación
EMV-01	Bacheo de empedrado	1.5	1	m ² /vía – km
EMV-02	Limpieza de cunetas	12.5	1.5	m ³ /km - cuneta
EMV-03	Limpieza de alcantarillas menores	0.1	1.5	m ³ /m – alcantarilla
EMV-04	Roza a mano (limpieza de taludes y espaldones)	0.1	1	ha/ha
EMV-05	Limpieza de Derrumbes a Mano	5	1	m ³ /km
EMV-06	Reparación de cunetas	0.3	1	m/km
EMV-07	Supervisión de Mantenimiento	1	12	hombres/mes

Con el fin de comprender como actúa una norma de cantidad, se presentan los siguientes ejemplos:

- Para el bacheo se prevé que durante el año solo se admitirá un máximo de 1.5 metros cuadrados de baches por kilómetro de vía, o su equivalente a 10 baches de 40 cm de lado;
- Para la limpieza de alcantarillas, bajo condiciones normales de sedimentación, al año se requiere una limpieza de aproximadamente 0.1 m³ por cada metro de alcantarilla que usualmente es posterior al invierno, y 0.05 m³ de sedimentos antes del invierno, lo que al año resulta 0.15 m³ por cada metro de alcantarilla.



Las normas de cantidad nos permitirán realizar un aproximación de las cantidades de trabajo que se requieren ejecutar anualmente.

De esta manera, y aplicando los niveles de servicio señalado, las empedrados deben cumplir los siguientes estándares:

Cuadro Nº 8 – Estándares de mantenimiento

ESTÁNDARES DE MANTENIMIENTO DE CAMINOS EMPEDRADOS	
Rubro	Estándares
Baches	Máximo 5 baches por kilómetros
Cunetas	Siempre limpias
Alcantarillas	Siempre limpias
Roza de taludes y espaldones	La altura de la vegetación siempre permite una adecuada visibilidad en curvas
Cunetas	Máximo 0.3 metros de cuneta a reparar por kilómetro
Derrumbes	Libre de derrumbes

Normas de Ejecución (patrones de desempeño).

Una vez determinado cuales son los problemas (inventario), y que se haya determinado las características que se desea disponer en la vía (normas de cantidad), el siguiente paso es determinar los recursos físicos necesarios para realizar las cantidades totales de trabajo de mantenimiento requeridas en cada unidad operativa.

Para este propósito se deben definir los métodos y procedimientos de trabajo más efectivos y las combinaciones más eficientes de personal, equipos y materiales necesarios para la ejecución de cada actividad de mantenimiento. Esto requiere el establecimiento de normas para la ejecución o patrones de desempeño de cada actividad establecida.

Además de los datos señalados anteriormente, estas normas permiten conocer cual es la producción promedio diaria de la cuadrilla (expresada en unidades de medida de trabajo) en el desempeño de la actividad de mantenimiento durante un día normal.

Del análisis de las normas de ejecución se puede realizar un análisis de precios unitarios de cada unidad de trabajo.

Para cada una de las actividades de mantenimiento, se ha establecido una norma de ejecución, la cual explica:

- La composición de la cuadrilla más efectiva;
- Los tipos y cantidades de equipo requerido;
- El procedimiento para ejecutar la actividad; y,
- El estimado de producción promedio por día.

El procedimiento de trabajo, norma de ejecución, está constando expresamente en las especificaciones de mantenimiento vial para cada rubro o actividad de trabajo.



Debe destacarse que las normas de ejecución, niveles de servicio y normas de cantidad son independientes del sistema de pago que se emplee, sea este por estándares de mantenimiento, volúmenes de obra u otro. El sistema de pago debe ser analizado por cada entidad de gestión vial, luego de un análisis de ventajas y desventajas de los diferentes esquemas que existen para el efecto. En relación al pago por estándares, deberán establecerse Listas de Control que permitan llevar adecuadamente el control de las actividades de mantenimiento y determinar que los niveles de servicio y las normas de cantidad se cumplan.

A continuación se presentan las principales normas de ejecución y especificaciones de cada una de las actividades señaladas⁷. De todas maneras, se presentan también las normas de ejecución de muchas de las actividades que garantizan la ejecución adecuada de un plan de mantenimiento vial.

EMV-01. Bacheo de Empedrado.

EMV-01.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en el suministro, transporte y distribución de piedra para la reparación de pequeñas áreas de superficies empedradas, para corregir baches, depresiones, roturas de borde, ondulaciones, etc., causados por la infiltración de agua por piedras desprendidas; por la inestabilidad en la subrasante como resultado de una compactación inadecuada; por inadecuada colocación de la piedra; debido a la acción del tránsito en movimiento.

EMV-01.02. Materiales.- Los materiales necesarios para este trabajo será piedra de empedrado para maestras y para relleno.

La selección del material se regirá a los requerimientos técnicos señalados en el cuadro N° 1 del presente manual.

EMV-01.03. Equipo.- El contratista deberá disponer de todo el equipo necesario para la debida ejecución de los trabajos, incluyendo la señalización adecuada, que deberá contar con la aprobación del Fiscalizador.

El equipo constará con todas las herramientas manuales para la ejecución del trabajo en mención, principalmente, pala, pico, martillo de 2 kg, pisón, rastrillo.

EMV-01.04. Ensayos y Tolerancias.- Los materiales utilizados para esta actividad cumplirán los requerimientos técnicos establecido en el cuadro N° 1 del presente manual.

EMV-01.05. Procedimiento de trabajo.- La fase inicial consiste en determinar los sitios donde ha iniciado el desprendimiento de la piedra, en lo posible cuando se aprecie que inicia el desprendimiento. Luego debe procederse a retirar todas las piedras desprendidas o flojas, hasta tener un área adecuada como para reconfigurar adecuadamente la subrasante y apisonarla. Previa la compactación, se hidratará

⁷ Tomadas del Manual de Mantenimiento Vial del Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, 1978, y de las Guías de Mantenimiento Vial de la Unidad de Caminos Vecinales del Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, 2001.



ligeramente al bache para lograr la máxima eficiencia del pisón. Efectuada la compactación del bache se afloja la subrasante una profundidad de 5 cm.

Se colocará la piedra bajo el mismo procedimiento que se realiza el empedrado, esto es, colocación de la piedra y golpe a la misma para lograr una inserción adecuada en la subrasante. Finalmente se rellenan los intersticios con arena y limo no arcilloso u orgánico.

Los materiales excedentes deben ser retirados y depositados en los lugares señalados por el Fiscalizador. Terminada la operación y retirada la señalización se puede mudar a otro sitio de trabajo.

Se adjunta la respectiva Norma de Ejecución en la que en forma más detallada se explica el procedimiento.

EMV-01.06. Medición.- Las cantidades a pagarse por los trabajos de bacheo de empedrado, serán los metros cuadrados bacheados.

El cómputo del volumen se realizará en base a las dimensiones del bache en metros cuadrados.

EMV-01.07. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro y transporte de la piedra, la limpieza de la superficie que recibirá la piedra; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

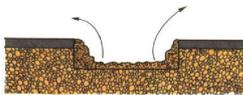
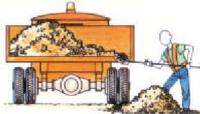
Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
EMV-01 Bacheo de Empedrado.....	Metro cuadrado (m ²)



NORMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	BACHEO DE EMPEDRADO	CÓDIGO Nº	EMV – 01
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO	<p>Son los trabajos de reparación a mano de áreas pequeñas de superficies empedradas para corregir baches, depresiones y otros peligros potenciales.</p>		
		CATEGORIA DE CONTROL	Ilimitada
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN	<p>Los baches en superficies empedradas que representan un peligro al tráfico o al deterioro del empedrado deben ser reparados tan pronto como sea posible, siempre asegurando que el área esté seca. La realización de este trabajo debe ser realizada máximo en las siguientes 72 horas de detectada la falla o los desprendimientos de las piedras con potencial peligro de la progresión del bache.</p>		

PERSONAL NECESARIO	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
Capataz 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cargar y transportar material para el bacheo (piedra); 2. Colocar señales y elementos de seguridad; 3. Extraer el material suelto y encuadrar el área a ser reparada; 4. Remover todo el material suelto del área; 5. Quitar señales y elementos de seguridad; 6. Desalojar y mudar
Peones (cuadrilla) 4	
Chofer 1	
EQUIPO NECESARIO	
Camión volquete	
Herramientas de mano: palas, rastrillos, combos Elementos de seguridad: conos, banderas, vallas, etc.	
MATERIALES	
Piedra	
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA	
15 - 20 m2	

NORMA DE EJECUCIÓN PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	BACHEO DE EMPEDRADO	CÓDIGO Nº	EMV – 01
<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar en el sitio de trabajo los procedimientos apropiados de seguridad para el control del tránsito. Usar uno de los obreros como abanderado en caso de ser necesario. 2. Verificar si la piedra que se utilizará para el bacheo es de las dimensiones adecuadas. 3. Retirar todas las piedras flojas y desprendidas del sitio a empedrar, limpiar la superficie, hidratar y recompactar la subrasante, y disgregar un espesor de 5 cm. 4. Colocar la piedra con la parte más lisa hacia arriba y golpear con el martillo para incrustarla. 5. Emporar y rellenar los intersticios con mezcla de arena – limo. 6. Eliminar todo el material excedente y transportarlo a sitios predeterminados. 7. Cargar todo el equipo y dispositivos para el control del tránsito en el área de trabajo y trasladarse al siguiente sitio de trabajo. 			
  			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e6f2ff;">Señalizar</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e6f2ff;">Verificar piedra</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e6f2ff;">Limpiar la superficie</div> </div>			
  			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e6f2ff;">Humectar y compactar</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e6f2ff;">Rellenar y emporar</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e6f2ff;">Limpiar</div> </div>			
			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e6f2ff; width: fit-content; margin: 0 auto;">Desalojar y mudar</div>			



EMV-02. Limpieza de Cunetas a Mano.-

EMV-02.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la remoción, transporte y disposición final de los desechos depositados en las cunetas revestidas, laterales a la calzada de la vía, con la finalidad de que el agua fluya libremente y se evacuen hacia sitios que eviten la erosión del empedrado y otras estructuras. Las cunetas se deben mantener libres de limo, desechos o cualquier otro material que restrinja el libre flujo de las aguas. El material extraído de las cunetas debe ser transportado y depositado en los sitios aprobados por el Fiscalizador. En ningún caso el material debe ser depositado junto al talud tanto en corte para evitar el retorno a la cuneta por arrastre de agua o viento, como en relleno. El sitio de depósito de los escombros debe ser tratado de manera que no afecte al entorno ni el paisaje de la zona. Los trabajos de limpieza deben ser realizados a mano y se prohíbe la utilización de motoniveladoras para este trabajo.

EMV-02.02. Equipo.- El contratista deberá disponer de todo el equipo necesario para la debida ejecución de los trabajos, incluyendo la señalización adecuada, que deberá contar con la aprobación del Fiscalizador.

Como mínimo, el equipo estará conformado por un volquete de 6 metros cúbicos de capacidad; herramientas manuales.

EMV-02.03. Procedimiento de trabajo.- La fase inicial consiste en determinar la extensión de cunetas que se encuentren con sedimentos. Determinada la zona de trabajo, se asigna el personal de obreros para que inicien la extracción del material de las cunetas, colocándolo en el espaldón formando montículos de manera que facilite la carga manual en el volquete para su transporte hacia el sitio de disposición final aprobado por el Fiscalizador. En el sitio de depósito final, el material deberá ser dispuesto de manera que no afecte el medio ambiente, que evite el arrastre hacia los cauces de agua, que facilite la revegetación de la zona.

Terminada la operación y retirada la señalización se puede mudar a otro sitio de trabajo.

Se adjunta la respectiva Norma de Ejecución en la que en forma más detallada se explica el procedimiento.

EMV-02.04. Medición.- Las cantidades a pagarse por los trabajos de limpieza de cunetas a mano, serán los metros cúbicos de material desalojado y transportado al sitio designado por el Fiscalizador, medido en su lugar después de retirado dicho material de la cuneta, determinando la longitud de cuneta limpiada y el promedio de la sección transversal del material depositado, medido cada 10 metros de longitud de cuneta.

EMV-02.05. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la limpieza, cargada, transporte y depósito final de los escombros retirados de la cuneta; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.



Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

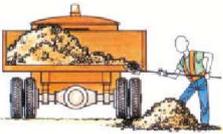
EMV-02 Limpieza de cunetas a mano.....Metro cúbico (m3)



NORMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	LIMPIEZA DE CUNETAS A MANO	CÓDIGO Nº	EMV – 02
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO	Son los trabajos de limpieza y reconfiguración manual de las cunetas para asegurar que el agua fluya libremente.		
		CATEGORIA DE CONTROL	Ilimitada
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN	Se realizará esta operación en las cunetas laterales de la vía		

PERSONAL NECESARIO	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
Capataz 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar señales y elementos de seguridad. 2. Ubicar a los peones a lo largo de la cuneta a limpiarse, dándoles a cada uno suficiente espacio (15 – 25 metros) para tener holgura en el trabajo. 3. Quitar basura, vegetación y sedimento de las cunetas y cargarlas en el camión volquete. 4. Asegurar que la cuneta limpiada permita al agua fluir libremente y que no haya depresiones donde se empoce el agua. 5. Descargar y conformar el material transportado por el camión volqueta en los sitios de bote definidos. 6. Quitar señales y elementos de seguridad, desalojar y mudar a otro sitio de trabajo.
Peones (cuadrilla) 4	
Chofer 1	
EQUIPO NECESARIO	
Camión volquete	
Herramientas de mano: palas, picos, carreterilla Elementos de seguridad: conos, banderas, vallas, etc.	
MATERIALES	
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA 6 m3	

NORMA DE EJECUCIÓN			
PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	LIMPIEZA DE CUNETAS A MANO	CÓDIGO Nº	EMV – 02
<ol style="list-style-type: none">1. Iniciar en el sitio de trabajo los procedimientos apropiados de seguridad para el control del tránsito. Usar uno de los obreros como abanderado en caso de ser necesario.2. Distribuir la cuadrilla a lo largo de la cuneta dándole a cada jornalero un espacio de 15 a 25 m.3. Extraer vegetación, sedimento u otro material extraño que impida el buen escurrimiento de las aguas.4. El material debe ser colocado en una carretilla para evitar que se disperse en el sitio.5. Asegurar que la cuneta quede con la pendiente adecuada y que desagüe libremente a las alcantarillas u otro sistema de drenaje.6. Retirar el sedimento en el volquete, depositarlo y conformarlo en un lugar adecuado, en el que no pueda ser arrastrado nuevamente por las aguas y afecte al paisaje.7. Cargar todo el equipo y dispositivos para el control del tránsito en el área de trabajo y trasladarse al siguiente sitio de trabajo.			
			
Señalizar	Limpieza a mano	Carga a volqueta	
			
	Desalojar y mudar		



EMV-03. Limpieza de Alcantarillas.-

EMV-03.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la remoción, transporte y disposición final de los desechos depositados en el interior del cuerpo de la alcantarilla. Los encauzamientos de entrada y salida de las mismas hasta una longitud tal que permita el acceso libre de las aguas, su tránsito por el cuerpo y la evacuación aguas abajo del cauce de las mismas evitando empozamiento de las mismas. Las alcantarillas se deben mantener libres de limo, desechos o cualquier otro material que restrinja el libre flujo de las aguas. El material extraído de las alcantarillas debe ser transportado y depositado en los sitios aprobados por el Fiscalizador. En ningún caso el material debe ser depositado junto a los cauces de entrada y salida de las alcantarillas. El sitio de depósito de los escombros debe ser tratado de manera que no afecte al entorno ni el paisaje de la zona. Los trabajos de limpieza deben ser realizados a mano.

EMV-03.02. Equipo.- El contratista deberá disponer de todo el equipo necesario para la debida ejecución de los trabajos, incluyendo la señalización adecuada, que deberá contar con la aprobación del Fiscalizador.

Como mínimo, el equipo estará conformado por un volquete de 6 metros cúbicos de capacidad y herramientas manuales.

EMV-03.03. Procedimiento de trabajo.- La fase inicial consiste en inspeccionar por lo menos dos veces al año todas y cada una de las alcantarillas y dejar sentado en los registros correspondientes sobre el estado de conservación; es recomendable además realizar inspecciones inmediatamente después de las lluvias excepcionales en la zona del proyecto. Una vez determinada la/las alcantarillas que requieren limpieza, se procede al trabajo extrayendo el material depositado en el interior y colocándolo en lugares que permitan la evacuación hacia los sitios previamente fijados y aprobados por el Fiscalizador. En forma simultánea se debe proceder a la limpieza de los cauces de entrada y salida, manteniendo las pendientes a fin de garantizar el libre flujo de las aguas, los materiales extraídos de los cauces deben ser transportados y depositados en los sitios antes señalados. En el evento de que se hayan presentado fallas menores en las estructuras como erosión de los muros, desgaste prematuro del fondo de la alcantarilla, debe procederse a la reparación correspondiente. Si las fallas son mayores debe existir el correspondiente reporte para la programación de esas obras.

Terminada la operación y retirada la señalización se puede mudar a otro sitio de trabajo.

Se adjunta la respectiva Norma de Ejecución en la que en forma más detallada se explica el procedimiento.

EMV-03.04. Medición.- Las cantidades a pagarse por los trabajos de limpieza de alcantarillas a mano, serán los metros cúbicos de material desalojado y transportado al sitio designado por el Fiscalizador, medido en su lugar después de retirado dicho material de la alcantarilla, determinando la longitud de alcantarilla limpiada y de los cauces de entrada y salida y el promedio de la sección transversal del material depositado, medido cada 10 metros de longitud de alcantarilla y de los cauces.



EMV-03.05. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la limpieza, cargada, transporte y depósito final de los escombros retirados de la cuneta; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

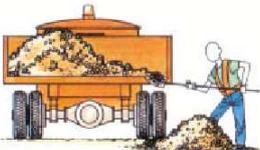
Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
EMV-03 Limpieza de alcantarillas a mano.....	Metro cúbico (m3)



NORMA DE EJECUCION

ACTIVIDAD	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	CÓDIGO Nº	EMV – 03
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO			
<p>Son los trabajos de inspección, limpieza manual y reparaciones menores de alcantarillas incluidos los cauces de entrada y salida hasta una distancia de 10 metros a cada lado de la entrada y salida, para asegurar el flujo libre del agua.</p>			
			CATEGORIA DE CONTROL Limitada
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN			
<p>Se realizará la actividad con más frecuencia en anticipación de la época lluviosa y posterior a las lluvias en caso de que haya sedimentación de la alcantarilla y de los cauces de entrada y salida.</p>			

PERSONAL NECESARIO	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
Capataz 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Inspeccionar la alcantarilla, incluyendo la salida y entrada de la misma para localizar las partes dañadas, si existieren. 2. Colocar señales y elementos de seguridad. 3. Quitar basura y sedimentación de la salida y entrada de la alcantarilla. 4. Quitar basura y sedimentación del interior de la alcantarilla. 5. Efectuar las rectificaciones o reparaciones menores que sean posible según el caso, y comunicar al supervisor cualquier daño no reparado. 6. Quitar señales y elementos de seguridad
Peones (cuadrilla) 4	
Chofer 1	
EQUIPO NECESARIO	
Camión volquete	
Herramientas de mano: palas, picos, carretillas Elementos de seguridad: conos, banderas, vallas, etc.	
MATERIALES	
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA 2.50 – 5.00 m3	-----

NORMA DE EJECUCIÓN			
PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	CÓDIGO Nº	EMV – 03
<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar los procedimientos de seguridad para un control adecuado del tránsito en el sitio de trabajo. 2. Iniciar los trabajos según lo siguiente: <ol style="list-style-type: none"> a. Remover la arena, fango, desperdicios y vegetación indeseable de la entrada y salida de las alcantarillas. b. Remover con palas el material que se encuentre en la alcantarilla. c. Cargar los desperdicios que se encuentran en la alcantarilla y llevarlos al lugar de depósito aprobado. d. Revisar la línea de flujo de la zanja, y si ésta se encuentra más alta que la de la tubería, programar una renivelación. e. Revisar las juntas y hacer las reparaciones necesarias. f. Después que se haya limpiado la alcantarilla, revisar las juntas y hacer las reparaciones necesarias. g. Revisar la línea de flujo del canal de drenaje y programar cualquier renivelación que sea necesaria. 3. Cortar la vegetación existente hasta 10 metros antes de la entrada y después de la salida y 2 metros hacia los lados desde el eje de los cauces. 4. Limpiar el lugar de trabajo. 5. Transportar los materiales extraídos al sitio de bote escogido colocándolos de manera que no afecten al paisaje del sector, cuidando que puedan ser arrastrados nuevamente por el agua. 6. Limpiar el lugar, retirar los elementos de seguridad y mudar a otro sitio. 			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>Señalizar</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Limpiar alcantarilla</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Transportar</p> </div> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Desalojar y mudar</p> </div>			



EMV-04. Roza a Mano.

EMV-04.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en corte de la vegetación de los espaldones y taludes de la carretera, en forma manual, en un ancho que permita una buena visibilidad para la circulación y que permita inspeccionar otros elementos como cunetas, alcantarillas, taludes; el transporte y disposición final de los materiales vegetales cortados hasta el sitio predeterminado y aprobado por el Fiscalizador. En ningún caso el material debe ser quemado. El sitio de depósito de los escombros debe ser tratado de manera que no afecte al entorno ni el paisaje de la zona.

Este trabajo deberá ser realizado las veces que sean necesarias para evitar que la altura de la vegetación exceda la altura fijada por el fiscalizador, pero en ningún caso de 0.70 metros.

Este trabajo contemplará también la conservación, evitando todo daño o deformación de la vegetación, plantaciones y objetos destinados a conservarse.

EMV-04.02. Equipo.- El contratista deberá disponer de todo el equipo necesario para la debida ejecución de los trabajos, incluyendo la señalización adecuada, que deberá contar con la aprobación del Fiscalizador.

Como mínimo, el equipo estará conformado por un volquete de 6 metros cúbicos de capacidad y herramientas manuales.

EMV-04.03. Procedimiento de trabajo.- La fase inicial consiste en determinar los sectores de la carretera en los que la vegetación de los costados se encuentra en una altura próxima a los 0.70 metros, para luego ubicar a los obreros que van a realizar este trabajo. La vegetación cortada debe ser evacuada en el volquete hacia los sitios predeterminados y aprobados por el Fiscalizador. No se utilizarán herbicidas para este trabajo. Es prohibido el depósito de residuos y escombros en áreas dentro del derecho de vía, donde sería visible desde el camino, a menos que se lo entierre o coloque de tal manera que no afecte el paisaje. Tampoco se permitirá que se queme los materiales removidos.

Para evitar interferencias del tráfico y mantener adecuados niveles de seguridad, debe realizarse el trabajo en forma ordenada iniciándose en el un lado de la carretera, luego de realizar el trabajo en ese lado, iniciar el trabajo en el otro lado. No se debe realizar la roza de la vegetación simultáneamente en ambos lados y en el mismo tramo. Tampoco debe realizarse la movilización de la vegetación cortada de un costado al otro de la calzada.

Por lo general se efectuará el trabajo dentro de los límites de construcción y hasta dos (2) metros por fuera las laterales de los taludes de corte y de pié de relleno.

Terminada la operación y retirada la señalización se puede mudar a otro sitio de trabajo.

Se adjunta la respectiva Norma de Ejecución en la que en forma más detallada se explica el procedimiento.



EMV-04.04. Medición.- La cantidad a pagarse por los trabajos de roza a mano será el área en hectáreas, medida en la obra, en su proyección horizontal, de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados.

EMV-04.05. Pago.- La cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior, se pagará al precio unitario contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por eliminación, retiro, desecho, cargada, transporte y depósito final de todos los materiales provenientes de la Roza a Mano; así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
EMV-04. Roza a Mano.....	Hectárea (ha)



NORMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	ROZA A MANO	CÓDIGO Nº	EMV – 04
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO			
Son los trabajos necesarios para el control de la vegetación en las zonas laterales de la carretera mediante la roza manual para mejorar la visibilidad y eliminar la maleza creciente incrementando de esta manera el nivel de seguridad de los usuarios.			
			CATEGORIA DE CONTROL Limitada
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN			
Se realizará la actividad en los sitios de las zonas laterales de la carretera.			

PERSONAL NECESARIO	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
Capataz 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar señales y elementos de seguridad. 2. Ubicar a los peones a lo largo de la zona a cortarse, dándole a cada uno suficiente espacio como para trabajar en forma efectiva. 3. Cortar la vegetación que crece en los espaldones, taludes y derecho de vía. 4. Eliminar el material cortado en zonas predeterminadas si fuese necesario. 5. Quitar las señales y elementos de seguridad.
Peones (cuadrilla) 4	
Chofer 1	
EQUIPO NECESARIO	
Camión volquete Herramientas de mano: machetes, palas, carretillas Elementos de seguridad: conos, señales, vallas, etc.	
MATERIALES	
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA 0.10 – 0.15 ha

NORMA DE EJECUCIÓN			
PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	ROZA A MANO	CÓDIGO Nº	EMV – 04
<ol style="list-style-type: none">1. Colocar adecuadamente los elementos de seguridad antes de iniciar los trabajos. En caso de un volumen de tráfico importante utilizar uno de los peones como abanderado.2. Distribuir los obreros de tal manera que cada uno tenga un área de trabajo de aproximadamente 400 m².3. Deberá rozarse especialmente aquellas zonas que resten visibilidad en curvas.4. La hierba en los espaldones deberá arrancarse de raíz.5. Cortar con machete lo más cerca posible del suelo en taludes hasta tres metros de las laterales de corte y relleno y derecho de vía.6. Elimínese el material cortado transportándolo a sitios adecuados.7. Retirar los elementos de seguridad y mudar a otro sitio.			
			
Señalizar	Corte de maleza	Transportar	
			
	Desalojar		



EMV-05. Limpieza de Derrumbes a Mano.

EMV-05.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la remoción y cargada manual, transporte y disposición final de los materiales acumulados en la plataforma del camino, debido al movimiento de una masa de tierra o roca provenientes de los taludes de corte y que se depositan sobre la vía; siempre que el volumen de los materiales sea pequeño, que no se encuentre afectado el tránsito de vehículos y que en tales circunstancias no hay mérito para el transporte de otros equipos como cargadoras de ruedas.

Los materiales deberán ser removidos y desalojados hasta los sitios que ordene el Fiscalizador, empleando el equipo, personal y procedimientos aprobados por él mismo y de tal manera que evite en lo posible, cualquier daño a la plataforma y la calzada. Este trabajo incluirá limpieza de cunetas, traslado y disposición adecuado de los materiales desalojados.

El sitio de depósito de los escombros debe ser tratado de manera que no afecte al entorno ni el paisaje de la zona.

EMV-05.02. Equipo.- El contratista deberá disponer de todo el equipo necesario para la debida ejecución de los trabajos, incluyendo la señalización adecuada, que deberá contar con la aprobación del Fiscalizador.

Como mínimo, el equipo estará conformado por un volquete de 6 metros cúbicos y herramientas manuales.

EMV-05.03. Procedimiento de trabajo.- El desalojo de derrumbes depositados en la plataforma del camino y cunetas deberá ejecutarse con el empleo de obreros.

No se reconocerá pago alguno de derrumbes en caso de que el Fiscalizador establezca que los mismos se deben a negligencia o descuido del Contratista.

En el sitio de depósito final, el material deberá ser dispuesto de manera que no afecte el medio ambiente, que evite el arrastre hacia los cauces de agua, que facilite la revegetación de la zona.

Terminada la operación y retirada la señalización se puede mudar a otro sitio de trabajo.

Se adjunta la respectiva Norma de Ejecución en la que en forma más detallada se explica el procedimiento.

EMV-05.04. Medición.- Las cantidades a pagarse por los trabajos de limpieza de derrumbes a mano, serán los metros cúbicos de material desalojado y transportado al sitio designado por el Fiscalizador.

Las cantidades a pagarse serán los m³ de materiales efectivamente desalojados de la plataforma y cunetas del camino.

EMV-05.05. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios señalados en el contrato para los rubros siguientes.



Este precio y pago constituirá la compensación total por la limpieza, cargada, transporte y depósito final de los escombros retirados de la plataforma de la vía y sus cunetas; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

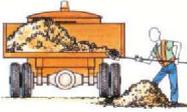
Nº del Rubro de Pago y Designación		Unidad de Medición
EMV-05	Limpieza de derrumbes a mano.....	Metro cúbico (m3)



NORMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	LIMPIEZA DE DERRUMBES A MANO	CÓDIGO Nº	EMV – 05
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO	Son los trabajos requeridos para realizar la limpieza a mano de material proveniente de los taludes y quebradas que se deposita en la carretera para facilitar el normal tránsito de los vehículos.		
		CATEGORIA DE CONTROL	Ilimitada
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN	Se ejecutará esta actividad solamente cuando no es factible o necesario trabajar con máquina.		

PERSONAL NECESARIO	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
Capataz 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar señales y elementos de seguridad. 2. Empezar a eliminar el material depositado sobre la calzada con la finalidad de dar un paso provisional, salvo que siga cayendo el material. 3. Continuar eliminando el material, controlado el tránsito si es necesario. 4. Limpiar bien las cunetas, los espaldones, etc., después de eliminar el material caído. 5. Retirar las señales y elementos de seguridad, desalojar y mudar a otro sitio
Peones (cuadrilla) 4	
Chofer 1	
EQUIPO NECESARIO	
Camión volquete Herramientas de mano: palas, rastrillos, carretillas Elementos de seguridad: conos, banderas, vallas, etc.	
MATERIALES	
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA 15 - 20 m3	

NORMA DE EJECUCIÓN			
PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	LIMPIEZA DE DERRUMBES A MANO	CÓDIGO Nº	EMV – 05
<ol style="list-style-type: none"> 1. Instalar la señalización de emergencia en cantidad suficiente y en sitios claramente visibles a una distancia tal que permita a los vehículos llegar al lugar de obstrucción a una velocidad no mayor a 10 km/h. Indicar que hay hombres trabajando. 2. Escoger un número de hombres apropiado que permita ejecutar el trabajo en corto plazo. 3. Inspeccionar el origen de los derrumbes y asegurarse de que el personal que trabaja en la limpieza esté atento a cualquier deslizamiento posterior. 4. Una vez despejada la vía, continuar con trabajos adicionales como limpieza de cunetas, etc., hasta restituir la condición original de la carretera. 5. Retirar los elementos de seguridad, desalojar y mudar a otro sitio 			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px; border: 1px solid black;">Señalizar</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px; border: 1px solid black;">Eliminar derrumbe</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px; border: 1px solid black;">Limpieza de cunetas</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px; border: 1px solid black;">Cargar desechos</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px; border: 1px solid black;">Desalojar y mudar</p> </div> </div>			



EMV-06. Mantenimiento y Reparación de Cunetas.-

EMV-06.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en el mantenimiento y reparación de cunetas empedradas revestidas de hormigón hidráulico o mortero de cemento, que sirven para el encauzamiento de las aguas en los costados de la carretera y su posterior evacuación hacia los sitios que impidan el empozamiento y afectación a las capas del pavimento.

Incluye la provisión, transporte y manejo de los materiales que servirán para la reparación de las cunetas.

EMV-06.02. Materiales.- Los materiales necesarios para la reparación de las cunetas revestidas deberán cumplir lo señalado en la Especificación EE-04 del presente manual.

EMV-06.03. Equipo.- El contratista deberá disponer de todo el equipo necesario para la debida ejecución de los trabajos, incluyendo la señalización adecuada para garantizar un efectivo estándar de seguridad para los usuarios y obreros, que deberá contar con la aprobación del Fiscalizador.

Como mínimo, el equipo estará conformado por un volquete de 6 m³ de capacidad, hormigonera y herramientas manuales.

EMV-06.04. Procedimiento de trabajo.- La fase inicial consiste en determinar la zona del camino en que las cunetas requieran de reparación.

Una vez determinado el sector de trabajos se asigna el personal de obreros y se dispone de los diferentes materiales para la realización de los trabajos. Previamente debe ordenarse los procedimientos de instalación de los elementos de seguridad para canalizar el tránsito a fin de evitar la generación de accidentes entre los usuarios y los obreros.

Las cunetas deben ser reparadas manteniendo los detalles, dimensiones originales, pendientes, etc., que constarán en los planos del proyecto o aprobados por el Fiscalizador. Los materiales excavados y no usados en la reparación de las cunetas deben ser removidos y dispuestos como desecho en sitios adecuados para ello.

Terminada la operación y retirados los elementos de seguridad se puede mudar a otro sitio de trabajo.

Se adjunta la respectiva Norma de Ejecución en la que en forma más detallada se explica el procedimiento.

EMV-06.05. Medición.- Las cantidades a pagarse por los trabajos de reparación de cunetas, serán los metros de cuneta reparados, previa autorización y conformidad del Fiscalizador.

La medida se realizará según la longitud de cuneta reparada y la sección del hormigón utilizado, que guardará relación con la sección original.



EMV-06.06. Pago.- Las cantidades medidas y aceptadas en la forma que se indicó anteriormente, se pagarán al precio unitario establecido en el contrato. De acuerdo al listado de rubros que se indican a continuación.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por el suministro, transporte, mezclado y colocado en la obra de todos los materiales; así como por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en el completamiento de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
EMV-06. Mantenimiento y reparación de cuneta revestida.....	Metro (m)



NORMA DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO Y REPARACION DE CUNETETA	CÓDIGO Nº	EMV – 06
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO			
La reparación de las cunetas revestidas de hormigón para asegurar que el agua fluya libremente y evitar el ingreso de la misma a las capas inferiores del pavimento o la erosión.			
			CATEGORIA DE CONTROL
			Limitada
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN			
Se realizará este trabajo antes de iniciar la etapa invernal, de tal manera que se garantice plenamente el funcionamiento de las estructuras.			

PERSONAL NECESARIO	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
Capataz 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar las señales de seguridad para control del tránsito. 2. Retirar las áreas cuneta destruidas o que el recubrimiento se ha desprendido. 3. Compactar la base y verificar la alineación y pendientes de los lados de la cuneta. 4. Empedrar nuevamente la cuenta en reparación controlando las alineaciones y pendientes de la estructura. 5. Colocar el hormigón simple o mortero de cemento, asegurándose de las alineaciones y pendientes de la estructura. 6. Limpiar el sitio de trabajo. 7. Retirar los elementos de seguridad.
Peones (cuadrilla) 4	
Chofer 1	
EQUIPO NECESARIO	
Camión volquete	
Herramientas de mano, palas, rastrillos, combos	
Elementos de seguridad: conos, banderas, vallas, etc.	
MATERIALES	
Cemento Pórtland	
Piedra Empedrado	
Agregados, agua, etc.	
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA
1.00 - 5.00 m	

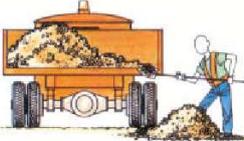
NORMA DE EJECUCIÓN			
PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO Y REPARACION DE CUNETA	CÓDIGO Nº	EMV – 06
<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar los procedimientos de seguridad para un control adecuado del tránsito en el sitio de trabajo. 2. Retirar las piedras y revestimientos de la cuneta destruida y de los sectores en donde está desprendiéndose la piedra. 3. Reponer cualquier material de la base y apisonarlo guardando las alineaciones y pendientes de la cuneta y que se mantengan con respecto a los sectores aledaños no dañados de las cunetas. 4. Empedrar la cuneta con material apropiado manteniendo las pendientes y alineaciones. 5. Colocar el hormigón o el mortero manteniendo las pendientes, alineaciones y espesor uniforme del hormigón o mortero en la sección de la cuneta. 6. Limpiar el sitio de trabajo, remover todos los desechos y materiales. 7. Cargar todo el equipo y los aparatos del control del tránsito del área de trabajo y moverse al siguiente sitio de trabajo. 			
			
Señalizar	Retirar escombros	Empedrar cuneta	
			
Colocar hormigón	Limpiar	Desalojar y mudar	



NORMAS DE EJECUCIÓN			
ACTIVIDAD	RECONFORMACIÓN DE RASANTE CON MOTONIVELADORA	CÓDIGO Nº	EMV-007
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO			
La reconformación de la rasante con motoniveladora de calzadas no pavimentadas donde sea necesario para restaurar el propio perfil y proveer una superficie de rodadura lisa			
			CATEGORIA DE CONTROL
			Limitada
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN			
Se ejecutará esta operación preferentemente al comienzo de invierno o con la frecuencia establecida en el programa de trabajo.			

PERSONAL NECESARIO		PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
Operador de motoniveladora	1	1. Asegurar un control adecuado del tráfico. 2. Escarificar la calzada. 3. Raspar y arrastrar el material superficial hacia un borde de la carretera teniendo cuidado de no sacar material inadecuado de las cunetas. 4. Efectuar pasadas adicionales esparciendo el material suelto y llenando las depresiones, de modo de obtener el bombeo adecuado. 5. Proporcionar niveles. 6. Si es necesario, aplicar agua par obtener humedad especificada. 7. Compactar el material. 8. Desalojar todas las piedras grandes u otros objetos peligrosos
Operador de Rodillo	1	
Chofer tanquero	1	
Ayudante	2	
Capataz	1	
TOTAL	6	
EQUIPO NECESARIO		
Motoniveladora	1	
Rodillo liso	1	
Tanquero de agua	1	
Elementos de seguridad: conos, banderas, vallas, etc.		
MATERIALES		
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA		
11000 – 15000 m ²		

NORMA DE EJECUCIÓN

PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	RECONFORMACIÓN DE RASANTE CON MOTONIVELADORA	CÓDIGO N°	EMV-007
	<ol style="list-style-type: none">1. Humedecer la calzada, si fuera necesario, mediante un riego de agua.2. Escarificar la superficie a reconformar en todo el ancho y en una longitud no mayor que 1 km aproximadamente, con el fin de no entorpecer demasiado el tránsito de vehículos.3. Raspar y arrastrar el material superficial hacia un borde de la carretera teniendo cuidado de no sacar material inadecuado de las cunetas.4. Reconformar la calzada con la motoniveladora esparciendo el material que se encuentra acopiado hasta obtener el perfil adecuado. Se agregará humedad durante esta operación si fuera necesario a través de riegos suaves.5. Compactar el material con un rodillo liso durante la última pasada de la motoniveladora.6. Durante la operación se eliminará cualquier piedra mayor que 3".7. Limpiar y desalojar lo sobrante.		
			
1. Señalizar	2. Escarificar	3. Perfilar	
			
4. Añadir material	5. Perfilar	6. Hidratar	
			
7. Compactar	8. Barrer	9. Limpiar	



NORMAS DE EJECUCIÓN			
ACTIVIDAD	LIMPIEZA DE CUNETAS DE CORONACIÓN A MANO	CÓDIGO Nº	EMV-008
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO			
La remoción y disposición final de los desechos depositados en las cunetas de coronación, localizadas en la parte superior de los taludes de corte de la vía, con la finalidad de que el agua fluya libremente y se evacuen hacia sitios que eviten la erosión de los taludes de corte.			
			CATEGORIA DE CONTROL
			Ilimitada
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN			
En ningún caso el material debe ser depositado en la superficie anterior al plano de desagüe hacia la cuneta para evitar el retorno a la cuneta por arrastre del agua.			

PERSONAL NECESARIO	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
Capataz	1
Peones (cuadrilla)	5
TOTAL	6
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar señales y elementos de seguridad. 2. Seleccionar un sitio adecuado para el bote de escombros. 3. Ubicar a los peones a lo largo de la cuneta a limpiarse, asignándoles un espacio adecuado para que tengan libertad de operación y seguridad. 4. Quitar basura, vegetación y sedimento de las cunetas y cargarlas en las carretillas de mano. 5. Asegurar que la cuneta limpiada permita al agua fluir libremente y que no haya depresiones donde se empoce el agua. 6. Descargar la carretilla en los sitios de bote definidos. 7. Quitar señales y elementos de seguridad
EQUIPO NECESARIO	
Herramientas de mano	
Elementos de seguridad: conos, banderas, vallas, etc.	
MATERIALES	

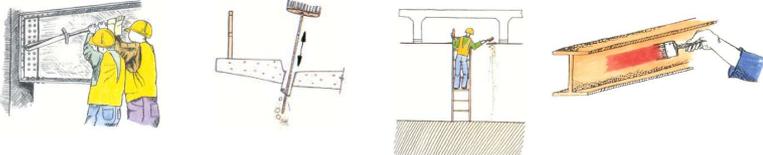
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA	
0.2 – 0.5 km de cuneta limpiada	

NORMA DE EJECUCIÓN PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	LIMPIEZA DE CUNETAS DE CORONACIÓN A MANO	CÓDIGO Nº	EMV-008
<ol style="list-style-type: none"> 1. Inspeccionar la longitud de cunetas de coronación a limpiar, procurando identificar los mejores sitios de bote 2. Distribuir la cuadrilla a lo largo de la cuneta, procurando que cada uno de ellos tenga cerca un sitio de bote aprobado por el supervisor. 3. Extraer vegetación, sedimento u otro material extraño que impida el buen escurrimiento de las aguas. 4. Asegurar que la cuneta quede con la pendiente adecuada y que desagüe libremente, evitando que el escurrimiento se produzca por las paredes del talud de corte. 5. Retirar el sedimento con carretillas de mano depositándolo en un lugar adecuado, en el que no pueda ser arrastrado nuevamente por las aguas. 			
			
1. Señalizar	2. Limpieza a mano	3. Limpiar	
			
4. Desalojar			
			
No Incinerar Maleza ni emplear herbicidas			



NORMAS DE EJECUCIÓN			
ACTIVIDAD	INSPECCION Y MANTENIMIENTO DE PUENTES	CÓDIGO Nº	EMV-009
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO			
Constituyen los trabajos de inspección, mantenimiento y limpieza manual de los diferentes elementos de un puente donde se acumula material incluyendo el apoyo de las vigas, para mantenerlo en buen estado de funcionamiento			
			CATEGORIA DE CONTROL Limitada
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN			
Se ejecutará esta operación en forma ordenada como para inspeccionar y limpiar cada puente del proyecto			

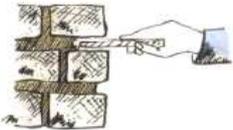
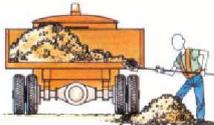
PERSONAL NECESARIO		PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	
Capataz o ayudante	1	1.	Colocar señales y elementos de seguridad.
Peones (cuadrilla)	4	2.	Inspeccionar todo el puente para localizar cualquier desperfecto, incluyendo la necesidad de pintar las partes metálicas.
SUB – TOTAL	5	3.	Eliminar todo el material depositado sobre el puente, en los tubos de drenaje, en las juntas de dilatación, en los asientos de las vigas, en las zonas adyacentes a los estribos y pilares, etc.
Chofer	1	4.	Quitar señales y elementos de seguridad.
TOTAL	6	5.	Informar de cualquier trabajo de reparación o de pintura que se requiera
EQUIPO NECESARIO			
Camión volquete	1		
Herramientas de mano			
Elementos de seguridad: conos, señales, letreros, vallas, etc.			
MATERIALES			
Pintura epóxica			
Barandales metálicos			
Cemento			
Agregados			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			
1 unidad			

NORMA DE EJECUCIÓN PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE PUENTES	CÓDIGO Nº	EMV-009
<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar los elementos de seguridad antes de iniciar los trabajos. 2. Efectuar una inspección minuciosa de los elementos del puente como: barandas, pasamanos, conexiones, tirantes, apoyos fijos o móviles, guardarruedas, estribos, superficie de rodadura, pernos de anclaje, asiento de las vigas, etc., como también vibraciones producidas por el aflojamiento de alguno de los elementos de fijación. 3. Inspeccionar también los accesos al puente para detectar socavaciones, desmoronamientos o cualquier otra condición peligrosa. 4. Si fuera necesario suspender el tránsito por un período corto, tomar las precauciones del caso colocando señalización de trabajo adecuada. 5. Eliminar todo material extraño depositado sobre el puente, juntas de dilatación, asiento de las vigas, zonas adyacentes a los estribos y pilares, etc. Los tubos de drenaje deberán estar limpios y en buen estado. 6. Inspeccionar los componentes metálicos del puente para detectar los puntos de oxidación. Las partes altas o de difícil acceso no deben excluirse de la inspección. 7. Reemplazar los elementos que se encuentren en mal estado y también los que presentaren fallas a corto plazo. 8. Las partes metálicas que se encuentran oxidadas deberán rasparse, lijarse o pulirse con escobillas de acero, lija o chorro de arena. 9. Aplicar una o dos manos de pintura antioxidante. Dejar secar. 10. Pintar con pintura adecuada la estructura metálica. 11. Retirar los elementos de seguridad y mudar a otro sitio. 			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>1. Señalizar</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2. Realizar mantenimiento y reparaciones</p> </div> </div>			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>3. Limpiar y Transportar</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>4. Desalojar y mudar</p> </div> </div>			



NORMAS DE EJECUCIÓN			
ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO DE MUROS DE HORMIGÓN	CÓDIGO Nº	EMV-010
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO			
La reparación y mantenimiento de los muros de hormigón o mampostería, para mantener la integridad de los muros y reparar los daños. Esta actividad será utilizada además para: limpiar los agujeros de drenaje, rellenar las áreas erosionadas; borrar inscripciones			
			CATEGORIA DE CONTROL Limitada
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN			
Se realizará este trabajo antes de iniciar la etapa invernal, de tal manera que se garantice plenamente el funcionamiento de las estructuras.			

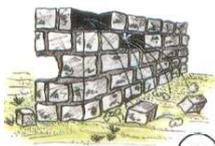
PERSONAL NECESARIO		PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
Capataz	1	1. Colocar las señales de seguridad para control del tránsito.
Peones	4	2. Limpiar los agujeros de drenaje.
SUB – TOTAL	5	3. Reponer material de drenaje.
Chofer	1	4. Limpiar y rellenar juntas abiertas.
TOTAL	6	5. Limpiar inscripciones.
		6. Limpiar el sitio de trabajo.
		7. Desalojar escombros y equipos.
EQUIPO NECESARIO		
Volquete	1	
Hormigonera	1	
Vibrador de hormigón	1	
Herramientas manuales		
Elementos de seguridad: conos, señales, vallas, etc.		
MATERIALES		
Cemento Pórtland		
Agregados, acero		
Material de relleno		
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA		
10 metros de muro		

NORMA DE EJECUCIÓN PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO DE MUROS DE HORMIGÓN	CÓDIGO Nº	EMV-010
<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar los procedimientos de seguridad para un control adecuado del tránsito en el sitio de trabajo. 2. Contornear, taladrar y limpiar agujeros para drenaje. 3. Reponer cualquier material que se ha lavado frente o detrás de los muros, y apisonar el material dentro de los orificios. 4. Inspeccionar las capas del material impermeable detrás del muro y reparar o reemplazar cuando sea necesario para proporcionar drenaje de las aguas superficiales. 5. Las juntas abiertas y las fisuras son limpiadas y rellenas con lechada de mortero hidráulico. Forzar la lechada dentro de las aberturas y puntos de la junta hasta que éstas se llenen, como se requiera. 6. Soplar con arena o pintar para borrar las inscripciones. 7. Limpiar el sitio de trabajo, remover todos los desechos y ripios. 8. Cargar todo el equipo y los aparatos del control del tránsito del área de trabajo y moverse al siguiente sitio de trabajo. 			
			
1. Señalizar			
			
2. Limpiar agujeros			
			
3. Colocar relleno			
			
4. Reparar juntas			
			
5. Eliminar inscripciones			
			
6. Limpiar			
			
6. Desalojar			



NORMAS DE EJECUCIÓN			
ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO DE MUROS DE GAVIONES	CÓDIGO Nº	EMV-011
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO			
Este trabajo consistirá en el desarmado de las mallas falladas, la remoción de la piedra del cuerpo del gavión, la preparación de la superficie de apoyo del nuevo gavión, el llenado de las mallas con piedra, el armado y amarrado de las mallas de los gaviones para que se incorporen al cuerpo del muro original.			
			CATEGORIA DE CONTROL Limitada
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN			
Se ejecutara cuando el gavión presente desgarramientos en su malla, o se presente un asentamiento de la cimentación, o cualquier otro inconveniente que atenta a la funcionalidad del muro			

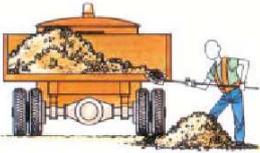
PERSONAL NECESARIO	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	
Capataz 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colocar señales y elementos de seguridad. 2. Determinar la sección del muro con problemas 3. Desarmar la malla y retirar la piedra 4. Colocar la malla nueva. 5. Colocar piedras grandes sobre la malla. 6. Poner alambre a través del gavión para más estabilidad. 7. Encerrar las piedras con el alambre de amarre. 8. Quitar señales y elementos de seguridad. 	
Peones (cuadrilla) 5		
SUB – TOTAL 6		
Chofer 1		
TOTAL 7		
EQUIPO NECESARIO		
Camión volquete 1 Herramientas de mano Elementos de seguridad: conos, señales, vallas, etc.		
MATERIALES		
Malla de gavión Piedra Alambre de amarre	
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA		
3 – 5 metros de muro de gavión reparado		

NORMA DE EJECUCIÓN PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO DE MUROS DE GAVIONES	CÓDIGO Nº	EMV-011
<p>1. Se debe inspeccionar detenidamente el muro, determinando todos los sitios que presenten problemas como desgarres de la malla, asentamiento del gavión, rotura del alambre de amarre, etc.</p> <p>2. Se procede a desarmar el gavión, colocando la piedra en un sitio adecuado para su posterior uso. En caso de que sea solo un desgarramiento menor, se retira la piedra del sector desgarrado.</p> <p>3. En caso de ser necesario el reemplazo del gavión, se arma el gavión y se inicia el llenado del mismo utilizando la piedra desalojada o piedra transportada al sitio. La dimensión menor de piedra será de 1.5 veces la distancia entre los lados del hexágono. Si no fuera necesario el cambio del gavión, se colocará la piedra en el sitio defectuoso y se procederá a amarrar el gavión con alambre de amarre.</p> <p>4. Se deberán colocar tirantes para asegurar los extremos opuestos de la malla. Estos tirantes se colocarán cada 30 cm en sentido vertical y con espaciamiento horizontal entre 60 y 90 cm. Se alternará la posición de los tirantes en cada hilada.</p> <p>5. Se cierra el gavión y se amarra adecuadamente.</p> <p>6. Desalojar el material sobrante y retirar la señalización.</p>			
			
<p>1. Señalizar</p>			
			
<p>2. Inspeccionar el muro</p>			
			
<p>3. Reparar el gavión</p>			
			
<p>4. Desalojar</p>			



NORMAS DE EJECUCIÓN			
ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL	CÓDIGO N°	EMV-012
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO			
Son los trabajos de limpieza, reparación, reemplazo o reinstalación de señales verticales de tránsito para mejorar su condición legible y ayudar a los usuarios de la carretera.			
			CATEGORIA DE CONTROL Limitada
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN			
Se realizará esta actividad cuando el 30% de las señales se encuentren con defectos o sucias. Debe llevarse el control de cada una de las señales existentes en el camino.			

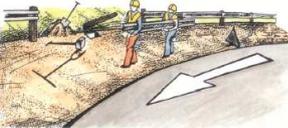
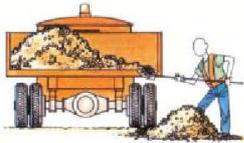
PERSONAL NECESARIO	PROCEDIMIENTO DE TRABAJO
Capataz o ayudante	1 1. Organizar el recorrido más conveniente.
Peones (cuadrilla)	4 2. Inspeccionar de día y de noche los letreros que se encuentran en el
SUB – TOTAL	5 recorrido localizando los que requieran reparación o simple limpieza.
Chofer	1 3. Colocar señales y elementos de seguridad.
TOTAL	6 4. Efectuar la limpieza, reparación o reemplazo según el caso.
	5. Anotar los letreros que no ha sido posible reparar.
	6. Quitar señales y elementos de seguridad.
EQUIPO NECESARIO	
Camioneta 4x2	1
Soldadora	1
Herramientas de mano	
Elementos de seguridad: conos, vallas	
MATERIALES	
Letreros	
Cemento, agregados de hormigón	
Detergentes	
Pernos	
Pintura de rótulos	
Diesel	
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA	
4 – 8 señales mantenidas	

NORMA DE EJECUCIÓN PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL	CÓDIGO Nº	EMV-012
<p>1. Iniciar los procedimientos de seguridad para un control adecuado del tránsito en el sitio de trabajo.</p> <p>2. El mantenimiento incluirá: recolocación, sustitución, reparación, repintado, limpieza, adición de información y reacondicionamiento de la fundación.</p> <p>3. Rociar los rótulos por delante y por detrás, con una solución limpiadora, restregar con un cepillo suave y enjuagar con agua limpia. Si hay materiales bituminosos en los rótulos que no tienen reflectores acrílicos, restregar con una tela saturada de diesel o kerosén, y después lavar.</p> <p>4. Cualquier obstrucción tales como malezas y ramas de árbol que les impiden a los automovilistas una clara visibilidad de los letreros, deberán ser removidas.</p> <p>5. Reparar los daños menores tales como pequeñas desfiguraciones o marcas de piedras que impiden la legibilidad. Donde se necesite, reponer la pintura con un color similar.</p> <p>6. Realinear los postes doblados donde sea posible.</p> <p>7. Cuando el daño a un rótulo y/o poste es considerable, reemplazar y tomar los rótulos o postes dañados para retornarlos al taller para repararlos o botarlos.</p> <p>8. Cuando el soporte del rótulo es del tipo cambiable, revisar el torque en todos los pernos.</p> <p>9. Cargar todo el equipo y los aparatos del control de tránsito del área de trabajo y moverse al siguiente sitio de trabajo.</p>			
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>1. Señalizar</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>2. Lavar</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>3. Reparar</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>4. Aclarar</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>5. Limpiar</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>6. Desalojar y mudar</p> </div> </div>			



NORMAS DE EJECUCIÓN			
ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO DE GUARDAVÍAS METÁLICOS	CÓDIGO Nº	EMV-013
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO			
La instalación, reparación y mantenimiento de guardavías metálicas para reducir la severidad de los accidentes de tránsito de los vehículos que salen de la vía			
			CATEGORIA DE CONTROL Limitada
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN			
Se realizará este trabajo tan pronto se tenga conocimiento de accidentes que hayan afectado los guardavías o se detecten deficiencias en las inspecciones realizadas.			

PERSONAL NECESARIO		PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	
Capataz	1	1.	Colocar las señales de seguridad para control del tránsito.
Peones	2	2.	Inspeccionar los componentes del guardavía.
SUB – TOTAL	3	3.	Reacondicionar cualquier sección que tenga deformaciones menores.
Chofer	1	4.	Si el daño no se puede reparar en el campo, reemplazar por un elemento nuevo y transportar la sección dañada para su posterior reacondicionamiento.
TOTAL	4	5.	Revisar los pernos de fijación y reajustar en caso necesario.
		6.	Limpiar inscripciones.
		7.	Reemplazar cualquier parante dañado cuidando que la fundación sea adecuada.
EQUIPO NECESARIO		8.	Cualquier elemento metálico que presente signos de oxidación debe ser raspado, lijado, aplicando luego pintura original, en lo posible.
Volquete	1	9.	Limpiar el sitio de trabajo.
Soldadora	1	10.	Desalojar escombros y equipos.
Gatos hidráulicos	1		
Herramientas manuales			
Elementos de seguridad: conos, señales, vallas, etc.			
MATERIALES			
Guardavía, parante, terminal			
Pernos			
Suelda			
Cemento Pórtland			
Agregados			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			
10 – 20 metros			

NORMA DE EJECUCIÓN PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	MANTENIMIENTO DE GUARDAVÍAS METÁLICOS	CÓDIGO Nº	EMV-013
<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciar los procedimientos de seguridad para un control adecuado del tránsito en el sitio de trabajo. 2. Desmontar la guardavía, parantes, terminales y efectuar las reparaciones a que haya lugar. 3. Reponer cualquier material que no sea recuperable, especialmente metálico, con uno nuevo. 4. Asegurarse que los cimientos de los postes se encuentren en buen estado que garanticen la solidez de la estructura. 5. Las guardavías que tengan desprendimiento del revestimiento cepillarlas y pintarlas. 6. Verificar que las alineaciones de las guardavías sean paralelas a la calzada de la vía. 7. Limpiar el sitio de trabajo, remover todos los desechos y desalojarlos. 8. Retirar todo el equipo y los aparatos del control del tránsito del área de trabajo y moverse al siguiente sitio de trabajo. 			
			
1. Señalizar	2. Reparar parantes	3. Colocar relleno	
			
4. Reparar	5. Instalar	6. Limpiar	
			
	7. Desalojar y mudar		

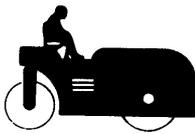
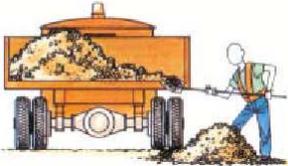


NORMAS DE EJECUCIÓN			
ACTIVIDAD	REPOSICIÓN DE RELLENOS	CÓDIGO Nº	EMV-014
DESCRIPCIÓN Y PROPÓSITO			
Son los trabajos necesarios para la reposición de una parte de un terraplén con el fin de reponer el perfil original y las condiciones normales de la carretera.			
			CATEGORIA DE CONTROL
			Especial
CRITERIO PARA LA EJECUCIÓN			
Se realizará esta operación solamente bajo la disposición del Supervisor			

PERSONAL NECESARIO		PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	
Capataz	1	1.	Colocar señales y elementos de seguridad.
Peones (cuadrilla)	3	2.	Verificar que el sitio a reponer el relleno permita la circulación vehicular o
SUB – TOTAL	4		habilitar desvíos.
Chofer	2	3.	Extraer los materiales del relleno fallado hasta el nivel que el Fiscalizador
Operadores de máquina	4		disponga. Los materiales extraídos se podrán reutilizar o desechar según
Ayudantes de máquina	4		las condiciones del mismo.
TOTAL	14	4.	Esparcir las capas de material apropiado de un espesor no mayor de
			0.20 m.
		5.	Regar agua si el material no tiene suficiente humedad.
		6.	Compactar las capas hasta la densidad indicada.
		7.	Colocar suficientes capas hasta llegar a la elevación diseñada,
			compactando cada capa.
		8.	Colocar las capas de sub – base y base hasta llegar al nivel inferior de la
			capa de rodadura.
		9.	De ser necesario construir las obras como cunetas, muros, etc.
		10.	Una vez colocada la capa de rodadura y la señalización horizontal, retirar
			los elementos de seguridad, desalojar y mudar a otro sitio.
EQUIPO NECESARIO			
Camión volquete de 6 m3	2		
Retroexcavadora de 0.5 m3	1		
Motoniveladora	1		
Rodillo liso de 10-12 tn.	1		
Camión Cisterna	1		
Herramienta de mano			
Elementos de seguridad: conos, letreros, banderas.			
MATERIALES			
Material apropiado para relleno			
Sub – base			
PRODUCCION PROMEDIO POR DIA			
A determinar en sitio			



NORMA DE EJECUCIÓN PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	REPOSICIÓN DE RELLENOS	CÓDIGO Nº	EMV-014
<ol style="list-style-type: none">1. Instalar los elementos de seguridad y señalización para advertir del peligro a los usuarios.2. Definir mediante señalización topográfica la zona de fundación.3. Deberá despejarse de todo material vegetal o ajeno a los trabajos, la zona de fundación del terraplén sobrepasando en 2 m a cada lado el ancho de la obra básica.4. Compactar el terreno de fundación a la densidad especificada.5. Los materiales utilizados en el relleno deberán estar libres de troncos, ramas, tierra vegetal o cualquier materia extraña.6. El relleno se iniciará desde el pie del terraplén hacia arriba, distribuyendo el material en capas no mayores de 20 cm sueltos. El elemento compactador será el adecuado al tipo de material.7. El material utilizado podrá incluir bolones o rocas de hasta 90 cm, siempre que se los disperse en todo el terraplén.8. Cada capa se compactará con el equipo adecuado al tipo de material y a la densidad establecida por laboratorio.9. Durante el terraplenado se tendrá especial cuidado en que los taludes tengan la pendiente especificada.10. El material para relleno deberá ser de calidad igual o mejor que el existente. Ubicar la cantera de préstamo más cercana que cumpla ese requisito.11. Dependiendo de la altura del terraplén el material podrá vaciarse desde el espaldón o deberá construirse un camino de acceso hasta el pie del terraplén. Se debe revisar periódicamente el avance del relleno con respecto a las estacas de referencias.12. Las capas de material deberán compactarse a la densidad especificada, con la humedad óptima.13. Reponer el material de subbase y/o base según corresponda.14. Una vez completado el relleno, el talud deberá mostrar una superficie pareja y lisa15. Una vez colocada la capa de rodadura y repuesta la señalización horizontal, retirar los elementos de seguridad, desalojar el sitio y mudar.			

NORMA DE EJECUCIÓN PROCEDIMIENTO DETALLADO			
ACTIVIDAD	REPOSICIÓN DE RELLENOS	CÓDIGO Nº	EMV-014
			
1. Señalizar	2. Retirar relleno fallado	3. Compactar fundación	
			
4. Colocar	5. Conformar	6. Hidratar	
			
7. Compactar	8. Limpiar	9. Desalojar y mudar	

Herramientas Manuales y Elementos de Seguridad Vial para Actividades de Mantenimiento.-

Las actividades de mantenimiento vial al ser totalmente manuales, a excepción de los procedimientos de desalojo de materiales, requieren emplear una gama de herramientas manuales para poder ejecutarlas.

Las principales herramientas son:

Ilustración 25 – Herramientas de mantenimiento vial

HERRAMIENTA	ILUSTRACIÓN
Palas	
Picos o Zapapicos	
Carretillas	
Martillo de 2 kilos o combos	
Bailejos o paletas	
Rastillos	
Machetes	
Guadañas	

Las herramientas presentadas son las principales, pero adicionalmente existen equipos como mezcladoras de hormigón, escaleras, y otros que pueden requerirse para otras actividades.

El documento ROMAR presenta una serie de normativas y recomendaciones sobre las medidas que debe poseer cada una de las herramientas señaladas.

La seguridad del personal es imprescindible para las actividades de mantenimiento vial, por lo que debe ser prioritario exigir en cada actividad su uso permanente y obligatorio, ya que existe un fundamento esencial para su exigencia, el mantenimiento vial se realiza con tráfico abierto.

De esta manera, se debe exigir a más de overoles de color amarillo o naranja, que el equipo de seguridad conste de los siguientes elementos:

Ilustración 26 – Elemento de seguridad vial

ELEMENTO	ILUSTRACIÓN
Chaleco reflectivo	
Casco	
Conos de señalización	
Banderolas	
Vallas de guarda	
Guantes	



COSTOS.

El análisis de costos para un proyecto de construcción de empedrados, se divide principalmente en 3 elementos:

- Costos de explotación y transporte;
- Costos de construcción; y,
- Costos de mantenimiento.

Los costos señalados son referenciales y se los ha preparado con fines comparativos; se ha considerado los costos oficiales para mano de obra del Ecuador y están expresado en US Dólares.

Los análisis de costos presentados, solo corresponden a los precios directos, sin contemplar ninguno de los rubros indirectos tales como ganancia, gastos administrativos y generales, etc.

Costos de Explotación y Transporte.

Los costos de explotación del material para ejecutar empedrados, dependerán tipo de explotación que se realice, sea esta manual o mecánica, y será función directa del rendimiento, equipo y mano de obra.

Para la explotación manual se establece el siguiente precio unitario:

Cuadro N°1 – Análisis de Precios Unitarios para Explotación Manual

COMPONENTE	Conformación del Componente	Costo Horario (US\$)	Rendimiento	Costo (US\$)	Total (US\$)
Mano de Obra	4 Jornaleros 1 Operador	1.50 2.00	4.00 m3/hora	8.00	2.00
Maquinaria	1 Retroexcavadora Herramientas Manuales	20.00		20.00	5.00
COSTO EXPLOTACIÓN MANUAL				7.00 US\$/m3	

En caso de que la explotación sea mecánica, se recomienda seguir el siguiente análisis de precios unitarios:

Cuadro N°2 – Análisis de Precios Unitarios de Explotación Mecánica

COMPONENTE	Conformación del Componente	Costo Horario (US\$)	Rendimiento	Costo (US\$)	Total (US\$)
Mano de Obra	2 Jornaleros 2 Operadores 1 Chofer	1.50 2.00 2.00	15.00 m3/hora	9.00	0.60
Maquinaria	1 Cargadora Frontal 1 Retroexcavadora 1 Volqueta 1 Criba	30.00 20.00 12.00 2.00		64.00	7.11
COSTO EXPLOTACIÓN MECÁNICA				7.71 US\$/m3	



Tal como se ha explicado en la especificación EE-01 del presente manual, existe una diferencia en la eficacia del material que se explota. Con los índices señalados en la especificación EE-01, podemos realizar una comparación del costo real que significa cada tipo de explotación, teniendo el siguiente cuadro:

Cuadro N°3 – Cuadro Comparativo del Costo de Explotación vs. Eficiencia de Explotación

TIPO DE EXPLOTACIÓN	RENDIMIENTO (M3/H)	EFICACIA (UTIL/EXPL.)	MANO DE OBRA (US\$)	MAQUINARIA (US\$)	COSTO POR M3 (US\$)
Manual	4	100%	2.00	5.00	7.00
Mecánica	15	60%	0.60	7.11	7.71

TIPO DE EXPLOTACIÓN	M3/EFICACIA	MANO DE OBRA (US\$)	MAQUINARIA (US\$)	COSTO REAL POR M3 (US\$)
Manual	1.00	2.00	5.00	7.00
Mecánica	0.60	1.00	11.85	12.85

Como se puede ver en los cuadros anteriores, pese a que en la explotación mecánica se obtiene mayores rendimientos, los costos unitarios no presentan diferencias significativas con la explotación manual, sin embargo al aplicar el índice de eficiencia de la explotación, los costos de la explotación manual resultan mucho más convenientes, por lo que la decisión final respecto al tipo de explotación dependerá en definitiva de los plazos de ejecución establecidos y de la disponibilidad de mano de obra.

Al costo de explotación del material, se debe agregar el costo del transporte del mismo, para lo cual se presentan dos alternativas que definen las condiciones mínimas y extremas de la distancia de transporte.

Cuadro N°4 – Costos de Transporte de 1 metro cúbico de Material

Distancia a transportar (km)	Costo Transporte por km (US\$ m3/km)	Costo transporte material necesario para un m ³ (US\$)
10	0.25	2.50
30	0.20	6.00

Costos de Construcción.

Para los costos de construcción, existen varios componentes de análisis, siendo estos:

- Reconfiguración de la subrasante;
- Empedrado; y,
- Construcción de cunetas.

Igual que en el caso de los costos de explotación y transporte, los valores son referenciales y deben ser sujetos a comprobación y revisión de los mismos en función de las particularidades de cada proyecto.



Tampoco se han incluido los costos indirectos correspondientes a ganancia, fiscalización, gastos administrativos, etc.

Para la reconfiguración de la subrasante, se propone el siguiente análisis de precios unitarios:

Cuadro N°5 – Análisis de Precios Unitarios para Reconfiguración de Subrasante

COMPONENTE	Conformación del Componente	Costo Horario (US\$)	Rendimiento	Costo (US\$)	Total (US\$)
Mano de Obra	2 Operadores 1 Chofer 1 Ayudante	2.00 2.00 1.50	400.00 m2/hora	7.50	0.02
Maquinaria	1 Motoniveladora 1 Rodillo 1 Tanquero	35.00 25.00 12.00		67.00	0.17
COSTO RECONFORMACIÓN SUBRASANTE				0.19 US\$/m2	

Para la ejecución del empedrado con material explotado manualmente se considera el siguiente precio unitario:

Cuadro N°6 – Análisis de Precios Unitarios para Empedrado con Material Explotado Manualmente

COMPONENTE	Conformación del Componente	Costo (US\$)	Rendimiento	Costo (US\$)	Total (US\$)
Mano de Obra	1 Empedrador 2 Jornaleros	2.00 1.50	7.5 m2/hora	5.00	0.66
Material	0.125 m3 de piedra	0.88		0.88	0.88
COSTO EMPEDRADO				1.54 US\$/m2	

En caso de que la explotación del material sea mecánica, se considera el siguiente precio:

Cuadro N°7 – Análisis de Precios Unitarios para Empedrado con Material Explotado Mecánicamente

COMPONENTE	Conformación del Componente	Costo (US\$)	Rendimiento	Costo (US\$)	Total (US\$)
Mano de Obra	1 Empedrador 2 Jornaleros	2.00 1.50	7.5 m2/hora	5.00	0.66
Material	0.125 m3 de piedra	1.61		1.61	1.61
COSTO EMPEDRADO				2.27 US\$/m2	

En función de la distancia de transporte y del tipo de explotación, se presentan las siguientes alternativas de costos unitarios de empedrado por cada metro cuadrado:

Cuadro N°8 – Cuadro Comparativo de Costos de Empedrado por Metro Cuadrado

Tipo de Explotación	Costo de Explotación (US\$)	Distancia de Transporte	Costo de Transporte (US\$)	Reconfiguración de Subrasante (US\$)	Mano de Obra (US\$)	Costo Total (US\$/m ²)
Manual	0.88	10 km	0.32	0.19	0.66	2.05
Manual	0.88	30 km	0.75	0.19	0.66	2.48
Mecánica	1.61	10 km	0.32	0.19	0.66	2.78
Mecánica	1.61	30 km	0.75	0.19	0.66	3.21



Debe recalcar que los costos señalados son directos y no consideran los componente indirectos que dependen del tipo de contratación.

Para analizar el costo de la cuneta, se puede proceder con un solo precio unitario, pero debido a que son dos fases claramente identificadas, la preparación de la cuneta y luego la construcción, a continuación se indica la composición del precio unitario para la excavación y conformación de la cuneta y luego la construcción propiamente dicha. La unidad considerada es el metro lineal de cuneta

Cuadro N°9 – Análisis de Precios Unitarios para la Excavación y Conformación de Cunetas

COMPONENTE	Conformación del Componente	Costo (US\$)	Rendimiento	Costo (US\$)	Total (US\$)
Mano de Obra	2 Jornaleros	1.50	7.0 m ² /hora	3.00	0.43
COSTO PREPARACIÓN DE CUNETA				0.43 US\$/m²	

El costo de construcción de la cuneta se conforma de la siguiente manera:

Cuadro N°10 – Análisis de Precios Unitarios para la Construcción de Cunetas con Material Explotado Manualmente

COMPONENTE	Conformación del Componente	Costo (US\$)	Rendimiento	Costo (US\$)	Total (US\$)
Mano de Obra	1 Empedrador	2.00	3 m/hora	5.00	1.66
	2 Jornaleros	1.50			
Material	0.125 m ³ de piedra	0.88		0.32	1.22
	0.015 m ³ de mortero ⁸	0.90		0.90	
COSTO CONSTRUCCIÓN DE CUNETA				2.88 US\$/m	

Cuadro N°11 – Análisis de Precios Unitarios para la Construcción de Cunetas con Material Explotado Mecánicamente

COMPONENTE	Conformación del Componente	Costo (US\$)	Rendimiento	Costo (US\$)	Total (US\$)
Mano de Obra	1 Empedrador	2.00	3 m/hora	5.00	1.66
	2 Jornaleros	1.50			
Material	0.125 m ³ de piedra	1.61		1.61	2.51
	0.015 m ³ de mortero ⁹	0.90		0.90	
COSTO CONSTRUCCIÓN DE CUNETA				4.17 US\$/m	

Cuadro N°12 – Cuadro Comparativo de Costos de Cuneta por Metro

Tipo de Explotación	Costo de Explotación (US\$)	Distancia de Transporte	Costo de Transporte (US\$)	Excavación Cuneta (US\$)	Mano de Obra (US\$)	Mortero de Cemento (US\$)	Costo Total (US\$/m)
Manual	0.88	10 km	0.32	0.19	0.66	0.90	2.95
Manual	0.88	30 km	0.75	0.19	0.66	0.90	3.38
Mecánica	1.61	10 km	0.32	0.19	0.66	0.90	3.68
Mecánica	1.61	30 km	0.75	0.19	0.66	0.90	4.11

⁸ Se ha tomado como referencial al mortero de cemento 1:3, ya que es el más usualmente empleado en el revestimiento de cunetas

⁹ Se ha tomado como referencial al mortero de cemento 1:3, ya que es el más usualmente empleado en el revestimiento de cunetas



Costos de Mantenimiento.

Para completar adecuadamente los costos de realizar un camino empedrado, y proporcionar a las diferentes entidades de gestión vial de herramientas adecuadas de mantenimiento vial, se presenta a continuación los costos que implican las actividades programadas de mantenimiento vial.

Los valores calculados son para empedrados de 4 metros de ancho.

De esta manera se presenta el siguiente cuadro:

Cuadro N°13 – Costos de Mantenimiento por Kilómetro de Empedrado

Rubro	Mano de Obra	Equipo Tipo	Material	Cantidad anual	Rendimiento Diario	Costo Unitario (US\$)	Costo Total (US\$)
Bacheo de empedrado	1 Capataz 2 Jornaleros 1 Chofer	1 Carretilla 2 Palas 2 Machetes 1 Martillo 1 Rastrillo 2 Conos de Seguridad 2 Chalecos Reflectivos 1 Volqueta	0.125 m3 piedra/m2	1.50 m2	15.0 – 20.0 m ²	m2	58.78
Limpieza de cunetas				18.75 m3	6.0 m ³	m3	57.60
Limpieza de alcantarillas menores				4.50 m3	2.5 - 5.0 m ³	m3	86.40
Roza a mano (limpieza de taludes y espaldones)				0.10 ha	0.1 - 0.15 ha	Ha	57.60
Limpieza de Derrumbes a Mano				5.00 m3	15.0 – 20.0 m ³	M3	65.40
Reparación de cunetas				0.125 m3 de piedra/m 0.011 m3 de mortero por m	0.30 m	1.0 – 5.0 m	M
Supervisión de Mantenimiento	1 Ingeniero de Mantenimiento	1 Vehículo 4*4		12.00 hombre/mes	1 – 5 km	Mes	35.00
COSTO KM ANUAL DE MANTENIMIENTO						499.85 US DÓLARES	

Los costos son referenciales y deben ser sujetos a revisiones por las oficinas de gestión vial.



BIBLIOGRAFÍA.

- Pablo Ramón, Manual de Mantenimiento Vial para la Red Vial Provincial y Cantonal de la Región Amazónica Ecuatoriana, ECORAE, 2004
- Claes-Axel Andersson, Andreas Beusch, Derek Miles, Revestimiento y Mantenimiento de Caminos con Uso Intensivo de Mano de Obra (ROMAR), OIT, Lima, 2003
- Ing. Julio Argüello Godoy, Empedrados en el Ecuador – Presentación Técnica, Seminario OIT sobre Empedrados, Lima, 2003
- Ing. Boris Herrera S., Experiencia en Construcción de Caminos Empedrados en Bolivia, Seminario OIT sobre Empedrados, Lima 2003
- Ministerio de Obras Públicas, Unidad de Caminos Vecinales, Programa de Infraestructura Rural del Transporte, 2001 -2003
- Ministerio de Obras Públicas, Estadísticas de Transporte 2001, Departamento de Estadísticas, 2002
- Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, Unidad de Caminos Vecinales, Guías de Mantenimiento Vial, 2001
- Jerry Lebo y Dieter Schelling, Design and Appraisal of Rural Transport Communities, World Bank, Technical Paper N°496, 20 01
- Rodrigo Archondo-Callao, World Bank, Road Economic Decision Model for Economic Evaluation of Low Volume Roads, Software Users Guide, 2001
- Máximo Ramón y Pablo Ramón, Proyectos de Mantenimiento Vial para las carreteras: Puyo – Puente Pastaza, Puente Pastaza – Macas, Sucúa – Bella Unión, Velacruz – Río Pindo, Saracay – Río Pindo, Catamayo – El Empalme, Zhud – Chunchi, Cuenca – Oña, Oña – Loja, Súa – Muisne, Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, Quito, 2001
- Federal Highway Administration, Department of Transport US, Manual on Uniform Traffic Devices and Control for Streets and Highways Millennium, Washington, 2000
- Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes MOP 001-F, Quito, 2000
- Transport Research Laboratory, International Road Maintenance Handbook, PIARC, Londres, 1999
- George Sowers, Introducción a la Mecánica de Suelos, LIMUSA, México, 1994
- Andreas Schliessler y Albert Bull, CEPAL, Caminos – Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales, CEPAL, Santiago de Chile, 1992



- Antonio Salgado, Caminos en el Ecuador, Universidad Central del Ecuador, Quito, 1989
- Thawat Watanatada, Clell Harral, William D. O. Paterson, Ashok M. Dhareshwar, Anil Bhandari, Koji Tsunokawa, World Bank, The Highway Design and Maintenance Standards Model, Volume 1. Description of the HDM-III Model, The Johns Hopkins University Press, Washington, 1987
- American Public Works Association, Federal Highway Administration, Texas Engineering Extension Service, Manual de Mantenimiento de Calles y Carreteras, Houston, 1985
- Ministerio de Obras Públicas del Ecuador, Roy Jorgensen Associates Inc., Manual de Mantenimiento para Ingenieros, Quito, 1978
- Ralph Hass and W. Ronald Hudson, Pavement Management Systems, McGraw Hill, New York, 1978



GLOSARIO TÉCNICO.

Acera (Vereda): Parte de una carretera o puente construida exclusivamente para el uso de peatones.

Alcantarilla: Cualquier clase de estructura no clasificada como puente, destinada a proporcionar un cauce libre del agua, localizada debajo de una carretera.

Apuntalamiento: Armado y colocación de soportes para asegurar temporalmente una obra o parte de ella.

Áridos o Agregados: Nombre genérico para distintos conjuntos de partículas minerales, de diferentes tamaños, que proceden de la fragmentación natural o artificial de las rocas.

Asfalto: Betún sólido, semisólido o líquido, de color entre negro o pardo oscuro, encontrado en depósitos naturales u obtenido artificialmente como un residuo de petróleo. En nuestro país, la mayor parte del asfalto empleado se obtiene del petróleo.

Badenes: Las bermas que se preparan como apoyo de los pies del talud durante el proceso de construcción de un relleno o terraplén.

Base: Capa de espesor definido, de materiales sujetos a determinadas especificaciones, colocada sobre la subbase o la subrasante para soportar las capas de Superficie o Rodadura.

Bermas: Fajas longitudinales comprendidas entre el borde del espaldón y la arista interior de las cunetas o los terraplenes. Se utilizan para señalamiento, iluminación, barreras de seguridad, etc.

También se denominan así los escalones en un talud (de corte o de relleno; sean permanentes o temporales durante el proceso de construcción) y las fajas que eventualmente se dejan entre el pie del talud, en un corte, y la Arista exterior de las cunetas.

Bordillo: Cinta, borde o cordón sobresaliente de hormigón (asfáltico o hidráulico), piedra o ladrillo, que se usa para definir el límite de la calzada, del espaldón o de la acera, para guiar al conductor, advertir zonas de peligro y/o facilitar el drenaje.

Calzada: La parte del camino donde circulan los vehículos, incluyendo los carriles auxiliares, pero excluyendo los espaldones.

Camino: Vía pública rural usada para el tránsito general, con exclusión de las vías férreas.

Cantera: Yacimiento rocoso que requiere uso de explosivos para la explotación de materiales de construcción.

Carpeta: Capa de concreto asfáltico, de un espesor determinado, que se coloca para que sirva de capa de rodadura.



Carretera: Camino que se diseña y se construye con especificaciones adecuadas para un tránsito vehicular importante.

Carril: Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos.

Cunetas: Zanjas, revestidas o no, que recogen y canalizan las aguas superficiales y se desarrollan paralelamente al Camino.

Generalmente, se utiliza este nombre para las cunetas laterales del borde exterior de los espaldones o de las bermas y se usan para recoger las aguas de la calzada, los espaldones y las bermas, si éstas existen.

Cunetas de coronación: Las que se construyen cercanas a las aristas superiores de los taludes de corte.

Cunetas de guarda: Las que se construyen en los mismos taludes (o en las bermas-escalones) cuando estos son muy altos, para prevenir desprendimientos y erosiones causadas por el agua caída en el propio talud.

Escarificación: Técnica de preparación del terreno que consiste en romper la parte superior del suelo (30 cm como máximo) y la cubierta vegetal muerta.

Espaldón: La parte contigua a la calzada necesaria para el estacionamiento temporal de vehículos, las maniobras de emergencia y el soporte lateral del pavimento.

Esviaje: Angulo formado por el eje de una alcantarilla, río o camino, y la línea perpendicular al eje de la carretera que es cruzada por estos elementos.

Mina: Yacimiento o fuente de materiales de construcción, siempre que no se trate de yacimientos de roca sólida (cantera).

Pavimento: Nombre genérico para toda la “estructura” de un pavimento (firme). No obstante se lo utiliza también para designar solo la capa de rodadura, especialmente cuando ella está constituida por una carpeta.

Puente: Estructura de una o varias luces, incluyendo sus apoyos, erigida sobre una obstrucción (agua, entre otras), depresión, carretera, autopista o ferrocarril, que tiene una vía apta para el tráfico de vehículos y/o peatones u otras cargas móviles y cuya luz total en el caso de que se levante para salvar cursos de agua, medida entre las caras verticales internas de los apoyos extremos, sea mayor de seis (6) metros.

Rasante: Línea de gradiente a nivel de la superficie de rodadura del camino.

Riego de Imprimación: Aplicación de asfalto líquido, de baja viscosidad, a un suelo o capa de firme, para hacerlo impermeable y facilitar la unión con la capa superior.

Riego de liga (o ligante): Aplicación de asfalto líquido, usualmente sobre capas superficiales viejas (de rodaduras o desgaste), para facilitar su unión con nuevas capas de pavimento.



Subbase: Capas, de espesor definido, de materiales que cumplen determinadas especificaciones, las cuales se colocan sobre una subrasante aprobada, para soportar la capa de base.

Subrasante: Superficie superior de la obra básica, preparada como fundación de la estructura de pavimento y de los espaldones.

Talud: Superficie inclinada de un corte, de un terraplén o un muro.

Terraplén (o relleno): Construcción elevada sobre el terreno natural, compuesta de suelo, roca o una combinación de los dos, la cual constituye la obra básica del camino en zonas de relleno.

Tratamiento Superficial Bituminoso: Riego de un ligante asfáltico cubierto por una capa de agregado, de espesor igual al máximo tamaño de éste, realizado con el propósito de obtener una superficie uniforme, antideslizante, resistente a los agentes atmosféricos e impermeable, pero que no aumenta la capacidad soportante.

Puede constar de una o más capas. En este último caso, en cada capa superior el tamaño máximo del agregado y la cantidad de ligante van disminuyendo.