

Guadalajara, Jalisco a 27 de Abril de 2005

CANTERAS OLIMPIA, S.A. DE C.V.
SR. JUAN CARLOS LIMÓN GONZÁLEZ

PRESENTE

“DISEÑO DE UN PAVIMENTO DE ROCA NATURAL”

1. DISEÑO

En el diseño de pavimento se tratan dos aspectos fundamentales: el diseño geométrico de las vialidades y el diseño de la estructura del pavimento, el presente documento solo da las especificaciones y recomendaciones de diseño sobre la estructura del pavimento.

El diseño geométrico de las vialidades, determina los niveles y perfiles, los sistemas y las estructuras de drenaje, la estructura de confinamiento, el patrón de colocación y demás detalles constructivos.

El diseño de la estructura del pavimento, determina los espesores de cada capa que la componen, mediante la calidad de los materiales, un periodo de diseño y el nivel de tráfico esperado.

1.1. METODOLOGÍA

Para el diseño de los espesores de la estructura del pavimento se empleo el método simplificado de pavimentos de adoquines del Instituto Colombiano de Productores de Cemento (ICPC), que aparece en la publicación: “Diseño de Espesores para Pavimentos de Adoquines de Concreto” (Notas Técnicas 4-19).

El diseño se logró considerando que se trata de un pavimento para fraccionamientos residenciales y tomando en cuenta una vida útil de 20 años, si a éste se le da un buen mantenimiento.

1.2. COMPOSICIÓN

La estructura del pavimento estará compuesta de los siguientes elementos: subrasante, base, capa de rodadura (capa de arena, piezas de roca natural y capa de arena), (véase figura 1).

1.2.1. Subrasante: Es el material o suelo, sobre el cual se construirá el pavimento y que le servirá como sustento. Puede ser material del lugar siempre y cuando cumpla con las especificaciones citadas más adelante.

1.2.2. Base: Es la capa que se colocará entre la subrasante y la capa de rodamiento, que le da mayor espesor y capacidad estructural al pavimento. Generalmente es de material de banco.

1.2.3. Capa de rodamiento: Es la capa superior del pavimento que soportará directamente el tráfico; compuesta por la capa de arena, las piezas de roca natural y el sello de arena.

1.2.3.1. Capa de arena: Es una capa de poco espesor de arena gruesa y limpia, que se colocará directamente sobre la base; servirá de asiento a las piezas de roca natural y como filtro para el agua que eventualmente pueda penetrar por las juntas entre estos.

1.2.3.2. Piezas de roca natural: Son elementos macizos, de roca natural, de diferentes tamaños y formas (de forma regular preferentemente cuadrada), se recomiendan piezas no mayores de 40 cm por alguno de sus lados, de espesor lo más uniforme posible; estos al colocarlos sobre la capa de arena encajarán unos con otros, dejando solamente juntas entre ellos. Además deben tener una resistencia adecuada (mencionada más adelante), para soportar las cargas, y en especial el desgaste ocasionado por el tráfico.

1.2.3.3. Sello de arena: Está constituido por arena fina y limpia que se colocará como relleno de las juntas entre las piezas de roca natural; servirá como sello y unirá las piezas de roca natural, haciendo funcionar la superficie de rodamiento (sello de arena y piezas de roca natural) como un todo.

1.2.4. Estructura de confinamiento: Es un machuelo de concreto con forma de pecho de paloma que evitará que las piezas de roca natural se desplacen por el empuje horizontal que les ejerce el tráfico (figura 2).

1.2.5. Drenaje: Es todo lo que contribuirá a la recolección, conducción y desalojo del agua, tanto de la superficie como del interior del pavimento. En el presente documento solo se darán recomendaciones de las pendientes transversales y longitudinales.

1.2.5.1. Drenaje superficial: Pendientes longitudinales y transversales, cunetas, alcantarillas, bocas de tormenta, etc.

1.2.5.1. Drenaje subterráneo: redes de drenaje, filtros, pozos de visita, etc.

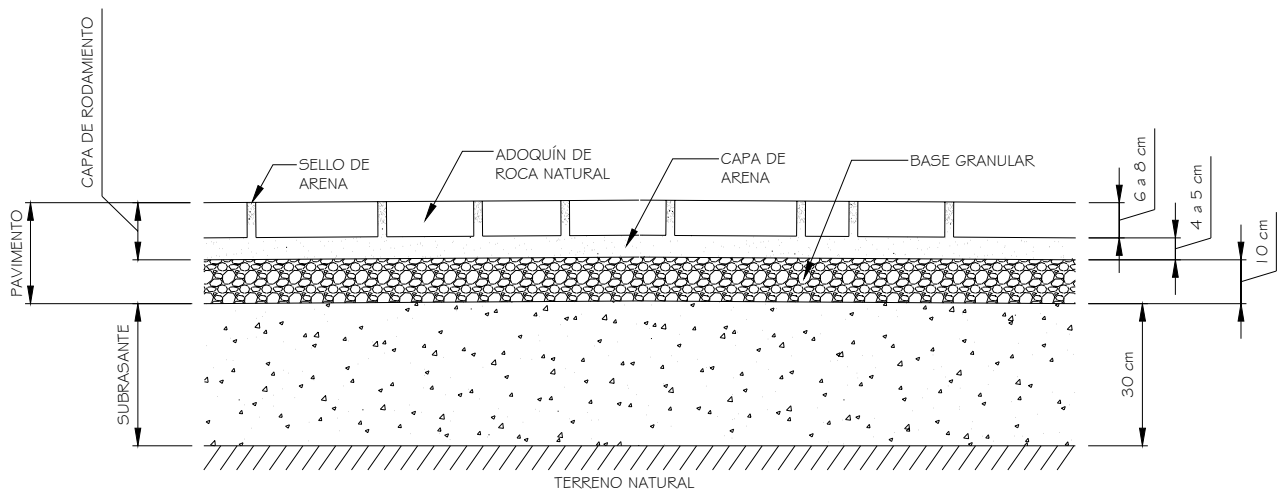


Figura 1. Detalle de la estructura de pavimento

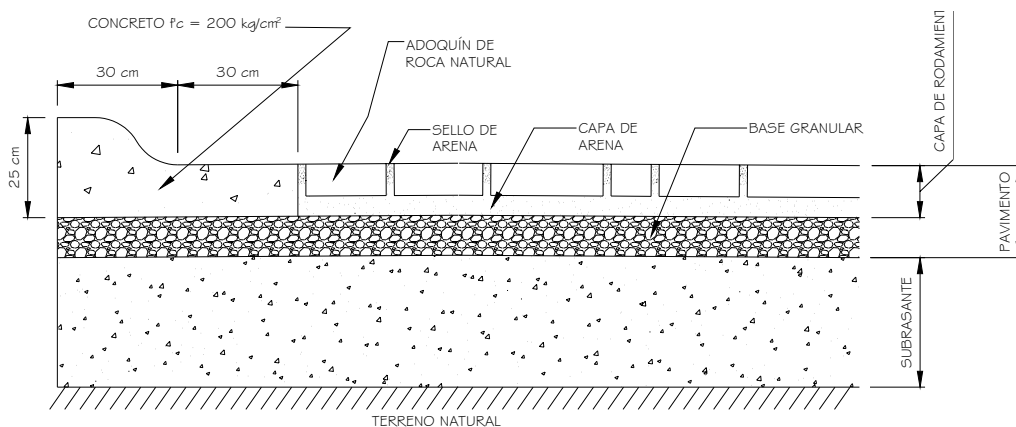


Figura 2. Detalle de la estructura de confinamiento

1.3. ESPESORES Y OTRAS ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

1.3.1. Subrasante: Tendrá un espesor mínimo de 30 cm de material compactado en una sola capa al 95% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO estándar.

1.3.2. Base: Deberá tener un espesor mínimo de 10 cm de material compactado en una sola capa al 100% de su masa volumétrica seca máxima AASHTO modificada.

1.3.3. Capa de rodamiento.

1.3.3.1. Capa de arena: Será de 4 a 5 cm después de compactada junto con las piezas de roca natural (esto se logra colocando unos 5 a 6 cm de arena suelta y nivelada).

1.3.3.2. Piezas de roca natural: Estos elementos deberán tener un espesor de entre 6 a 8 cm.

1.3.3.3. Sello de arena: Cuando la junta entre piezas de roca natural sea mayor de 2 cm, ó cuando no pueda colocarse otra pieza de roca natural por el espacio tan reducido, sobre todo en el límite de la estructura de confinamiento podrá emplearse un mortero cemento-arena 4:1 para rellenar estos huecos, este mortero puede emplearse siempre que se crea necesario.

1.3.4. Estructura de confinamiento: Consta de 60 cm de lancho y 25 cm de altura, con un desarrollo del pecho de paloma iniciando a la mitad del ancho y de 12 cm (ver figura 2). El concreto deberá tener un tamaño máximo de agregado de 2" y un f'c mínimo de 200 kg/cm².

1.3.5. Drenaje.

1.3.5.1. Drenaje superficial: La pendiente longitudinal deberá ser de mínimo 2%, cuando esta sea menor, deberán construirse cunetas a uno o ambos lados de la vía según la pendiente transversal. La pendiente transversal será de por lo menos el 3% hacia uno o ambos lados de la vialidad.

1.4. CALIDAD DE LOS MATERIALES

1.4.1. Subrasante: Debe cumplir con los requisitos establecidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) en la norma N-CMT-1-03/02 Materiales para Subrasante, excepto en el grado de compactación, debido al espesor equivalente de base que se está manejando en este diseño.

1.4.2. Base: Deberá cumplir con las especificaciones vertidas en la norma de la SCT N-CMT-4-02-002/04 Materiales para Bases Hidráulicas, específicamente con los requisitos del punto D.3. y para un número de ejes equivalentes, esperado durante la vida útil del pavimento, menor a 10^6 .

1.4.3. Capa de rodamiento.

1.4.3.1. Capa de arena: La arena que se utilice como el material donde se van a colocar las piezas de roca natural, será limpia de de granulometría controlada (tabla 1 y figura 3), tal que la totalidad de la arena pase por la malla de 3/8" y no más del 5% pase la malla No.200.

Designación de la malla	% que pasa	
	Mínimo	Máximo
3/8"	100	100
No.4	90	100
No.8	75	100
No.16	50	95
No.30	25	60
No.50	10	30
No.100	0	15
No.200	0	5

Tabla 1. Límites de la curva de composición granulométrica para la capa de arena sobre la que se colocarán las piezas de roca natural

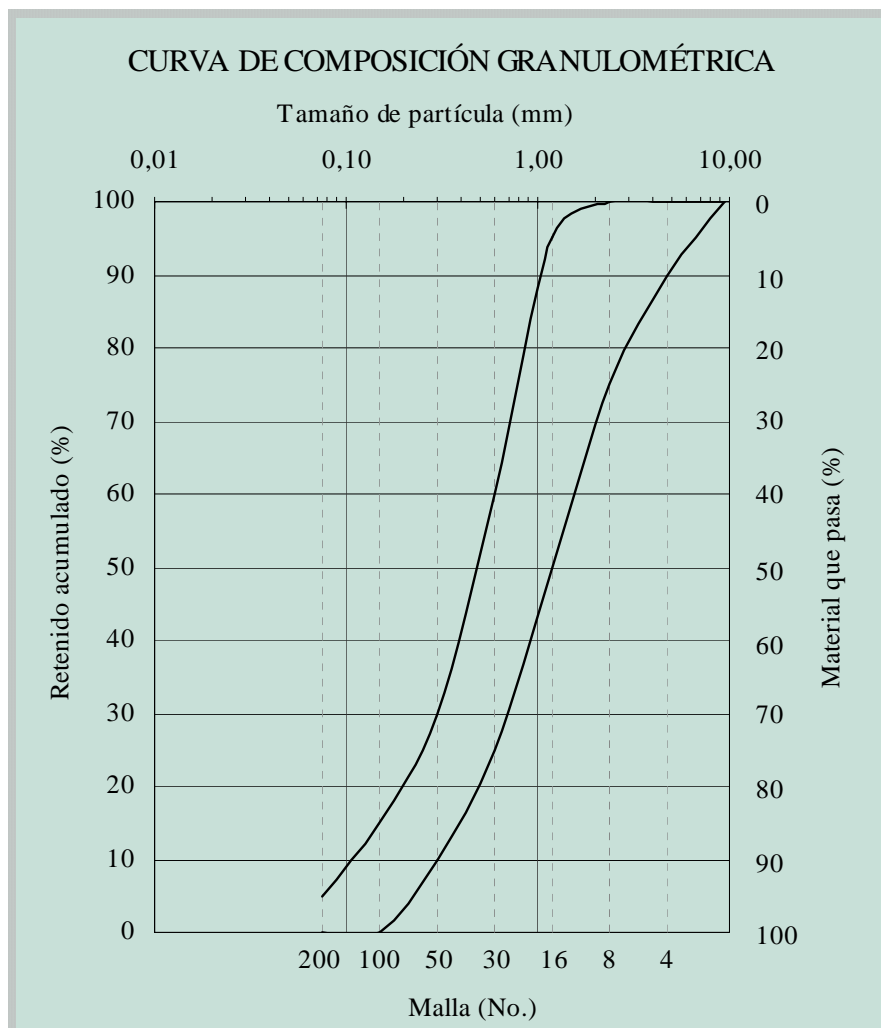


Figura 3. Rangos de la curva de composición granulométrica para la capa de arena sobre la que se colocarán las piezas de roca natural

1.4.3.2. Piezas de roca natural: Estos elementos deberán cumplir por un lado con lo especificado en la Norma Mexicana NMX-C-314-1986 "Adoquines para Uso en Pavimentos", donde se marcan los siguientes requisitos físicos: espesor mínimo, absorción de agua y resistencia a la compresión. Por otro lado deberán cumplir las especificaciones vertidas en el libro 4 de la SCT, capítulo 4.01.02.003, punto 003-B Piedras Naturales, donde se marcan los requisitos siguientes: resistencia a la compresión, resistencia a la compresión en estado húmedo, absorción, densidad aparente, resistencia al intemperismo acelerado (sanidad).

Designación de la malla	% que pasa	
	Mínimo	Máximo
No.8	100	100
No.16	90	100
No.30	60	90
No.50	30	60
No.100	5	30
No.200	0	15

Tabla 2. Límites de la curva de composición granulométrica para el sello de arena

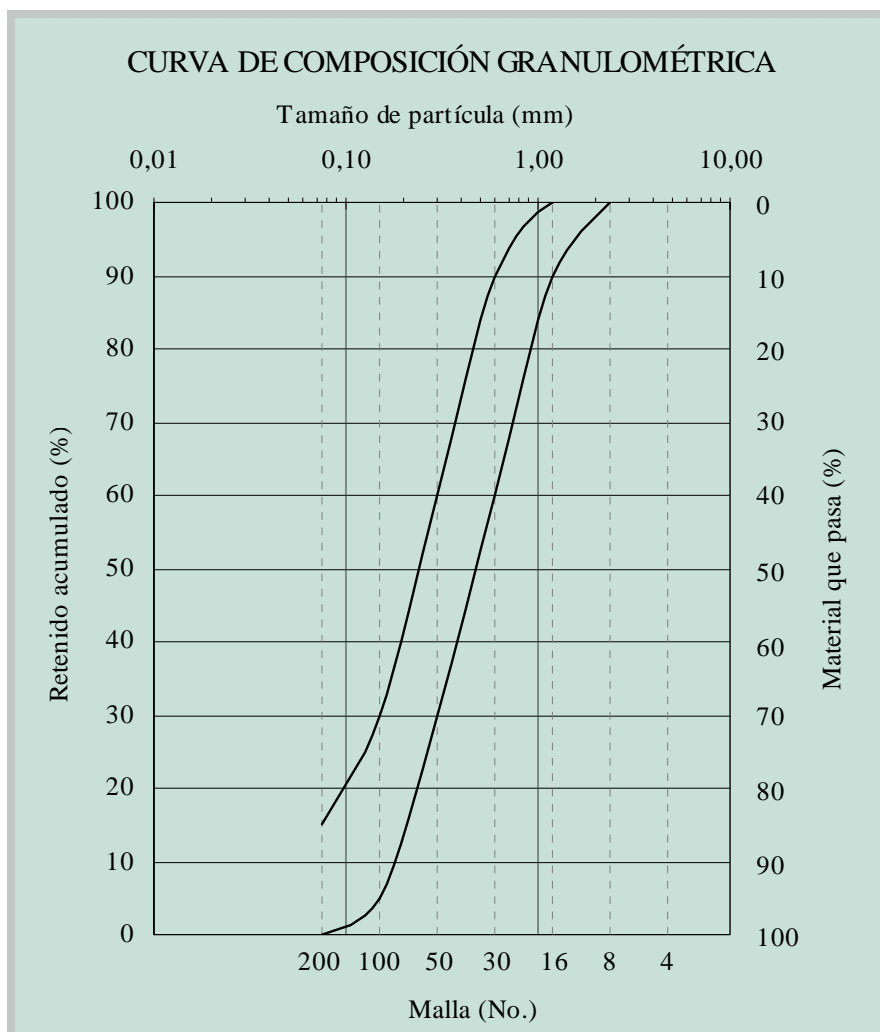


Figura 4. Rangos de la curva de composición granulométrica para el sello de arena

1.4.3.3. Sello de arena: La arena que se utilice para sellar las juntas entre adoquines y entre adoquines y estructura de confinamiento, será limpia, libre de materia orgánica y de granulometría controlada (tabla 2 y figura 4), tal que la totalidad de la arena pase por la malla No.8 y no más del 15% pase la malla No.200

1.5. ALGUNAS OTRAS RECOMENDACIONES

1.5.1. Proceso constructivo: Se recomienda se sigan en orden las siguientes actividades:

- 1° Construcción de las obras de drenaje
- 2° Transporte de los materiales
- 3° Adecuación de la subrasante
- 4° Construcción de la base
- 5° Construcción de la estructura de confinamiento
- 6° Colocación y nivelación de la capa de arena
- 7° Colocación y compactación de las piezas de roca natural
- 8° Colocación del sello de arena
- 9° Limpieza general de la obra

1.5.2. Verificación de valles en la base: Con una regla de tres metros sobre una línea de la base terminada, verificar que la base no se separe de la regla más de 1 cm.

1.5.3. Compactación de las piezas de roca natural: Para la compactación de las piezas de roca en conjunto con la arena que las soporta se puede emplear una placa vibratoria o un rodillo doble pequeño, o bien, un compactador neumático, también pequeño.

Para adoquines de 6 cm de espesor se recomienda que la placa vibratoria tenga un área entre 0,2 y 0,4 m² una fuerza centrífuga entre 7 y 16 kN y una frecuencia de vibración entre 75 y 100 Hz.

Para adoquines de 8 cm de espesor se recomienda que la placa vibratoria tenga un área entre 0,25 y 0,5 m² una fuerza centrífuga entre 15 y 20 kN y una frecuencia de vibración entre 75 y 100 Hz.

Se recomienda unas 4 a 5 pasadas del equipo antes mencionado para dar la compactación adecuada.

1.5.4. Cambios de piezas de roca natural: Después de la compactación inicial pueden resultar algunas piezas de rocas partidas o quebradas, las cuales deben ser extraídas y remplazadas.

En el pavimento terminado solamente se admitirá un 1% de piezas partidas y ninguna deberá exhibir fracturas múltiples.

1.5.5. Sellado de las juntas: Una vez retiradas las piezas fracturadas y rellenado con mortero cemento-arena 1:4 donde se tenga que llevar acabo esto, después de la primer pasada del equipo de compactación, se procederá a intercalar una barrida de arena de sello con una pasada del equipo vibratorio, o bien al mismo tiempo se barrera, cantidades adecuadas de arena dentro de las juntas, y se pasará el equipo de compactación.

Es necesario regresar a los quince días de abierto el pavimento a la circulación, para rellenar de arena los espacios vacíos que se hallan originado por el acomodado de las piezas de roca y la arena debido a las cargas vehiculares.

1.5.6. Verificación de desniveles en la superficie de rodamiento: Una regla de tres metros se coloca sobre una línea en las piezas de roca, ya colocadas y compactadas, verificando que éstas no se separen de la regla más de 1 cm.

A T E N T A M E N T E
“CIENCIA Y LIBERTAD”

M. en C. Pablo Enrique Zamudio Zavala
Investigación