CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS CON TECNOLOGÍA CONVENCIONAL

JORNADAS DE ACTUALIZACIÓN TÉCNICA SOBRE CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS URBANOS DE HORMIGÓN

COMODORO CEMENTO

ICPA INSTITUTO DEL CEMENTO PORTLAND ARGENTINO

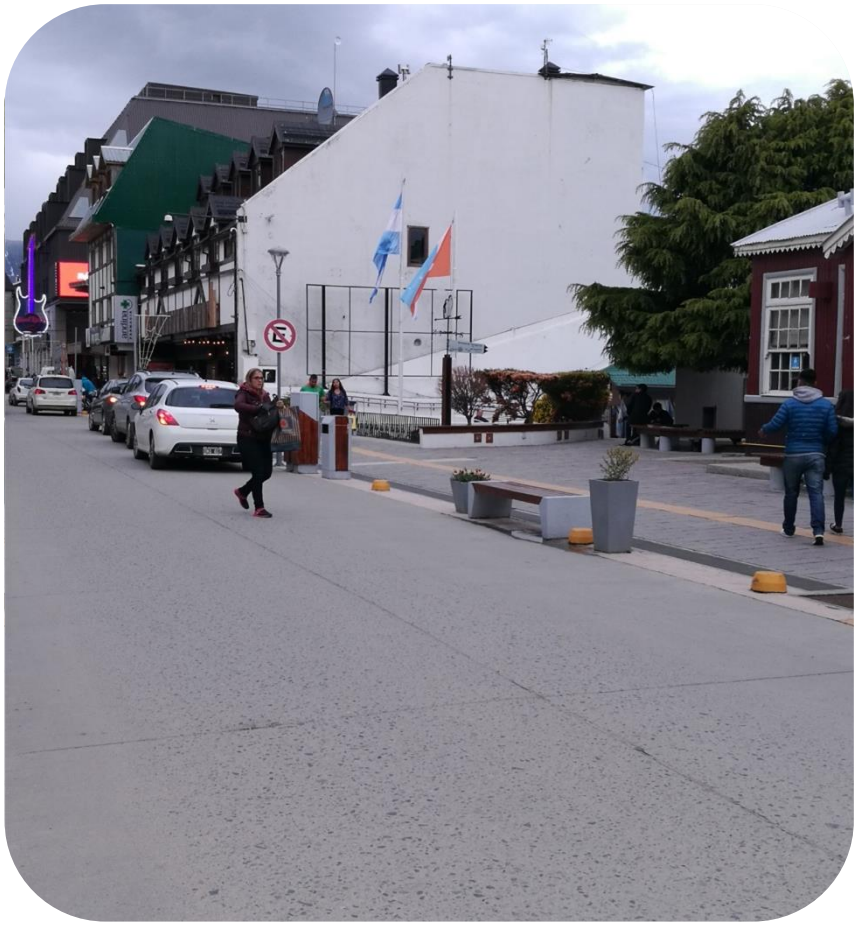
Líderes en Innovación y Transferencia Tecnológica

COLEGIO DE INGENIEROS
TIERRA DEL FUEGO ANTÁRTIDA E ISLAS DEL ATLÁNTICO SUR

5-Diciembre-18
Centro Austral de Investigaciones Científicas (CAIC-CONICET)
Ushuaia, Tierra del Fuego

TEMARIO

Líderes en Innovación y Transferencia Tecnológica



1. Acondicionamiento y preparación para la pavimentación.
2. Distribución, compactación y terminación del hormigón.
3. Texturizado y curado.
4. Ejecución de juntas de pavimento.
5. Tramo de Prueba
6. Sellado de juntas

ACONDICIONAMIENTO DEL SITIO “CANCHA”

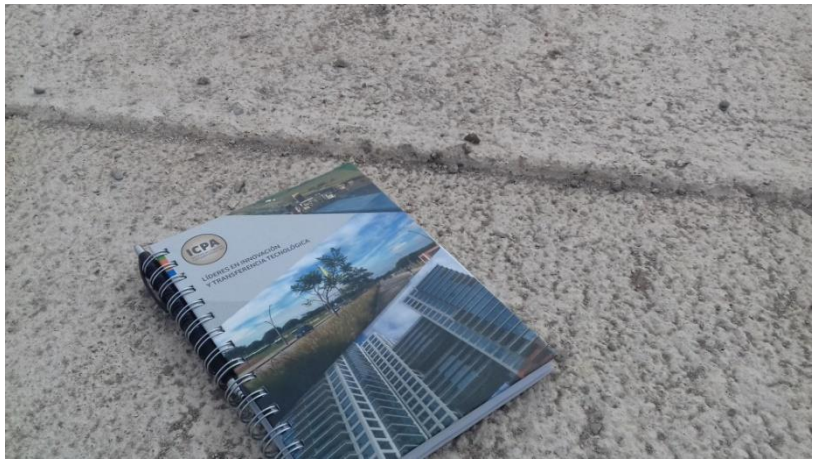
BASES PAVIMENTOS DE HORMIGÓN: RESISTENCIA A LAS CARGAS Y LA EROSIÓN.

VERIFICAR QUE LA SUPERFICIE SE ENCUENTRA APTA:

- **Superficie lisa, densa y resistente**
- **Apta para el tránsito de camiones con hormigón (sólo en el frente)**
- **Curadas o imprimadas para mantener sus propiedades**
- **Sin Material suelto o pobremente adherido.**
- **Libre de baches.**

ACONDICIONAMIENTO DEL SITIO “CANCHA”

Terminación de la Base: Lo mas lisa posibles evitando cualquier tipo de traba mecánica



ACONDICIONAMIENTO DEL SITIO “CANCHA”

Se mantendrán húmedas previo a la descarga del H° (sin encharcar)

Con film de polietileno u otro elemento impermeable no es necesario la humectación…

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Componentes básicos del sistema:

1. Moldes o encofrados fijados a la base:
   - Guía para el desplazamiento del equipo distribuidor / compactador
   - Nivelación y contención del hormigón fresco hasta su endurecimiento
2. Regla o acabadora de distribución / compactación del hormigón

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Moldes:

Determinan el espesor, ancho y uniformidad de la superficie del pavimento.

Tolerancias:

- Ancho de la base del molde ≥ ¾ de la altura.
- Longitud molde ≥ 3 metros.
- Espesor de chapa ≥ 5/16“ (7,9 mm) cuando soportan el equipo de pavimentación.
- Deformación cara superior ≤ 3 mm a lo largo de 3 m.
- Deformación cara lateral ≤ 6 mm a lo largo de 3 m.
- Para curvas de radio ≤ 30 m: usar moldes curvilíneos.

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Fijación de moldes

Importante: La altura del molde sea la del espesor de pavimento proyectado.

(los suplementos le restan estabilidad al sistema) →

- Fijados firmemente a la base para garantizar estabilidad con el paso del equipo de colocación
- Ensamble entre moldes (machimbrado o atornillado para mantener alineamiento (vertical y horizontal)

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Nivelación y alineación

Alerta!... No debe haber material suelto del lado de la calzada

- El posicionamiento requiere una precisa tarea de nivelación (especialmente con equipos autopropulsados): Indispensable para alcanzar lisura y regularidad superficial.
- Si se emplea material suelto para un mejor asentamiento de moldes (arena), esta no debe invadir la zona interior (sitio previsto para la colocación del hormigón)

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Nivelación y alineación

La alineación de moldes debe realizarse con ayuda de un hilo de nylon bien posicionado y tezado

Controlar visualmente que haya buena alineación vertical y horizontal de los moldes.

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Acondicionamiento de Moldes

- Deben estar limpios, **sin restos de hormigón endurecido y lubricados**.
- Deben descartarse y/o reparase aquellos moldes que presenten abolladuras o defectos.

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Acondicionamiento de Moldes

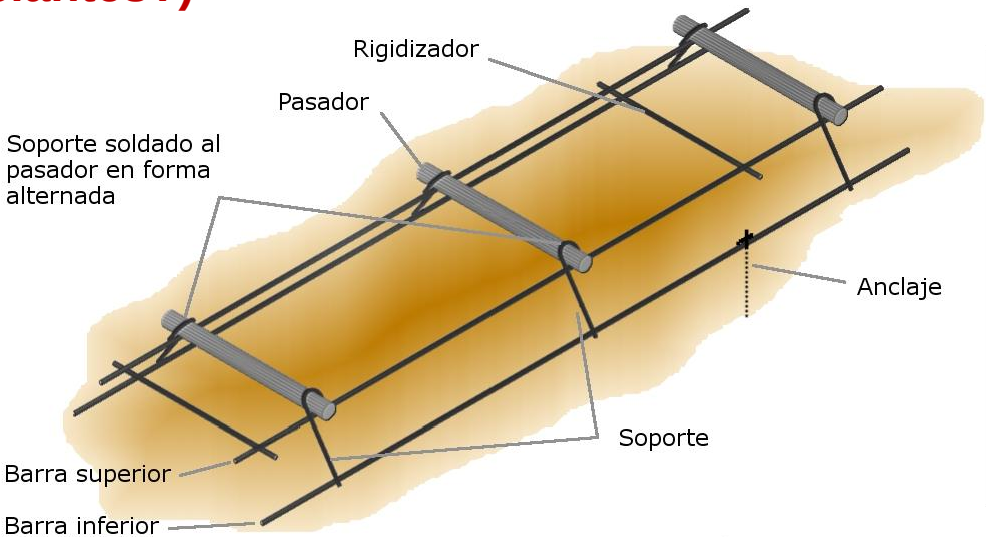
Una buena lubricación de moldes antes del inicio de jornada facilitará la limpieza al desmoldar al día siguiente

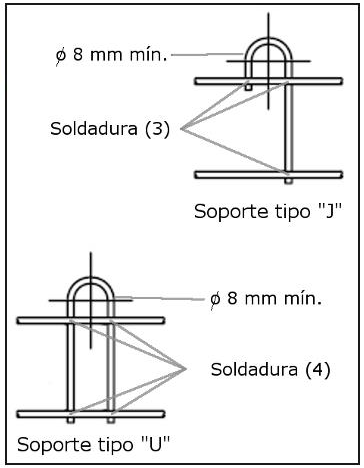
PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Canastos con Pasadores. Requisitos Generales

- Barra recta de sección redonda
- Acero Tipo I – Al 220 liso
- Extremos cortados con disco y libres de rebabas
- Diámetros entre 25 mm y 38 mm (espesor /8)
- Separación de 30 cm
- Longitud de barra: **45/55** cm
- Barra centrada en junta y mitad de espesor.
- Lubricada en todo su largo **(no usar grasa)**
- **Pintura epoxi anti corrosiva (cuando se emplean sales descongelantes?)**

Canasto universal



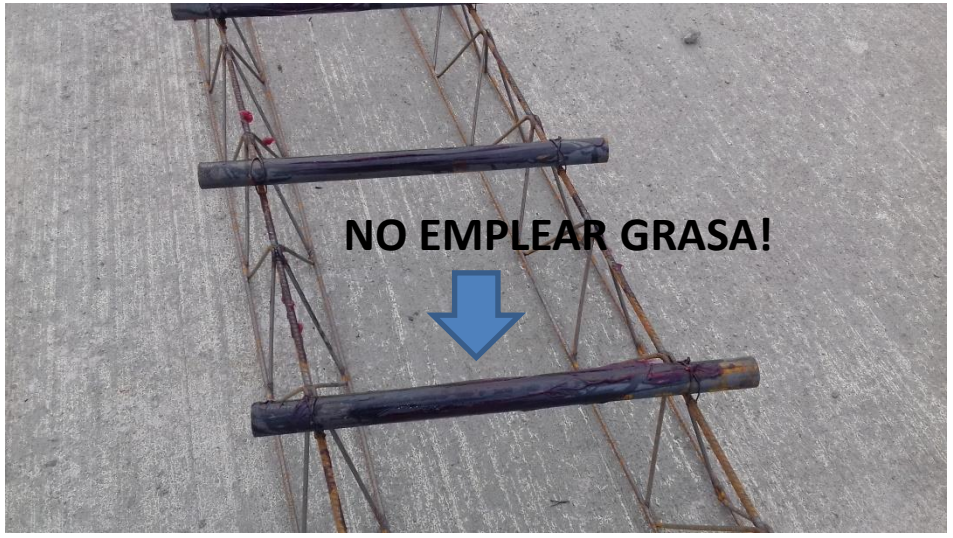


PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Instalación de canastos con pasadores

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

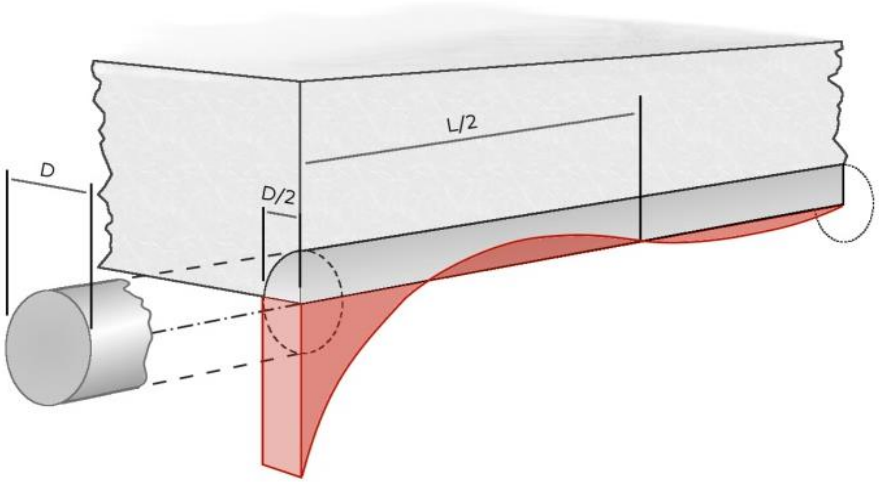
Instalación de canastos con pasadores



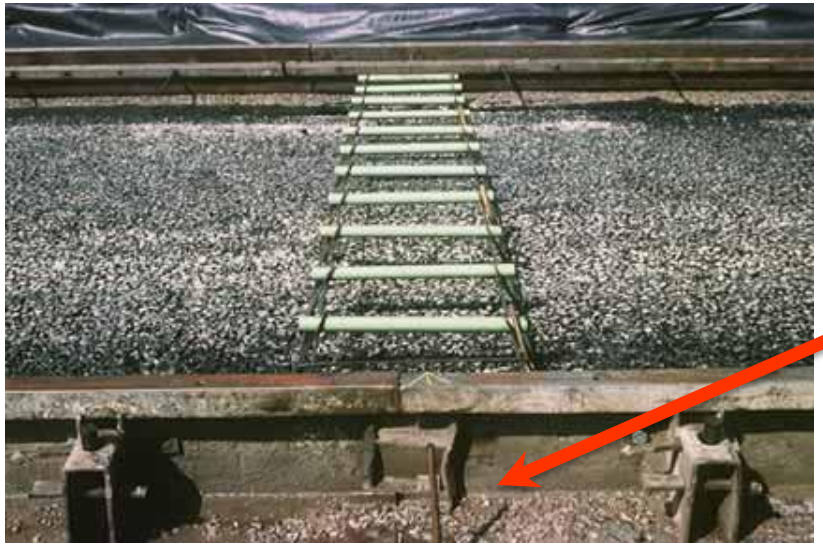
PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Pasadores

- Extermos cortados con discos o con puntas amoladas.
- Sin rebabas o desviaciones.
- Lubricar los pasadores con aceite u otro tratamiento antiadherente de baja viscosidad (**NO EMPLEAR GRASA**).



PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN



Demarcar en forma precisa el eje de la junta antes de distribuir el hormigón y luego sobre el hormigón fresco

Una vez ejecutado el hormigón fresco, el eje de la junta se copiará a la calzada con un hilo tesado →

CHECK LIST - PASADORES

Antes de descargar el hormigón

- ✓ Barras rectas, lisas y sin rebabas
- ✓ Centro de la canasta alineada con la futura junta
- ✓ Sin conflicto entre pasadores y Barras de unión.
- ✓ Ubicación correcta
  - Mitad del espesor
  - Paralelas entre sí
  - Correcta alineación vertical y horizontal
- ✓ Canasto de adecuada rigidez y estabilidad (debe soportar el peso de los operarios sin deformarse mas allá de las tolerancias)
- ✓ Soldadura alternada
- ✓ Lubricación total de cada barra (aceite) 0 pintura anticorrosiva.
- ✓ Rigidizadores cortados

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Instalación de canastos con pasadores. Errores comunes

Los soportes de los pasadores deben ubicarse siempre en ambos extremos!!!

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Instalación de canastos con pasadores. Errores comunes

No emplear sistemas “caseros” que resultan poco confiables y pueden generar desalineamiento de pasadores y anclaje de juntas

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Instalación de canastos con pasadores. Errores comunes

No insertar barras en el hormigón fresco ya que no garantizan el posicionamiento y alineación requerida y además genera una alteración del hormigón, pudiendo provocar la aparición de fisuras.

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Instalación de canastos con pasadores. Errores comunes

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Instalación de canastos con pasadores. Errores comunes

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Instalación de armadura distribuida

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Instalación de armadura distribuida

Las mallas de refuerzo se deben colocar

- En el sitio establecido en el diseño.
- Debe quedar paralela a la superficie.
- Se debe interrumpir 10 cm antes de la junta.
- Durante la colocación debe soportar el peso del hormigón y de los operarios.

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Instalación de armadura distribuida. Errores comunes

La malla se debe colocar antes de la descarga del hormigón, **NO** durante o después

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Barras de unión autosoportadas

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN

Barras de unión autosoportadas

PREPARACIÓN PARA LA PAVIMENTACIÓN: CHECK LIST

CONTROLES PREVIOS A LA PAVIMENTACIÓN – CHECKLIST

Es conveniente verificar una serie de aspectos y puntos importantes, antes de comenzar la jornada de pavimentación. El listado de ítems siguiente es orientativo y pretende ayudar en la correcta atención de las necesidades generadas por las tareas de colocación con pavimentadora de encofrados deslizantes, y garantizar los mejores resultados:

Checklist Ítems a verificar
› Chequear la disponibilidad de cancha suficiente en condiciones de ser pavimentada, para completar al menos una jornada de producción promedio para el equipamiento con que se cuenta.
› Comprobar la inexistencia de baches o depresiones en la superficie de la base o subrasante a cubrir en la jornada.
› Verificar el buen estado y nivelación de los carriles de desplazamiento de la pavimentadora.
› Verificar la adecuada limpieza de la cancha.
› Chequear la disponibilidad de equipos de limpieza en el frente, tales como barredora sopladora, compresor, u otro medio apropiado para repetir trabajos de limpieza si fuera necesario.
› Verificar que estén colocados los hilos guía en una distancia equivalente a la cancha a cubrir en la jornada; o en su defecto, la disponibilidad de equipos, personal y elementos necesarios para la recolocación de guías a medida que se liberan tramos.
› Comprobar la presencia de estacas o demarcaciones previas de la ubicación de juntas transversales del pavimento, para el posicionamiento de canastos o el accionamiento manual del DBI (excepto pavimentadoras con medición automática).
› Comprobar y/o corregir, al inicio y a lo largo de la jornada, el tensado de los cables guía.
› Chequear que estén previamente distribuidos los materiales de consumo necesarios en la cancha a pavimentar, a distancias acordes a los rendimientos y gastos esperados (canastos o paquetes de pasadores, barras de unión, tambores de membrana de curado, etc.).
› Chequear la operatividad y funcionamiento de todos los motores, sensores y partes móviles de la pavimentadora de encofrados deslizantes o equipo a utilizar.
› Comprobar la ubicación y el correcto funcionamiento de los vibradores de la pavimentadora, o de los equipos que se dispongan para la densificación del hormigón.
› Verificar la alineación y calibración correcta del molde deslizante, bordeadores, etc.
› Chequear el buen funcionamiento y operatividad del equipo de texturizado y curado, o de los dispositivos destinados a dichas tareas y mantener picos aspersores de reserva para reemplazar en caso de obturación.
› Disponer de equipos para curado de emergencia (mochila) con agua o con el producto de curado que se emplee.
› Verificar el buen estado de los elementos destinados al texturizado de la superficie (arpillera, césped sintético, peines, etc.).
› Chequear que se dispone de camiones regadores, tanques u otros equipos necesarios para el humedecimiento de la cancha durante la jornada.
› Verificar la existencia de aceites, lubricantes y/o medios de aplicación adecuados para el recubrimiento de los pasadores.

Checklist Ítems a verificar *(cont.)*
› Verificar que estén disponibles en el frente de pavimentación todos los equipos, herramientas y elementos de mano necesarios para la terminación del hormigón, tales como reglas, fratases, cucharas de albañil, carretillas, baldes, etc.
› Comprobar la disponibilidad y operatividad de los vibradores de inmersión manuales usados en las juntas de inicio y fin de jornada.
› Chequear la existencia en el frente de elementos de uso eventual, para resolver emergencias como fratases de mano adicionales, mochila de aspersión para membrana de curado, tablas para contención de bordes, etc.
› Verificar que se dispone de los moldes o elementos utilizados para la ejecución de la junta de construcción de fin de jornada, sean estos caños para alojar pasadores, cajón metálico o molde de cierre.
› Chequear que se cuente con la cantidad de aserradoras suficientes para atender la producción prevista en la jornada, y que las mismas estén operativas.
› Verificar que se tiene al menos una aserradora de reserva para emergencias, y que funcione adecuadamente.
› Disponibilidad de iluminación nocturna para el caso de tener que realizar trabajos de aserrado por la noche.
› Comprobar que se dispone de la cantidad de discos de aserrado suficientes para atender la jornada de producción que se va a iniciar.
› Chequear el funcionamiento y operatividad de todos los motores, cintas, dosificadores, etc.; en la planta productora de hormigón.
› Verificar la disponibilidad y buen funcionamiento de los equipos de carga de materiales necesarios para atender la producción de hormigón.
› Chequear la existencia de agua suficiente en los depósitos, o el buen funcionamiento de las bombas alimentadoras, que garanticen la producción de la planta, y las otras necesidades relacionadas como lavado de camiones y humedecimiento de áridos.
› Comprobar que las instalaciones y dispositivos preparados para el lavado de camiones se encuentren en condiciones de operar.
› Comprobar que se disponen de los equipos de riego por aspersión para el humedecimiento de los acopios de agregados, y que funcionen adecuadamente.
› Verificar que se cuenta con la cantidad de materiales aprobados suficientes para la producción prevista en la jornada.
› Verificar disponibilidad y buen funcionamiento de los equipos de comunicación entre la planta elaboradora de hormigón y el tren de pavimentación.
› Chequear que se cuente con la cantidad de camiones necesarios y suficientes para el transporte del hormigón.
› Verificar el buen estado de los camiones volcadores, de las cajas, el cierre estanco de compuertas, etc.
› Verificar el buen estado de los caminos desde la planta elaboradora hasta el frente de obra.
› Chequear que se cuente con los elementos y equipos necesarios para los controles y ensayos que se efectúan en el frente.
› Chequear los pronósticos del clima para cada día de trabajo de pavimentación.
› Verificar que se disponga de material y técnicas de aplicación para cubrir el hormigón recientemente colocado en caso de lluvia.

HORMIGÓN TRABAJABLE Y UNIFORME

DEFINICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO

REGLA GENERAL

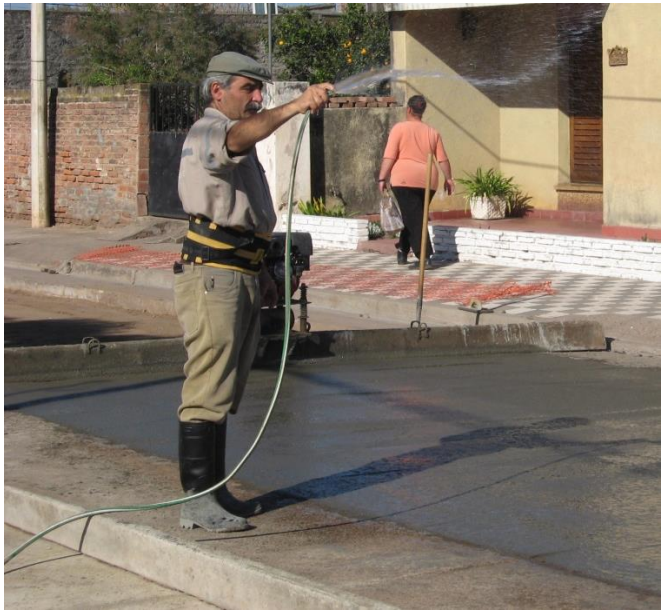
El ASENTAMIENTO DEBE SELECCIONARSE EN BASE AL EQUIPAMIENTO A EMPLEAR

CONSIDERAR:

- **EFECTOS DEL TRANSPORTE**
- **DEMORAS EN LA COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN**
- **ADITIVOS: duración y eficiencia**

HORMIGÓN TRABAJABLE Y UNIFORME

Equipamiento	Asentamiento
Pavimentadora de Moldes Deslizantes de ancho completo de calzada (más de 6 metros de ancho)	3 ± 1 cm
Pavimentadora de Moldes Deslizantes de media calzada (hasta 6 metros de ancho).	5 ± 1 cm
Terminadora de Rodillos con Moldes Deslizantes.	
Terminadora de Rodillos con Moldes Fijos.	8 ± 2 cm*
Regla o Viga Vibratoria	



Cuando se trabaja con la trabajabilidad adecuada hay menos tendencia al empleo de prácticas inadecuadas de terminación

HORMIGÓN TRABAJABLE Y UNIFORME

- Evaluar mezclas de hormigón y materiales componentes con suficiente anticipación
- Dosificaciones apropiadas para el equipamiento y para el medio de transporte adoptado.

- En general se utilizan aditivos plastificantes y en ocasiones especiales incorporadores de aire.
- Deben encontrarse claramente establecidos las tolerancias de recepción y los procedimientos a aplicar si el hormigón en el frente de trabajo se encuentra fuera de especificaciones (ajustes / rechazo).

EJECUCIÓN: DISTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN

- Descargar el hormigón lo mas cerca posible de su posición final
- Efectuar los movimientos necesarios de material con volquetas, carretillas, palas.

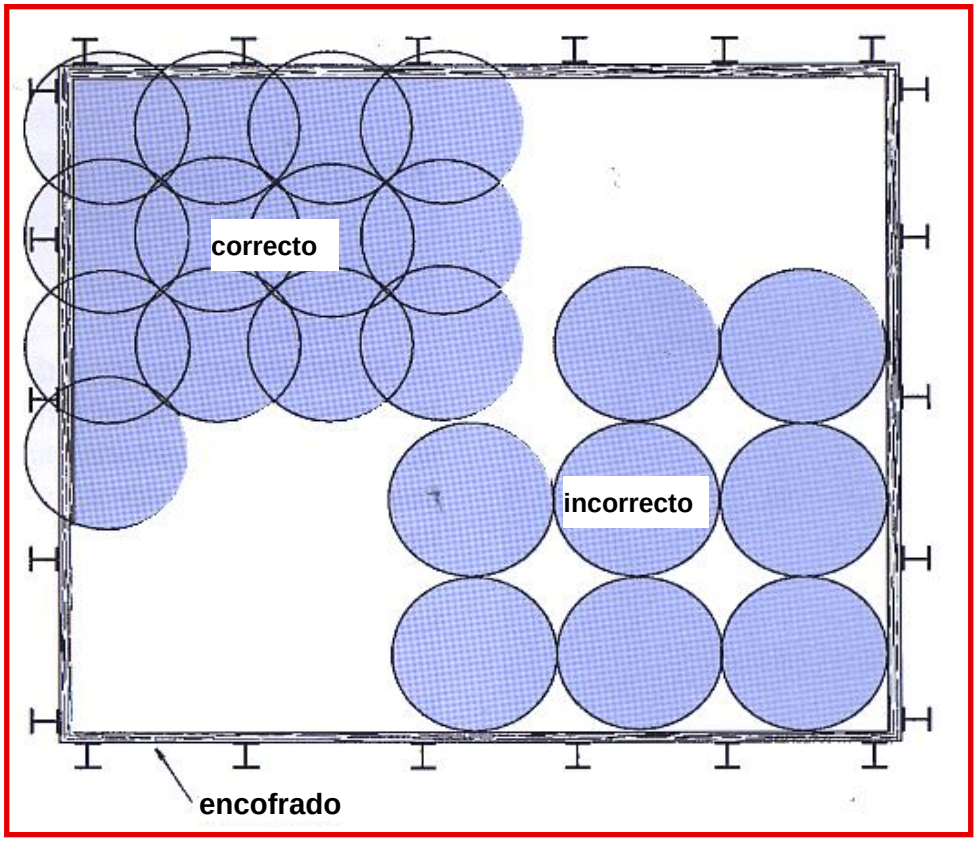
NO TRANSPORTAR CON VIBRACIÓN

EJECUCIÓN: DISTRIBUCIÓN DEL HORMIGÓN

EJECUCIÓN: COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN

La primer compactación se debe realizar mediante vibradores de inmersión en toda la superficie y en los bordes de calzada contra los encofrados.

Las inserciones se deben realizar en forma vertical solapando los radios de influencia del vibrador dentro de la masa de hormigón



- Campo de acción: 10 veces el diámetro
- La distancia entre puntos de inmersión sea aprox. igual a 3/4 del diámetro del área de influencia del vibrador.

EJECUCIÓN: COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN

EJECUCIÓN: COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN

EJECUCIÓN: COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN

El proceso se completa con el paso de la regla vibratoria.

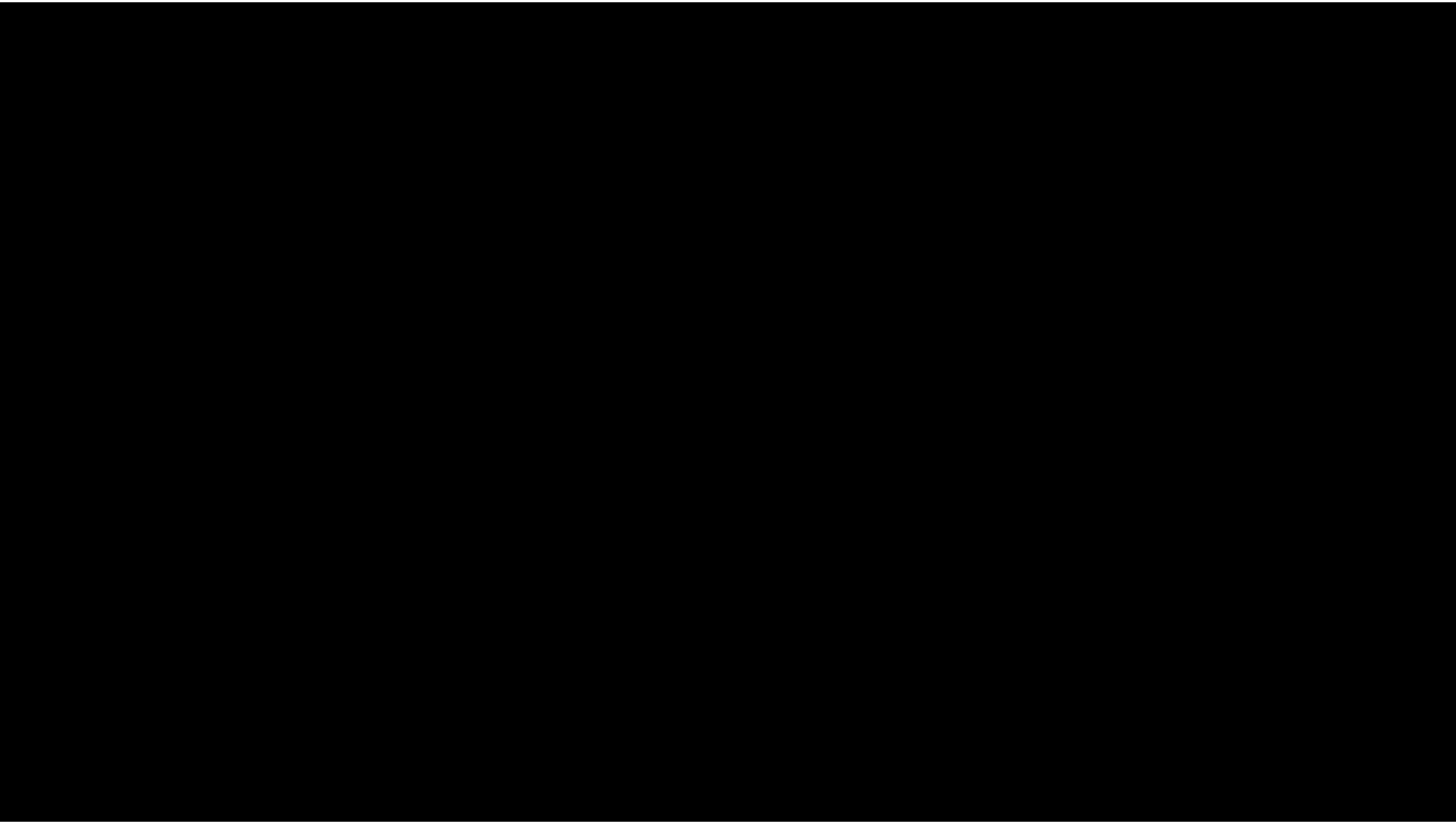
La regla vibradora debe arrastrar material, con una carga adecuada:

- Material en exceso provoca el levantamiento de la regla.
- La falta de material genera depresiones y zonas sin compactar.

El avance de la regla debe ser lo mas continuo y parejo posible.

La superficie deberá quedar prácticamente terminada.

EJECUCIÓN: COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN



Fuente: Wacker Neuson - Jornada sobre Compactación del Hormigón – ICPA - Agosto 2016

EJECUCIÓN: COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN

- TERMINADORAS DE RODILLOS

EJECUCIÓN: TERMINACIÓN DEL HORMIGÓN DE CALZADA

- La terminación o acabado final es una tarea crítica en la construcción de un pavimento.
- Tiene el objetivo de corregir irregularidades o defectos manifiestos producidos durante la colocación y compactación.
- Los trabajos pueden incluir desde un ligero fratasado, hasta intervenciones más significativas, reparaciones de bordes, etc
- Consiste en deslizar sobre el hormigón un elemento de superficie plana, para:
  - Eliminar los puntos altos y rellenar los bajos
  - Sumergir las partículas de agregado más gruesas.
  - Remover y corregir pequeñas imperfecciones
  - Generar mortero en la superficie para el texturizado.

EJECUCIÓN: TERMINACIÓN DEL HORMIGÓN DE CALZADA

- La terminación se debe realizar con un fratás metálico (de aluminio) de una longitud no menor de 1,5 m, y con un ancho mínimo de 0,15 m.
- Resulta aconsejable además que permitan cambiar el ángulo de ataque para avanzar o retroceder en la operación de pasaje transversal a la calzada.
- Este proceso se debe realizar mediante un movimiento de enrasado largo y continuo, avanzando por detrás de la cercha y en una posición perpendicular al eje del pavimento.

EJECUCIÓN: TERMINACIÓN DEL HORMIGÓN DE CALZADA

EJECUCIÓN: TERMINACIÓN DEL HORMIGÓN DE CALZADA

Errores comunes

- En los años 20 se realizaba un acabado liso a los pavimentos, con rodillos y cintas.
- El empleo de cinta, es una práctica no aconsejada que incluso perdura hasta la fecha.

EJECUCIÓN: TERMINACIÓN DEL HORMIGÓN DE CALZADA

Errores comunes

- Es común en estos casos el empleo de frataces de madera que pueden generar deformaciones y marcas en la superficie.
- Adicionalmente, para el paso de la cinta o facilitar la terminación, en ocasiones se recurre al agregado de agua, debilitando el hormigón superficial.

EJECUCIÓN: TERMINACIÓN DEL HORMIGÓN DE CALZADA

EJECUCIÓN: TEXTURIZADO DEL HORMIGÓN DE CALZADA

La provisión de una adecuada textura superficial brindará una macrotextura apropiada, que permitirá alcanzar los estándares de fricción requeridos acordes con el tipo de aplicación y condiciones de servicio.

- En el caso de pavimentos de hormigón, existe un importante abanico de alternativas a aplicar en estado fresco.
- El objetivo del texturizado del hormigón es:
  - Conseguir una adecuada resistencia al deslizamiento en condición húmeda,
  - Conservar un buen drenaje y escurrimiento superficial del agua,
  - Mantener bajos niveles de ruido, (solamente interesa en aplicaciones viales).
  - Brindar resistencia al desgaste y durabilidad.

EJECUCIÓN: TEXTURIZADO DEL HORMIGÓN DE CALZADA

Arpillera

Consiste en el arrastre en el sentido longitudinal de una tela de arpillera, sobre la superficie recién terminada del hormigón.

Recomendaciones generales:

- Mantenerla limpia y húmeda
- En uno o varios pliegues
- Deshilachada levemente

Fortalezas:

- De sencilla ejecución.
- Aplicación manual o automática.
- Bajo nivel de ruido.

Debilidades:

- Baja profundidad de textura.
- Mayor pérdida de fricción inicial

EJECUCIÓN: TEXTURIZADO DEL HORMIGÓN DE CALZADA

Césped Sintético

Consiste en el arrastre en el sentido longitudinal de una rastra de césped sintético que cumpla las siguientes características:

- Largo de pelo: 15 - 25 mm.
- Pelos por metro cuadrado: 77.500
- Peso > 2350 g/m^2

Fortalezas:

- Sencilla construcción.
- Aplicación manual o automática.
- Bajo nivel de ruido.
- Profundidad graduable.
- Buenos índices de fricción.

Debilidades:

- Resulta crítica la calidad del mortero para un buen desempeño a largo plazo.

EJECUCIÓN: TEXTURIZADO DEL HORMIGÓN DE CALZADA

Cepillo (Longitudinal o Transversal)

El cepillado puede efectuarse en el sentido longitudinal o transversal a la dirección de circulación, creando pequeñas crestas sobre la superficie del pavimento:

Fortalezas:

- Sencilla construcción.
- Aplicación manual o automática.
- Bajo nivel de ruido (L).
- Buenos índices de fricción (T)

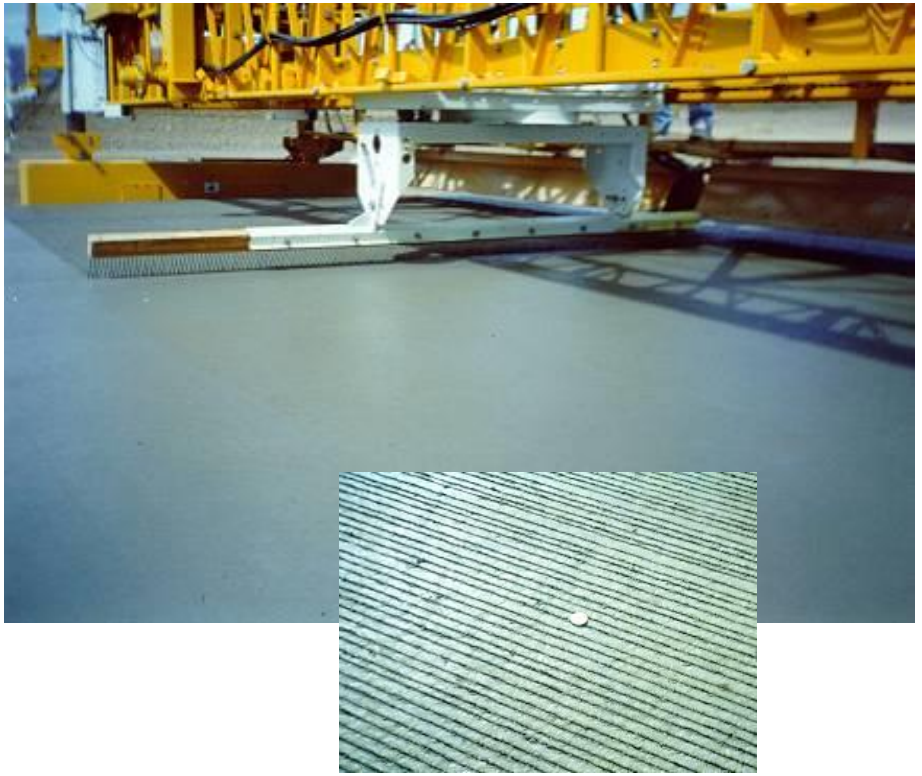
Debilidades:

- Resulta crítica la calidad del mortero para un buen desempeño a largo plazo.
- Elevados niveles de ruido (T).

EJECUCIÓN: TEXTURIZADO DEL HORMIGÓN DE CALZADA

Peine Transversal ó Longitudinal

Consiste en el arrastre en el sentido transversal o Longitudinal de un implemento tipo peine metálico o plástico que genera una serie de surcos sobre la superficie del pavimento.



Fortalezas:

- Elevados índices de fricción
- Elevada durabilidad.
- De aplicación automática o manual.
- Menor riesgo de hidroplaneo (T)
- Reduce el spray y salpicaduras (T)
- Baja generación de ruido (L)
- Mayor seguridad en curvas horiz. (L)

Debilidades:

- Mayor generación de ruido (T).
- Puede generar molestias a los vehículos pequeños – motociclistas (L).

EJECUCIÓN: TEXTURIZADO DEL HORMIGÓN DE CALZADA

EJECUCIÓN: PROTECCIÓN Y CURADO DEL HORMIGÓN

- **Todo hormigón debe curarse.**
- **El curado consiste en evitar el secado prematuro del hormigón.**
- **Hay distintos procedimientos de curado eficiente. (evitar el secado – agregar agua)**
- **El curado debe prolongarse hasta tanto se asegure una adecuada resistencia.**
- **El curado temprano sirve para evitar la fisuración plástica en el caso de elementos superficiales como pavimentos.**

EJECUCIÓN: PROTECCIÓN Y CURADO DEL HORMIGÓN

¿Qué aspectos pueden evaluarse en un sistema de curado?

- **Eficiencia**
  - Retardo en el régimen de secado
- **Metodología de aplicación**
  - Facilidad, homogeneidad de la protección
- **Momento de la aplicación**
  - Mientras más temprano, mejor. Contribuye a reducir fisuración plástica
- **Procedimiento constructivo**
  - Evaluar compatibilidad con procedimientos futuros a realizar

EJECUCIÓN: PROTECCIÓN Y CURADO DEL HORMIGÓN

Métodos de curado

Valoración cualitativa

Atributo	Membrana química	Film de polietileno	Arpillera húmeda	Inundación
Eficiencia	4	4	3	5
Facilidad	4	2/3	2/3	1
Aplicación en estado fresco	5	0	0	0
Operatividad	5	3	2	1

0: Muy malo 1: Malo 2: Regular 3: Bueno 4: Muy Bueno 5: Excelente

EJECUCIÓN: PROTECCIÓN Y CURADO DEL HORMIGÓN

Aplicación de un compuesto líquido formador de membrana de curado

- Con inyectores que aseguren la **correcta dispersión** del producto.
- Asegurando la **homogeneidad del producto** (agitación del tanque, pigmento blanco)
- **Verificar Consumo diario:** de 200 a 300 g/m^2
- **Antes que la superficie se seque**, inmediatamente luego del texturado.

UTILIZAR ÚNICAMENTE MEMBRANA DE RESINA BASE SOLVENTE!

EJECUCIÓN: PROTECCIÓN Y CURADO DEL HORMIGÓN

Considerar perdidas por viento

Aplicar en bordes luego del desmolde

Líderes en Innovación y Transferencia Tecnológica

EJECUCIÓN: PROTECCIÓN Y CURADO DEL HORMIGÓN

Líderes en Innovación y Transferencia Tecnológica

EJECUCIÓN: PROTECCIÓN Y CURADO DEL HORMIGÓN

TIPOS DE JUNTAS

❖ JUNTAS TRANSVERSALES

⇒ **Contracción:** Controlan la formación de fisuras

⇒ **Construcción:** Juntas de fin de jornada o por imposibilidad de continuar con el hormigonado.

⇒ **Aislación / Dilatación:** permite movimientos relativos con estructuras fijas u otros pavimentos.

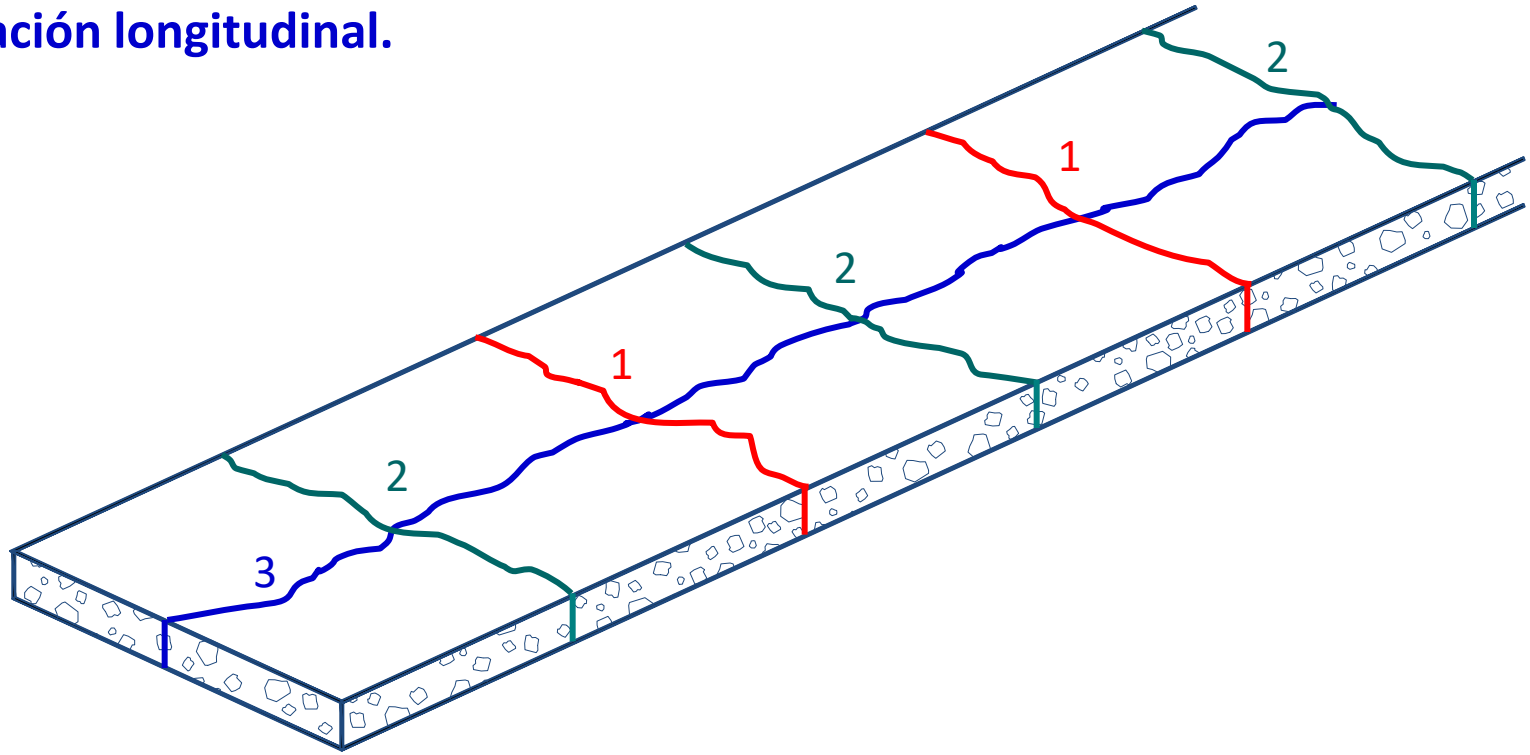
❖ JUNTAS LONGITUDINALES

⇒ **Contracción: o articulación:** Controlan la formación de fisuras

⇒ **Construcción o ensamblada:** Pavimentación por fajas.

DESARROLLO NATURAL DE FISURAS

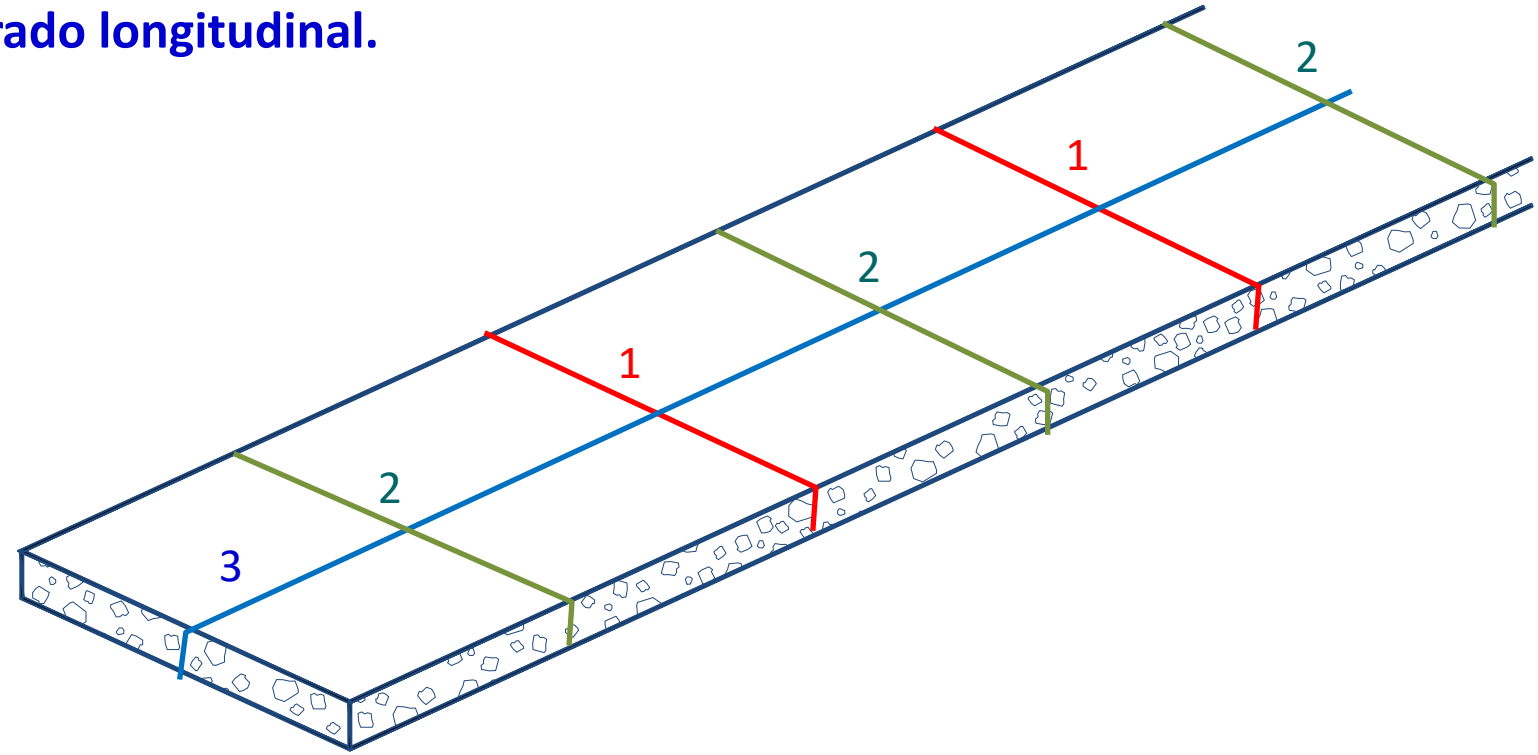
1. **Fisuración inicial (transversal)**
2. **Fisuración intermedia (transversal).**
3. **Fisuración longitudinal.**



Líderes en Innovación y Transferencia Tecnológica

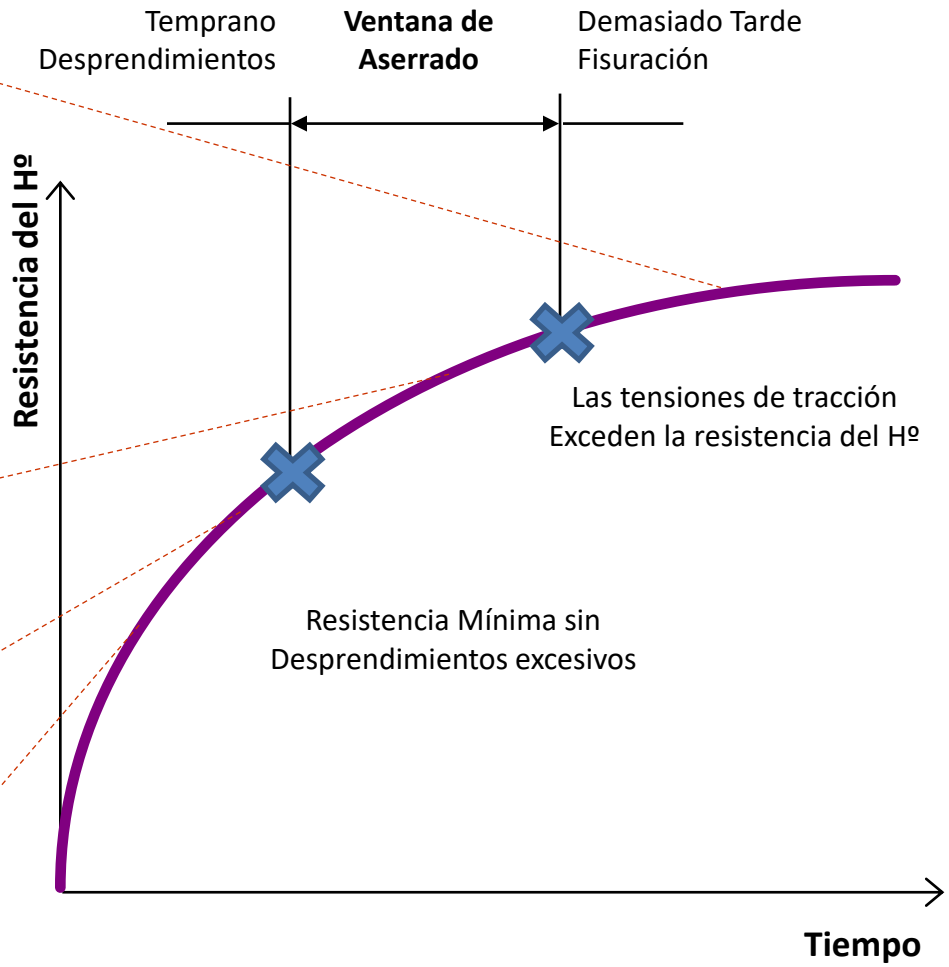
SECUENCIA DE ASERRADO PARA CONTROL DE FISURACIÓN

1. **Aserrado inicial (transversal)**
2. **Aserrado intermedio (transversal).**
3. **Aserrado longitudinal.**



Líderes en Innovación y Transferencia Tecnológica

¿Como controlar la fisuración?



CONTROL DE FISURACIÓN TEMPRANA: EJECUCIÓN DE JUNTAS DE CONTRACCIÓN

Cuales son los factores principales que inciden en este fenómeno?

- Características de la mezcla.
- Condiciones Ambientales.
- Condiciones de la superficie de apoyo (terminación superficial, rigidez, permeabilidad).
- Protección y curado del hormigón.
- Aserrado de juntas y Posicionamiento de Pasadores.
- Diseño de juntas de contracción.

¿Cuales de estos factores se encuentran bajo nuestro control?

CONDICIONES AMBIENTALES

Posibles riesgos (condiciones de reducción de la ventana de aserrado)

- Brusca caída de temperatura o lluvia.
- Altas temperaturas en días soleados.
- Condiciones ventosas y de baja humedad.

Recomendaciones generales:

- Extremar los recaudos en las tareas de curado y protección durante las primeras horas.
- Considerar la modificación del horario de pavimentación (altas temperaturas en días soleados).
- Considerar la adopción de medidas especiales para incrementar la confiabilidad.

CONDICIONES DE LA SUPERFICIE DE APOYO

Recomendaciones Generales:

- Se deberá contar con un apoyo firme, uniforme y estable.
- Si se emplean bases rígidas deberá proveerse una terminación lo más lisa posible (evitar trabas mecánicas).
- Si se emplean bases rígidas emplear un ruptor de adherencia. (tratamiento bituminoso, parafina, film de polietileno, etc.).
- La base debe encontrarse saturada.
- Si se emplea una subbase abierta, impedir la penetración del hormigón en la base.

PROTECCIÓN Y CURADO DEL HORMIGÓN

Recomendaciones Generales:

- Emplear compuestos de Resina en Base solvente.
- Aplicar el compuesto de curado en la dosis apropiada tan pronto se finalicen las tareas de terminación.
- Verificar una correcta distribución del producto (homogeneidad de color) y el tiempo de formación de la membrana.
- Verificar consumos diarios (200-300 g/m2) y controlar las pérdidas por viento.
- Bajo condiciones rigurosas puede considerarse la adopción de medidas de protección adicionales.

ASERRADO DE JUNTAS Y POSICIONAMIENTO DE PASADORES

Recomendaciones Generales:

- Pasadores libres de óxido y con tratamiento antiadherente en toda su longitud. NO EMPLEAR GRASA.
- Pasadores perfectamente cortados, sin rebabas ni resaltos.
- Verificar una correcta densificación en zonas de inserción o canastos.
- El aserrado debe comenzar tan pronto como el hormigón permita ser cortado sin desprendimientos de agregados gruesos o roturas.
- El aserrado nunca debe ser demorado o interrumpido, más allá de la hora del día o la condición climática.

ASERRADO DE JUNTAS Y POSICIONAMIENTO DE PASADORES

Recomendaciones Generales:

- Profundidad de aserrado: 1/3 E Subbases Tratadas; 1/4 E Granulares (JT); 1/3 E Juntas Longitudinales.
- Contar con cantidad suficiente de aserradoras en el frente:
  - Clima normal/ frío: Mínimo 2
  - Clima cálido: Mínimo 3
- La secuencia de corte se corresponde exactamente con el mismo orden de aparición de las fisuras en el pavimento.
- No efectuar cortes alternados. Solo se efectúa en casos de contingencias.
- El corte de las juntas longitudinales en clima cálido no debe postergarse para el día siguiente.

ASERRADO DE JUNTAS Y POSICIONAMIENTO DE PASADORES

Pasadores Desalineados

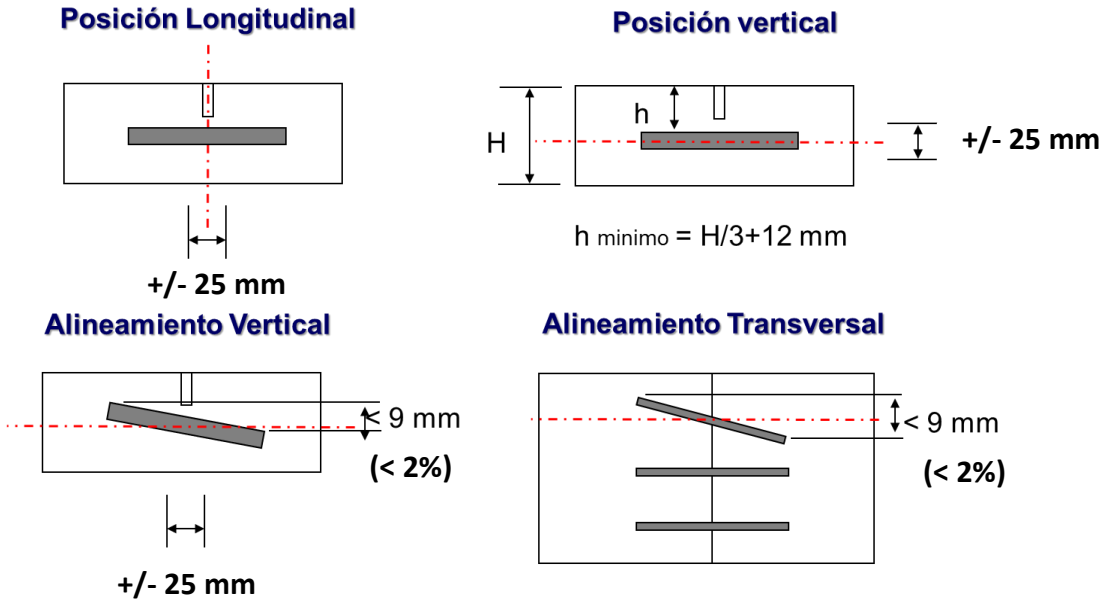
Mal Posicionamiento de Pasadores

ASERRADO DE JUNTAS Y POSICIONAMIENTO DE PASADORES

Posicionamiento y Alineación de Pasadores

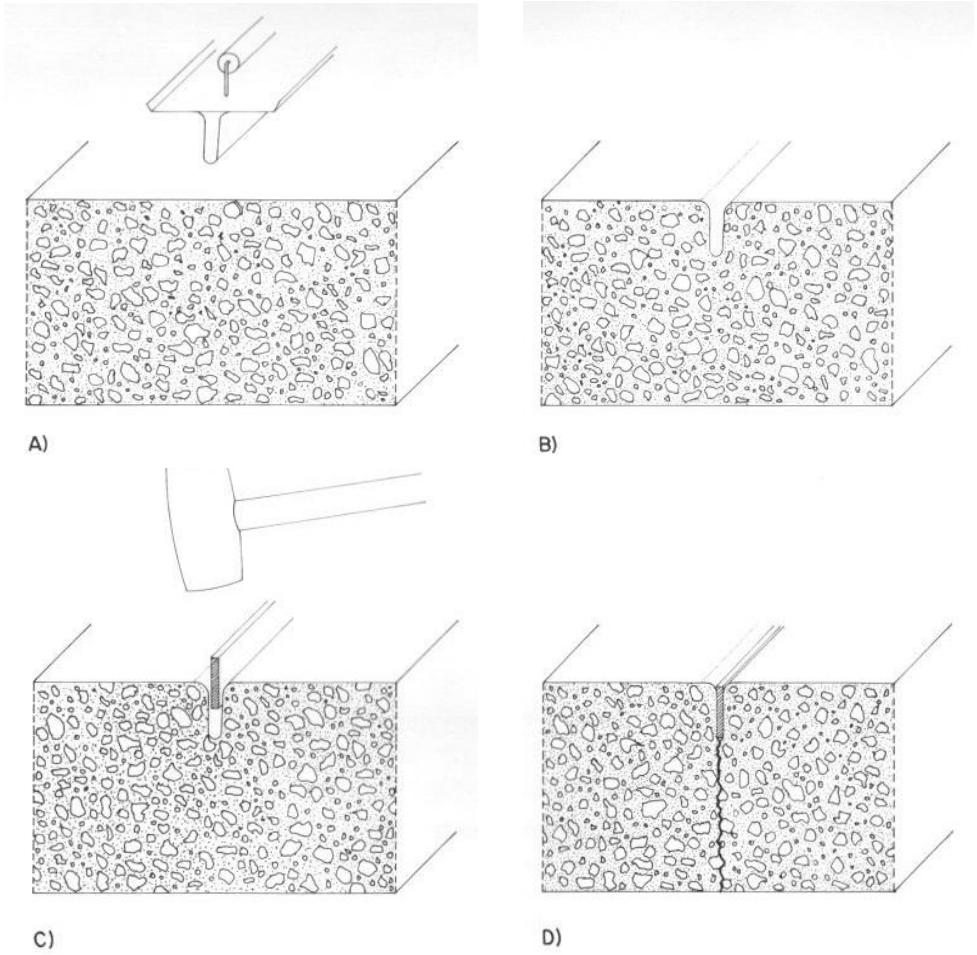
Actualmente se incluyen en algunas especificaciones, el cumplimiento de tolerancias en la ubicación final de las barras.

- Máxima traslación: +/- 25 mm
- Maxima desalineación: < 2%



EJECUCIÓN: JUNTAS DE CONTRACCIÓN EN FRESCO

SOLO APLICABLE EN VÍAS DE BAJA VELOCIDAD – CUANDO SE DIFICULTA O NO ES POSIBLE LA REALIZACIÓN DEL ASERRADO



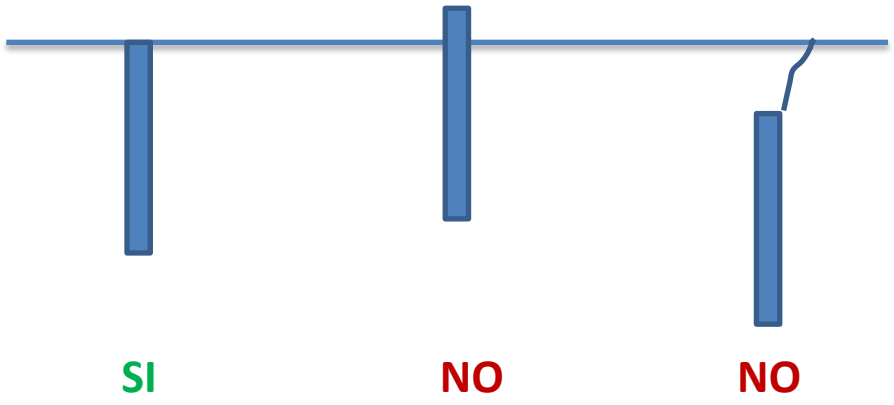
EJECUCIÓN: JUNTAS DE CONTRACCIÓN EN FRESCO

SOLO APLICABLE EN VÍAS DE BAJA VELOCIDAD – CUANDO SE DIFICULTA O NO ES POSIBLE LA REALIZACIÓN DEL ASERRADO

← Planchuela para efectuar ranura en hormigón fresco.

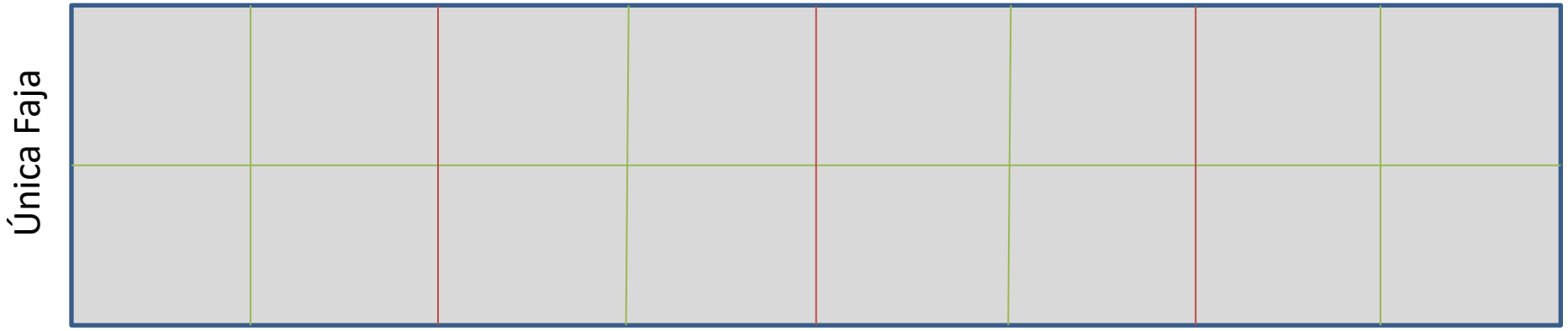
- El largo de la planchuela y del inductor debe ser del ancho del carril.
- Inductor (perdido):
  - Altura: 1/3 del espesor de calzada.
  - Espesor sugerido: 3-5 mm
  - Material: chapadur, MDF o similar.

- El inductor debe ubicarse a nivel del pavimento terminado.
- Si se ubica por encima dificultará la terminación final.
- Si se ubica rehundido, puede provocar una junta imperfecta por la inducción de una fisura superior.

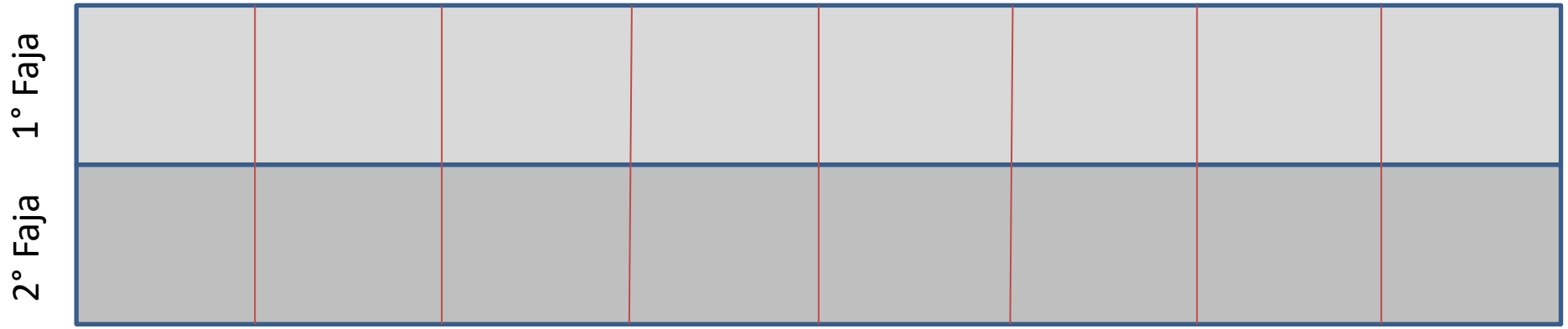


EJECUCIÓN: JUNTAS DE CONTRACCIÓN EN FRESCO

Condición de exigencia temprana baja / normal :

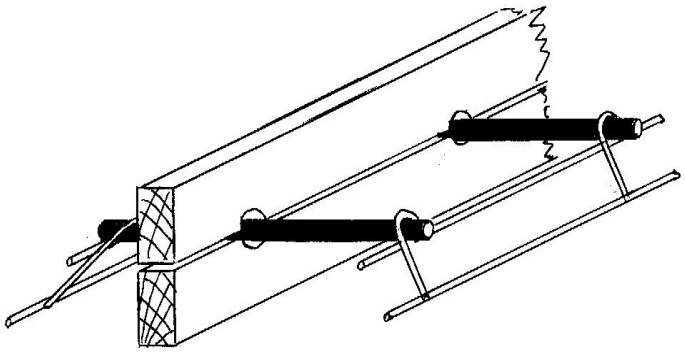


Condición de alta exigencia temprana:



Junta en estado fresco (por Inducción) Junta aserrada

EJECUCIÓN: JUNTAS TRANSVERSALES DE CONSTRUCCIÓN



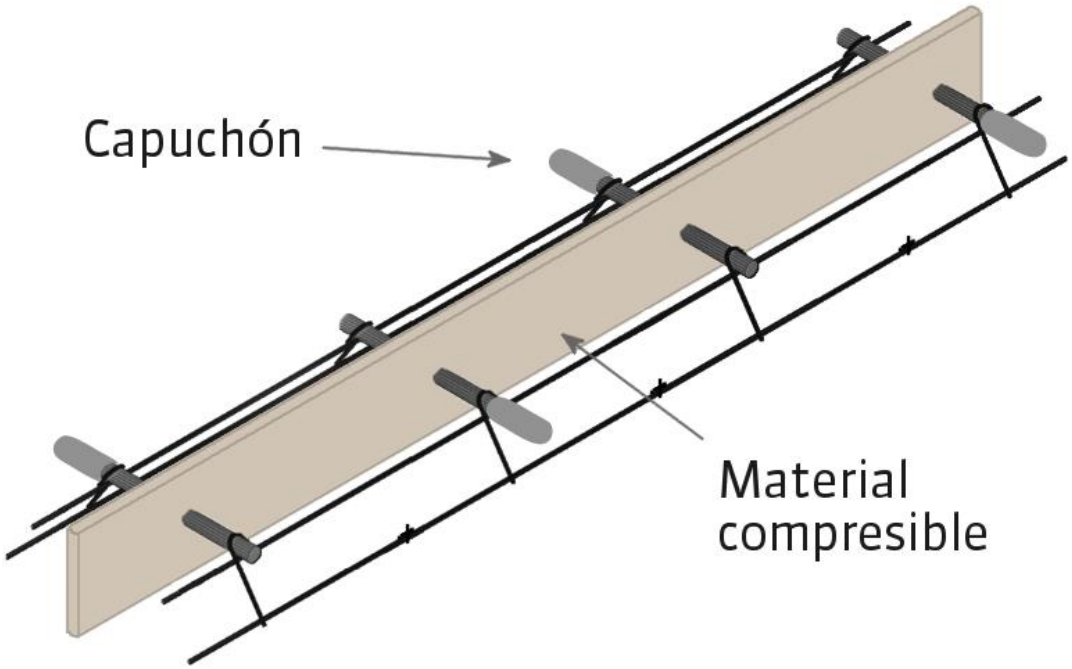
EJECUCIÓN: JUNTAS TRANSVERSALES DE CONSTRUCCIÓN

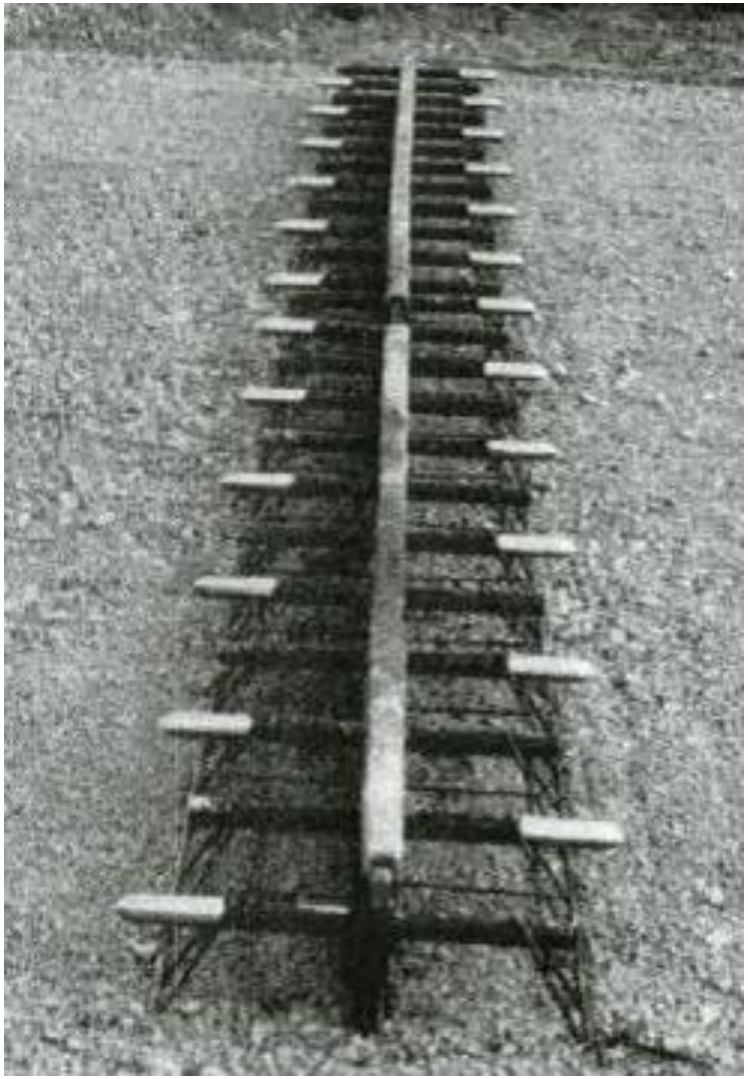
EJECUCIÓN: JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCIÓN

EJECUCIÓN: JUNTAS LONGITUDINALES DE CONSTRUCCIÓN

Para minimizar el riesgo de aparición de fisuras por simpatía en juntas longitudinales de construcción, se recomienda la aplicación de un trozo de film de polietileno de 50 cm de largo aproximadamente, sobre el borde del pavimento de la faja anterior y en coincidencia con las juntas transversales. Para evitar que el film se desplace durante la ejecución, se debe encontrar convenientemente lastrado o adherido, mediante la aplicación previa de grasa o asfalto.

EJECUCIÓN: JUNTAS TRANSVERSALES DE DILATACIÓN





EJECUCIÓN: JUNTAS TRANSVERSALES DE DILATACIÓN

Errores presentes en este armado:

1. El telgopor NO es un material apto para relleno (porque no tiene memoria elastica)
2. El capuchón debe ocupar solo 5cm sobre el pasador.
3. El pasador no debe estar lubricado con grasa
4. El canasto debe estar soportado desde sus extremos para que tenga mayor estabilidad.
5. El capuchón debe llevar un tapón y tener un relleno interior que garantice una carrera libre de al menos 2 cm.

TRAMO DE PRUEBA

- Antes de iniciarse la puesta en obra de los pavimentos de hormigón, se debe ejecutar el Tramo de Prueba.
- El mismo tiene por objetivo **efectuar los ajustes y/o correcciones en la Fórmula de Obra** y **verificar todos los procesos desde la dosificación hasta el aserrado de juntas**, en su conformidad con las exigencias del liego de Especificaciones Técnicas Generales y del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares correspondiente.
- El Tramo de Prueba **debe realizarse con anticipación a la fecha de inicio de las obras prevista** por el Plan de Trabajo del Contratista**. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados**.

TRAMO DE PRUEBA

- El Tramo de Prueba se debe realizar sobre una longitud no menor a la definida por el Supervisor de Obra, **nunca menor a cien metros (100 m)**.
- El Tramo de Prueba puede ser ejecutado sobre la calzada de hormigón principal, o bien sobre calzadas complementarias a la misma (colectoras, carriles auxiliares, etc.).
- El Supervisor de Obra puede solicitar la ejecución de otros ensayos además de los indicados en los pliegos si se consideran necesarios.
- Los mencionados ensayos se realizarán in-situ, sobre muestras de hormigón fresco y/o sobre testigos extraídos.

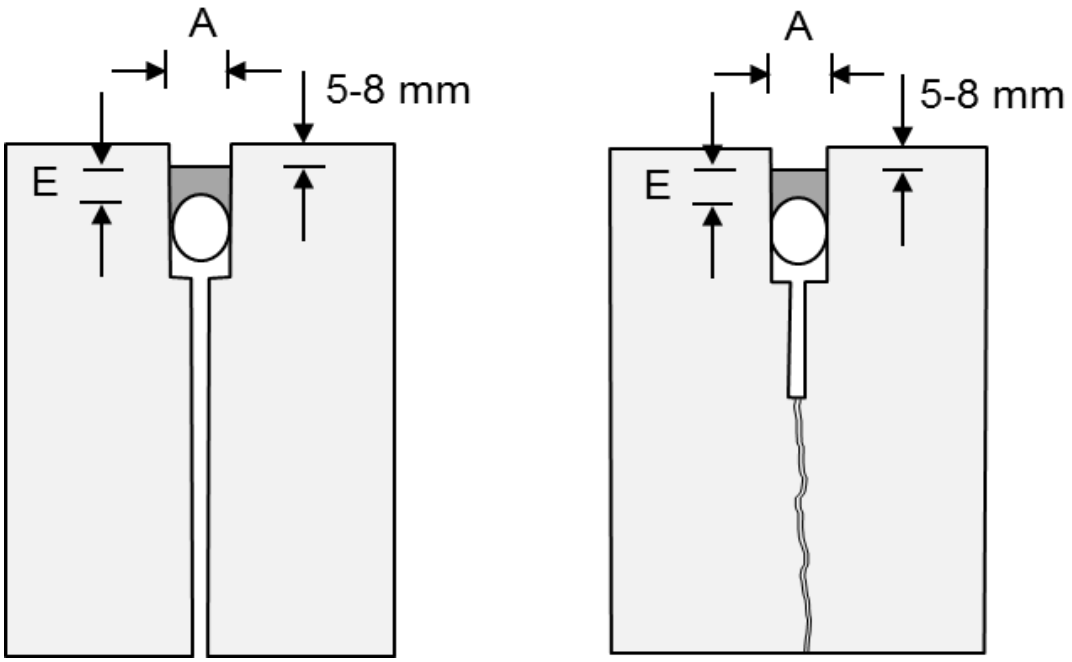
SELLADO DE JUNTAS

Selladores líquidos

- Su buen desempeño depende también de la adherencia a largo plazo con las cara de la junta.
- Trabajos previos a su colocación: lavado, arenado y soplado
- Diferentes tipos: Aplicación en frío o en caliente, de uno o dos componentes y Autonivelantes o de terminación con herramienta.
- Requieren de la aplicación de un cordón de respaldo.
- Se respetará el “Factor de Forma”, según material de sellado (FF=E/A): Materiales en caliente FF = 1, Silicona FF = 0,5.
- Vida útil esperable: materiales en caliente: 3 a 5 años, silicona: 10 a 15 años.

SELLADO DE JUNTAS

Esquema de cajeado y sellado para una junta de construcción (izquierda) y junta de contracción (derecha)

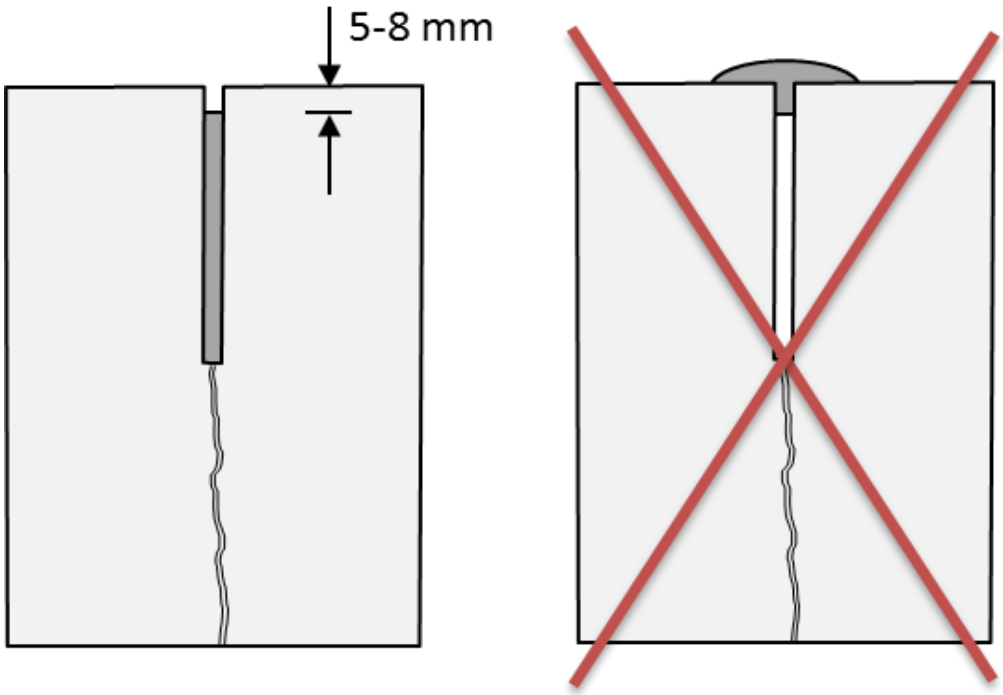


En la junta se le realiza un cajeo que permite que el sello cuente con un ancho suficiente como para absorber las elongaciones y compresiones a las que estará sometido en servicio.

SELLADO DE JUNTAS

En ocasiones, en obras de pavimentos urbanos se prescinde de las tareas de cajeado y se realiza el relleno de las juntas con el material de sello.

Esta opción, si bien no es la más recomendada, ya que no respeta el factor de forma más apropiado para el material, podría considerarse como aceptable, siempre y cuando el material de sello no alcance la superficie. En el caso que así lo hiciera, se sugiere eliminar toda saliente, dado que impacta negativamente en el confort del usuario.



SELLADO DE JUNTAS

Limpieza:

- La limpieza es por lejos la tarea más importante en el sellado de juntas. Para la mayoría de los selladores líquidos, los distintos fabricantes recomiendan esencialmente los mismos procedimientos.
- El objetivo es eliminar en forma integral todo resto de lechada de cemento, compuesto de curado y demás materiales extraños y de mejorar la adherencia a las paredes de la junta.

1º Paso: Hidrolavado (solo si el cajeado es mediante aserrado húmedo)

- Objetivo: Eliminar los restos de material fino producto de las tareas de aserrado
- La presión de agua deberá ser de 5 a 7 kg/cm^2.
- Se recomienda aplicarlo inmediatamente después del aserrado secundario (cajeado).

SELLADO DE JUNTAS

2º Paso: Arenado (solo si el cajeado es mediante aserrado húmedo)

- Objetivo: Alcanzar una textura rugosa en las caras de la junta para mejorar la adherencia del sellador a las paredes de la junta.
- El arenado no debe efectuarse dirigiendo la boquilla directamente a la junta.
- La boquilla debe sostenerse en ángulo cercana a la junta para limpiar los 25 mm superiores de la caja.
- Deberán efectuarse una pasada por cada pared del reservorio para alcanzar buenos resultados.

SELLADO DE JUNTAS

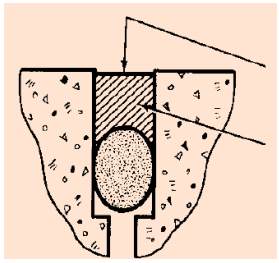
3º Paso: Soplado (única operación de limpieza si el cajeado es en seco)

- Objetivo: Eliminar restos de arena, suciedad y polvo de la junta y de la superficie del pavimento, provistos por la tarea anterior o el propio tránsito de obra.
- Presión recomendada 6kg/cm^2.
- Deberá aplicarse en lo posible justo antes de proceder a la instalación del cordón de respaldo y sellado.
- Se debe repetir la limpieza con chorro de aire en aquellas juntas que han quedado abiertas durante la noche o por períodos prolongados.

SELLADO DE JUNTAS

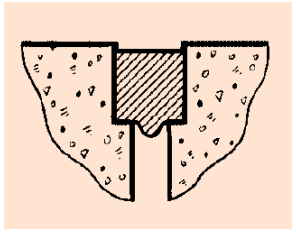
Colocación del material de respaldo

- Impide el contacto del sellador con el fondo de la caja y permite alcanzar el factor de forma especificado.
- Optimizar la cantidad de sellado utilizada, minimizando las pérdidas de material en el fondo de la junta.
- Diámetro: mínimo 25 % mayor que ancho de caja (no estirar)
- Se coloca con un herramienta especial (rueda), que posiciona el cordón a la profundidad necesaria



A nivel de la superficie

No respeta el FF



Adherido al fondo de la caja

QUE NO HACER

SELLADO DE JUNTAS

Recomendaciones

• Las juntas deben estar limpias, secas y libres de agua y hielo.

• No efectuar la colocación con temperaturas por debajo del punto de rocío.

• Suspender la colocación frente a cualquier inclemencia climática. Verificar el estado de las juntas previamente al reinicio de las tareas.

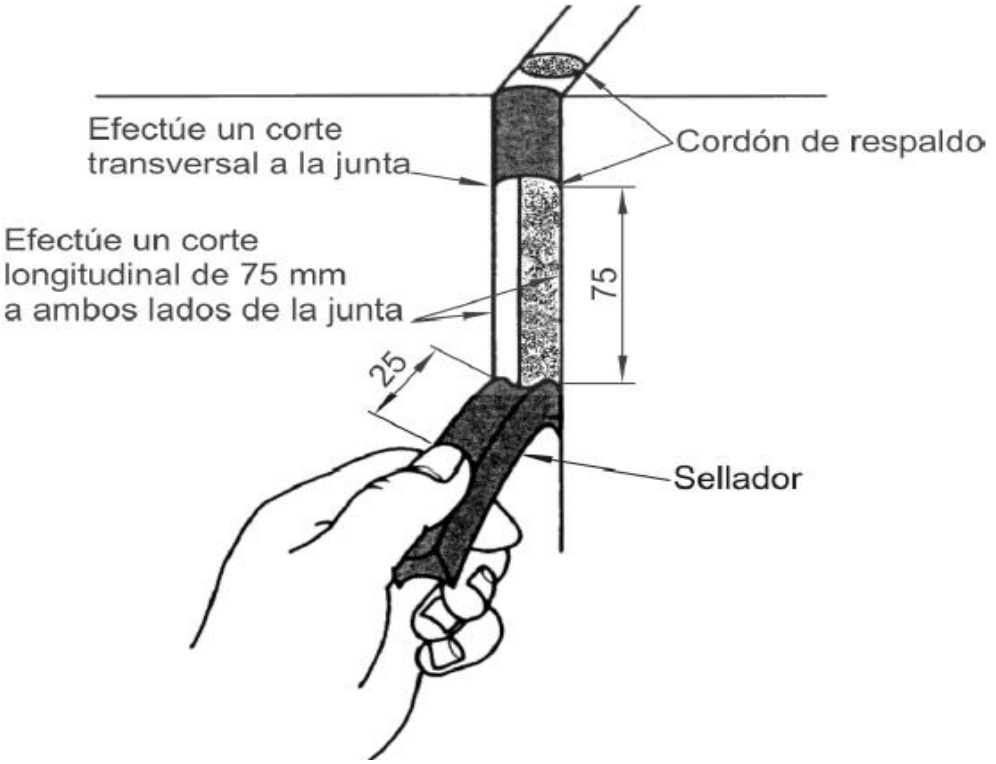
• Antes de comenzar los trabajos de sellado, se recomienda efectuar la instalación en una sección de ensayo con la metodología y equipamiento propuesto.

• Evaluar la metodología propuesta mediante un ensayo de adherencia in situ.

SELLADO DE JUNTAS

Ensayo de adherencia

- Efectuar un corte transversal a la junta de una cara a la otra.
- Efectuar dos cortes longitudinales de 75 mm de longitud a ambos lados de la junta.
- Efectuar una marca a 25 mm de distancia según se ilustra.
- Tomar firmemente el sello, más allá de la marca efectuada y tirar a un ángulo de 90º.



- El resultado es satisfactorio (pasa) cuando la marca de 25 mm se elonga hasta 100 mm sin que exista pérdida de adherencia.
- Si se encuentran sellados distintos substratos, verificar la adherencia con ambos substratos en forma separada. (Se extiende el corte longitudinal de un lado de la junta para verificar la adherencia con el lado opuesto).

SELLADO DE JUNTAS

ING. DIEGO H. CALO
Departamento Técnico de Pavimentos
Coordinador
diego.calo@icpa.org.ar

Líderes en Innovación y Transferencia Tecnológica

Instituto del Cemento Portland Argentino