

MANUAL DE BACHEO

UTILIZANDO MEZCLAS DE CONCRETO HIDRÁULICO SECO Y COMPACTADO



2013



Reproducido y adaptado para Costa Rica
con autorización del
INSTITUTO SALVADOREÑO
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO
ISCYC

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. GENERALIDADES	1
3. IDENTIFICACION DE TIPOS DE BACHES	3
a) Bache superficial:	3
b) Bache profundo:	3
4. SELECCION DE LA ESTRUCTURA DE PAV. DE CCR A COLOCAR.	4
5. RECURSOS A UTILIZAR	6
1. Cuadrilla	6
2. Operarios de maquinaria	6
3. Equipo	6
4. Materiales	6
5. Señales y equipo de seguridad:	7
6. ¿CÓMO REPARAR LOS BACHES?	8
1. Marcar la zona a reparar	8
2. Excavar	9
3. Dosificación y elaboración de la mezcla de concreto compactado	10
4. Compactación de la mezcla.	12
5. Curado y Acabado final	13
6. Apertura al tránsito.	13

1. INTRODUCCIÓN

Las carreteras son un patrimonio nacional muy importante y requieren conservación para mantenerlas en condiciones satisfactorias y ofrecer circulación segura al usuario. Bajo este contexto, el Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto (ICCYC), consciente de que los trabajos de conservación deben ser prácticos de realizar, de bajo costo y de mayor durabilidad, propone el “**Manual de bacheo, utilizando mezclas de concreto compactado**”, como una alternativa duradera y de bajo costo para operaciones de bacheo que se realizan en la red vial nacional y cantonal.

Esta publicación es una adaptación autorizada hecha en el ICCYC, del “*Manual de reparaciones duraderas y de bajo costo para operaciones de bacheo utilizando mezclas de concreto compactado*” elaborado por el Instituto Salvadoreño del Cemento y del Concreto (ISCYC), el cual está fundamentado en recomendaciones generales de la PIARC y SIECA utilizando la técnica de Concreto Compactado con Rodillo, para los trabajos de conservación de carreteras en el país.

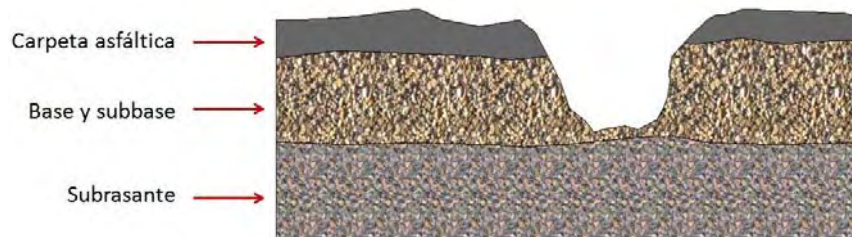
Este manual no es un libro de asignatura de curso, ni contiene una discusión profunda sobre la causa de los diversos deterioros, deberá interpretarse como una cartilla técnica de consulta y de referencia rápida; su efectiva aplicación y buenos resultados depende del buen juicio y conocimientos relacionados con la técnica que posea el encargado de la obra. Por lo tanto el ICCYC no se hace responsable de su mala utilización, ni de los resultados que puedan devenir de su mal uso.

2. GENERALIDADES

Las reparaciones de pavimentos flexibles son normalmente, actividades de conservación de rutina; sin embargo, también se llevan a cabo con carácter previo a diversas intervenciones de mayor importancia.

El objetivo de las reparaciones de dichos pavimentos es mejorar las condiciones de la superficie, mejorar la estructura del pavimento y evitar la entrada de humedad a las capas inferiores; además, dichas reparaciones se deben llevar a cabo oportunamente, para evitar deterioros posteriores, que causen peligro para los vehículos y conduzcan a la desintegración del pavimento.

Por otra parte, en cada tipo de deterioro está involucrada una técnica particular de reparación general. En nuestro caso, trataremos únicamente los deterioros en parte de la estructura del pavimento, es decir la formación de baches en la capa de rodadura asfáltica y la capa de base del pavimento.



En aquellos casos donde el daño es mayor y radica en las capas inferiores o subrasante de la estructura, deberá realizarse un procedimiento previo de bacheo profundo.

Es de nuestro interés, puntualizar en los deterioros de la capa de rodadura y base del pavimento particularmente los “baches”, por

tal razón se describen brevemente a continuación cada uno de estos.

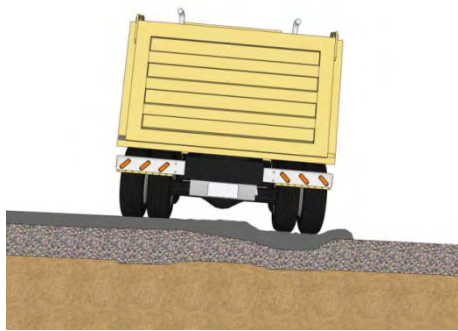
1. Agrietamiento múltiple, grietas que se entrecruzan en varios sentidos en área aisladas de la superficie.



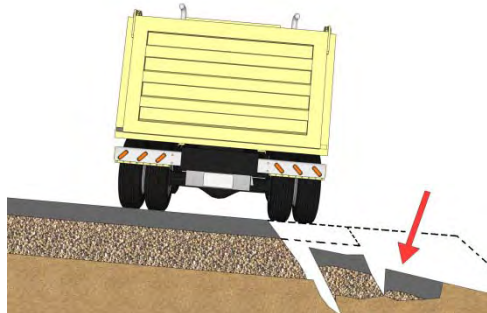
2. Ahuellamiento y depresiones, que se observan en la superficie ocasionada por el paso de los vehículos (roderas).



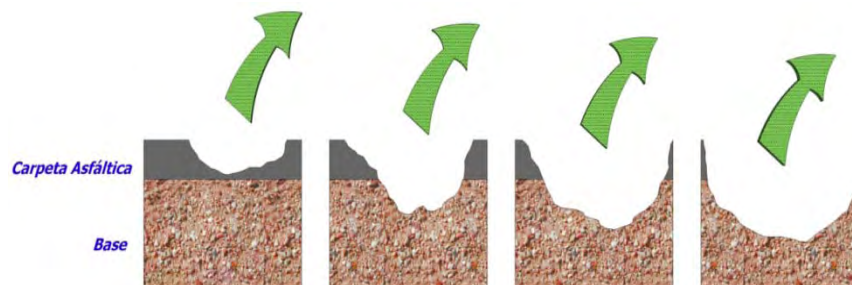
3. Hundimiento de borde y rodera, generalmente ubicadas a lo largo del borde del pavimento.



4. Fallo del borde del pavimento, se da a lo largo del borde del pavimento



5. Baches, pueden ser superficiales o profundos y no tienen lugar particular de aparición
Base



3. IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE BACHES

Los baches no tienen lugar particular de aparición, y se presentan en zonas con grietas, deformaciones o pérdida de agregados.

Las causas principales de su aparición son:

- Desgaste normal por uso del pavimento.
- Baja calidad de materiales en la construcción del pavimento,
- Infiltración de agua,
- Disgregación del material bajo la acción del tránsito.
- Estado siguiente al desarrollo de grietas en piel de cocodrilo o de un hundimiento.

Dependiendo de la profundidad del daño, estos se clasifican en: bache superficial y bache profundo.

a) Bache superficial: Es aquel en el cual el daño únicamente se ha presentado a nivel de la capa de ruedo.

b) Bache profundo: Es aquel en el cual el daño ya se ha presentado a nivel de base del pavimento o a una profundidad mayor.

4. SELECCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE CONCRETO COMPACTADO A COLOCAR.

Los espesores de concreto compactado contemplados en este manual para realizar el trabajo de bacheo, se fundamentan en cálculo y análisis realizado utilizando metodología de diseño estructural para pavimentos de Concreto Compactado con Rodillo, la cual considera criterios generales de la Portland Cement Association y Método propuesto por el Centro Técnico del Hormigón de Guayaquil Ecuador, dicha metodología considera análisis de esfuerzo admisible y comportamiento a la fatiga en este tipo de pavimentos.

Los parámetros considerados constantes en los diversos cálculos realizados son:

- Módulo de Ruptura del Concreto: 40 kg/cm²
- Módulo de Elasticidad de Concreto: 271.250 kg /cm²
- Coeficiente de Poisson: 0,15
- Especificaciones de Vehículo Tipo C2
- Tasa de Crecimiento Vehicular de 3,7%
- Módulo de Reacción k de 4,43 kg/cm³ en la superficie donde se apoyará el concreto, calculado a partir de un valor en la prueba de California Bearing Ratio (CBR) = 15% en dicho material, compactado como mínimo al 95% del ensayo Próctor modificado (AASHTO T180) y considerando un peso volumétrico seco (PVS) máximo de 1680 kg/m³.

Para analizar el tránsito de la vía que se pretende reparar con intervención de bacheo, se sugiere solicitar (en el caso de Costa Rica) al Ministerio de Obras Públicas y Transportes el tránsito promedio diario anual (TPDA) respectivo o efectuar un conteo vehicular, y clasificar la información obtenida de acuerdo a los rangos definidos en la siguiente tabla:

Categoría de tránsito	Tránsito de proyecto (Camiones y buses diarios en la vía a reparar)
T1	50 a 400
T2	30 a 48
T3	10 a 28
T4	0 a 8

Nota: Los vehículos pesados de carga y de pasajeros considerados en este análisis son la suma tipo C2 y Tipo C3.*

Para efectos de este manual:

C2: Camión, consistente en un vehículo automotor con un eje delantero de rodado simple (1RS) y un eje trasero de rodado doble (1RD).

C3: Camión, consistente de un vehículo automotor con un eje delantero de rodado simple (1RS) y un eje trasero doble (tandem) de rodado doble (2RD) o una combinación de ambos rodados (1RS +1RD).

La categoría de tránsito es posible, también, obtenerla en función de las características generales de la vía en los casos donde no se cuente con datos de tránsito diario. Se sugiere utilizar los criterios contemplados en la siguiente tabla:

Características de las vías según el tipo de tránsito

Categoría de tránsito	Características Generales de la Vía
T1	Calles arteriales o principales con tránsito mayor que T2.
T2	Calles muy comerciales Calles con 6 m o más de ancho y con servicio regular de autobuses (más de 1 autobús por hora).
T3	Calles comerciales, es decir, con tiendas, pequeñas industrias, talleres, etc. Calles con 6 m o más de ancho sin servicio regular de autobuses urbanos (menos de 1 autobús por hora)
T4	Calles exclusivamente residenciales con las edificaciones ya construidas y sin tránsito comercial. Calles con ancho inferior a 6 m sin tránsito comercial. Estacionamiento de vehículos ligeros. Zonas peatonales sin acceso de vehículos pesados.

La estructura de pavimento a colocar en las operaciones de bacheo, puede seleccionarse en el catálogo de secciones estructurales que se presenta a continuación, el cual fue calculado considerando los tipos de tránsito contenidos en la tabla anterior.

Secciones Estructurales

Categoría de Tránsito	Estructura del Pavimento a colocar en operaciones de bacheo
T 1	Concreto Compactado Mr = 40 kg/cm ² ; Espesor de concreto = 16 cm
	Material de base o sub-base existente compactada al 95% de AASHTO T180
T 2	Concreto Compactado Mr= 40 kg/cm ² ; Espesor de concreto = 14 cm
	Material de base o sub-base existente compactada al 95% de AASHTO T180
T 3	Concreto Compactado Mr= 40 Kg/cm ² ; Espesor de concreto = 12 cm
	Material de base o sub-base existente compactada al 95% de AASHTO T180
T 4	Concreto Compactado Mr= 40 Kg/cm ² ; Espesor de concreto = 10 cm
	Material de base o sub-base existente compactada al 95% de AASHTO T180.

Una vez que se cuente con la identificación de los sitios a reparar y la selección de la estructura de pavimento a colocar, es muy importante conocer y preparar los recursos a utilizar para desarrollar los trabajos de bacheo.

5. RECURSOS A UTILIZAR

A continuación, se enumeran los recursos mínimos necesarios para realizar el trabajo de bacheo.

5.1 Cuadrilla

- 1 encargado
- 2 a 4 peones
- 2 controladores de tránsito

5.2 Operarios de maquinaria

- 1 conductor de camión
- 1 operario de compactadora (plancha) ó
- 1 operario de rodillo liso vibratorio

5.3 Equipo

- 2 carretillos,
- 4 palas,
- 2 pisones de mano,
- 4 escobones
- 2 regaderas,
- 2 azadones,
- tiza o marcador
- 1 sierra de corte en seco
- 2 discos
- 1 compactador manual tipo "plancha" ó
- 1 rodillo liso vibratorio manual de 2 a 5 toneladas



5.4 Materiales

- Agregados: arena de río como la utilizada en obras de construcción y piedra de tamaño máximo nominal de 12 mm (1/2") preferiblemente quintilla.
- Cemento UG
- Agua,
- Material de curado: emulsión asfáltica diluida en agua al 50%
- Arena fina



5.5 Señales y equipo de seguridad:

- 2 señales de “Trabajos en la Carretera”
- 2 señales de “Finalización de trabajos en la Vía”
- Al menos 7 conos de tránsito,
- 2 señales reversibles de “Alto/Paso”
- Chalecos retro-reflectivos para todo el personal
- Hoja de trabajo: para que el encargado de realizar los trabajos de conservación, tenga un control sobre los recursos a utilizar y registre el tipo de intervención o trabajo a desarrollar; además, controle el tramo, carretera y zona de trabajo.

HOJA DE TRABAJO

Hoja de trabajo No: Fecha:

Municipio:

Zona: Cuadrilla:

Carretera No: del Km al Km

del Km al Km

TIPO DE REPARACIÓN:

bacheo superficial
bacheo profundo

MATERIALES

Tipo de Materiales	Cantidades necesarias
Piedra tam. max. nom. 12 mm (1/2")	
Arena	
Cemento	
Material para conformar la base	
Agua	
Material de curado	

SITUACIÓN DE ALMACENAMIENTO O Y OBSERVACIONES:

.....

.....

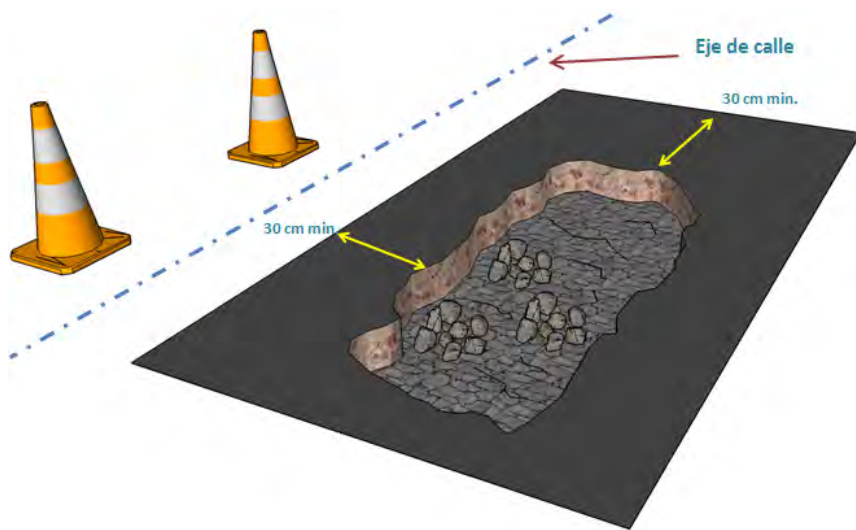
6. ¿CÓMO REPARAR LOS BACHES?

Básicamente el proceso se desarrolla en cuatro pasos, independientemente del tipo de bache a tratar, superficial o profundo.

6.1. Marcar la zona a reparar, la superficie del área a tratar se marca con tiza, extendiéndose al menos 30 centímetros fuera del área dañada, el área a delimitar debe ser rectangular, con dos de sus lados perpendiculares al eje del camino. Posteriormente, deberá cortarse sobre la demarcación realizada, utilizando un equipo de corte como el ilustrado en la figura.



Demarcación y corte de área a reparar



6.2. Excavar hasta la profundidad definida por el espesor diseñado de concreto recortando las paredes de forma vertical, tal como se muestra en la figura a) Si a esa profundidad no se encuentra material adecuado y seco se deberá sobre excavar y restituir para conformar el fondo de modo que quede plano y horizontal, para finalizar se deberá compactar el fondo hasta alcanzar el 95% de PVS máx. de acuerdo con AASHTO T180 (figs. b.1) y b.2).

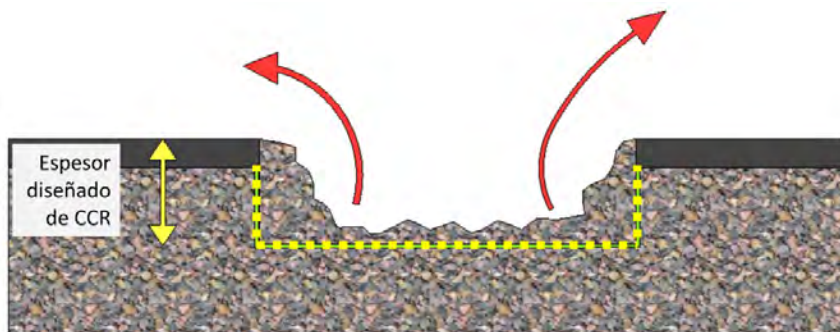


Figura a)



Fig. b.1) "NO"

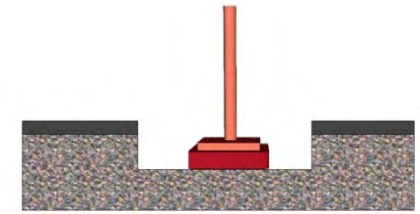
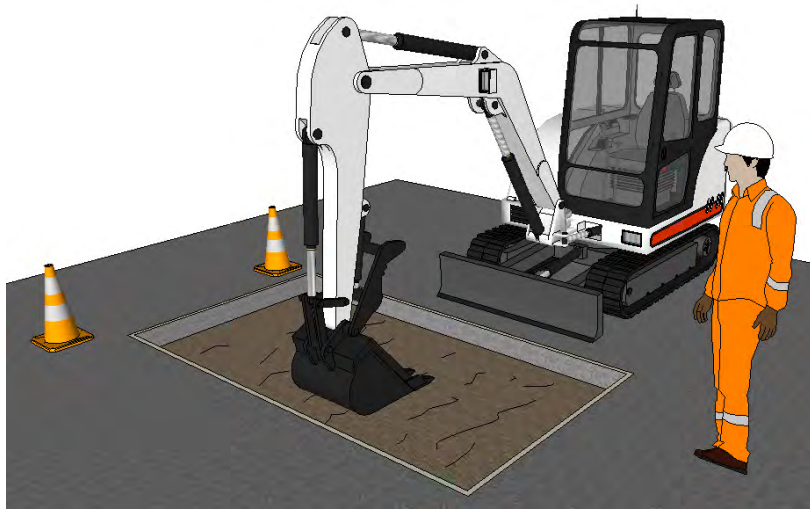


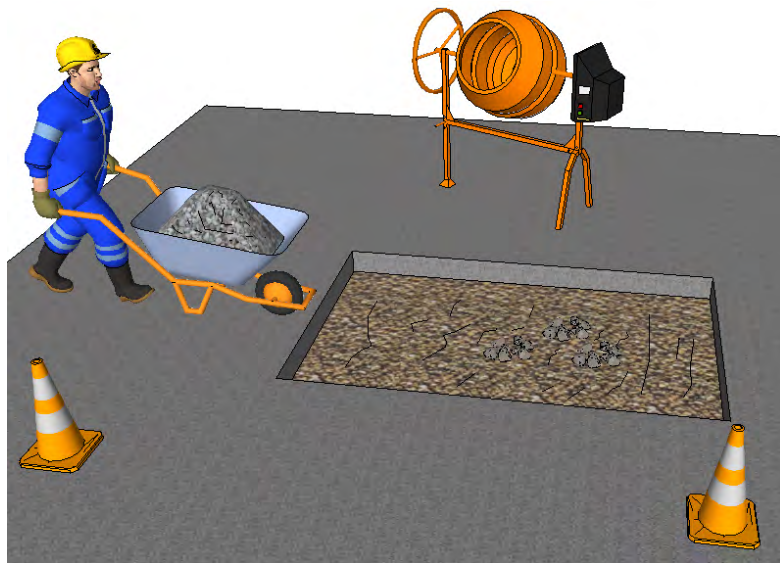
Fig. b.2) "SI"



Excavación y retiro de material con equipo manual.



Retiro de material con equipo mecanizado.



Área preparada para ser rellena de concreto

6.3. Dosificación y elaboración de la mezcla de concreto compactado

, se presenta a continuación, una dosificación volumétrica obtenida a partir de mezclas características de concreto compactado dosificada en peso, sin embargo la cantidad de agua a dosificar dependerá de la humedad de los agregados gruesos y finos al momento de elaborar la mezcla.

Mezcla propuesta para lograr una resistencia a la compresión de 120 kg/cm² a 3 días y resistencia a la flexión de 40 kg/cm², a 28 días.

- 1 saco de cemento TIPO UG (50 kg)
- 6 cubetas de arena (o 3 cajones)
- 3 cubetas de piedra, (o 1,5 cajones) tamaño máx. nominal 12 mm (1/2")
- Cantidad de agua necesaria para lograr una mezcla característica de los concretos compactados (alrededor del 5% de agua por volumen).

Para determinar si la cantidad de agua es correcta, hacemos la siguiente prueba: se toma un poco de mezcla en la mano, se hace una bola y se comprime con los dedos. Si se observan las marcas de sus dedos con claridad; sin que gotee agua, es porque la cantidad de agua está bien. Si no presenta esas marcas, hace falta agua en la mezcla o se ha aplicado una cantidad excesiva. Si le hace falta agua a la mezcla, ponga un poco más de agua y repita la prueba hasta que aparezca la marca de los dedos; por el contrario si hay exceso de agua agregue proporcionalmente más cantidades de cemento, arena y piedra y repita la prueba.



Elaboración de la mezcla,

Esta deberá hacerse preferiblemente en batidora, aunque podría prepararse de forma manual en casos de extrema urgencia, A continuación se detalla el procedimiento recomendado para la mezcla en batidora.

Primero, se miden las cantidades de piedra, arena y cemento, de acuerdo a la dosificación propuesta en el apartado anterior, dichas cantidades deberán medirse con el mismo recipiente (excepto el agua), este puede ser un balde, una cubeta, etc.

Debido a que la mezcla es de consistencia seca y que pierde humedad rápidamente, ésta debe ser usada en un tiempo máximo de una hora luego de preparada. Por tanto, evite mezclar más concreto del que puede usar en ese tiempo. Si el concreto se endurece antes de rellenar el bache, ya no se puede utilizar, se debe retirar.



Mezclado con batidora.

1. Curar el tambor por 2 minutos, con un kilo de arena y un kilo de cemento.
2. Agregar la piedra y después la arena, mezclar por 30 segundos.
3. Agregar el cemento y homogenizar por 1 minuto.
4. Adicionar agua y mezclar por 3 minutos.
5. Detener el proceso cuando la mezcla tenga un color uniforme.

No debe sobremezclarse, pues los agregados se pueden quebrar y segregarse y afectar la calidad de la mezcla endurecida. La mezcla se vierte luego sobre los carretillos o en una batea limpia.

Todo concreto se debe mezclar completamente hasta que se tenga una apariencia uniforme, con todos sus ingredientes igualmente distribuidos. Las batidoras no se deben cargar más que sus capacidades y se deben operar en la velocidad de mezclado recomendada por el fabricante. (Generalmente de 32 a 35 rpm para batidoras de 1, 1 ½, y 2 sacos de capacidad)

Tiempo de mezclado

En la obra, existe muchas veces una tendencia a mezclar el concreto tan rápidamente como sea posible, y es importante, por tanto, conocer cuál es el tiempo mínimo de mezclado necesario para producir un concreto de composición uniforme y, como resultado, de resistencia satisfactoria. Este tiempo varía con el tipo de mezcladora y, hablando estrictamente, no es el tiempo de mezclado sino el número de revoluciones de la mezcladora, lo que constituye el criterio de mezclado adecuado.

El número de revoluciones y el tiempo de mezclado son interdependientes, pues hay una óptima velocidad de rotación

que recomienda el fabricante de la mezcladora (Neville). Se recomienda que todo el proceso (medida de los ingredientes, cargado a la batidora, mezclado y descarga) dure entre 4 y 6 minutos.

Mezclado a mano.

Para Costa Rica se recomienda que el proceso de mezclado se efectúe con batidora. Esto porque las investigaciones han demostrado que el concreto elaborado a mano, o “a pala”, en construcción de obras menores en nuestro país, no alcanzan las resistencias mínimas especificadas. Además la consistencia especial de este concreto dificulta mucho más esta labor.

6.4. Compactación de la mezcla.

Como se mencionó anteriormente, el espesor mínimo a colocar de concreto compactado es de 10 cm, específicamente para tránsitos tipo T4, este espesor es posible todavía compactarlo en forma manual con un pisón de 12 kg (aprox 25 libras), si los espesores a colocar son mayores se deberá utilizar un rodillo liso vibratorio manual de 2 a 5 ton. o un equipo compactador tipo “plancha vibratoria”.



Las operaciones de compactación deberán realizarse una vez se tenga preparado el fondo y laterales de la caja (excavación), es decir deben estar según el numeral 2. Es conveniente realizar una ligera aplicación de agua sin saturar las superficies, solamente para evitar una evaporación rápida del agua de la mezcla del concreto.

Debido a que se tienen condiciones de confinamiento, el procedimiento de compactación puede iniciar desde el centro hacia los laterales o viceversa, pero cuidando que al final, los bordes queden bien sellados o presionados contra las paredes laterales y verticales del bache.

Cuando la superficie tenga una apariencia densa y no se compacte más (no baje su nivel), es un buen indicador para finalizar las operaciones de compactación.

6.5. Curado y Acabado final, esta etapa es de suma importancia para proporcionar una mejor apariencia a la superficie; además, hay que proporcionarle a la mezcla de concreto colocada las condiciones de curado para un adecuado desarrollo de resistencia; para ello, se deberá aplicar una película o membrana de emulsión asfáltica realizando en los siguientes pasos:

- Barrer el área, se realiza a mano, la superficie de la carretera debe estar limpia y seca después de esta operación.
- Marcar la zona a sellar.
- Distribuir la emulsión asfáltica, está se distribuye sobre la superficie por medio de un regador de lanza o de una regadera, con una dosificación de 1.5 litros/m².
- Distribución de una película delgada (3 mm máx.) de arena fina de río y seca, distribuyéndose con pala hasta cubrir el total de la superficie.

Las operaciones de acabado final, deberán realizarse de forma inmediata al proceso de compactación de la mezcla de concreto compactado.



6.6. Apertura al tránsito. La apertura al tránsito puede realizarse inmediatamente después de los trabajos de acabado y curado de la mezcla de concreto; siempre que, se respete el diseño estructural y de mezcla antes mencionado y no se manibre sobre el bache antes de 24 horas.

