

GUÍA TÉCNICA DE INTERVENTORÍA PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTO DE CONCRETO

CONSORCIO INTERVENTORIA

CALLE 30-2020



1. OBJETO

Esta guía es una herramienta que facilita el seguimiento y control que se realiza por parte de la interventoría, ya que se organizan los factores que hay presentes dentro de la construcción del pavimento de concreto hidráulico; todo esto se realiza teniendo en cuenta la normatividad de las especificaciones generales de INVIAS.

A continuación, se presentan las diferentes actividades que contempla la construcción del pavimento de concreto hidráulico

2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico es la primera actividad que se realiza para examinar y describir las características físicas del terreno, en este caso es el pavimento existente y pues es necesario conocer cuáles son las dimensiones reales y no las que se proyectaron en plano, el acompañamiento que se debe hacer, es el de tener conocimiento de las carteras que se crean a partir del levantamiento y tener en cuenta que se realice dentro del tiempo del cronograma.

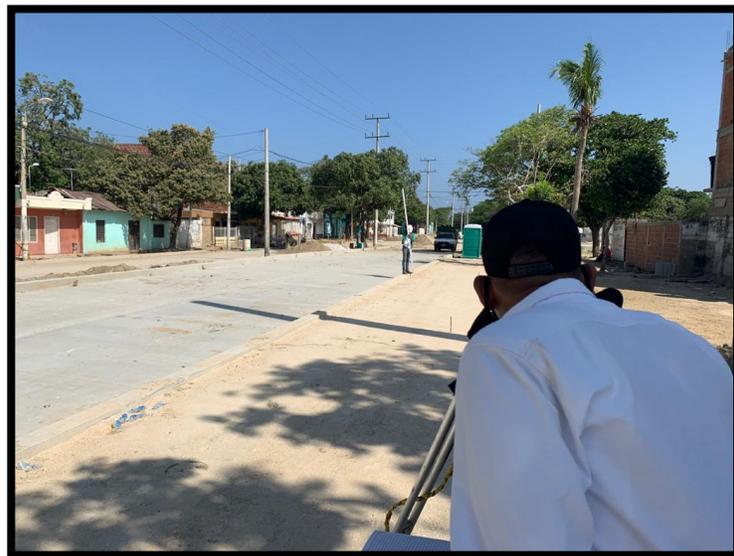


Figura 1. Levantamiento topográfico

3. DEMOLICION DE PAVIMENTO

La demolición del pavimento existente es la segunda actividad que encontramos para la construcción del nuevo pavimento, esta puede ser realizada con una retroexcavadora, excavadora o un minicargador, esto queda a decisión del contratista, pero siempre se debe tener en cuenta el rendimiento de cada uno para poder cumplir con el tiempo estipulado en el cronograma para ejecutar la actividad



Figura 2. Retroexcavadora demoliendo pavimento flexible con la pala



Figura 3. Retroexcavadora demoliendo pavimento rígido con taladro

GUÍA TÉCNICA DE INTERVENTORÍA PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO



Figura 4. Excavadora demoliendo pavimento rígido con la pala



Figura 5. Minicargador demoliendo pavimento rígido con taladró

Para el avance de la actividad, se debe tener en cuenta la unidad de medida que se haya pautado en el presupuesto, teniendo esto presente se le hace el seguimiento con apoyo de las carteras topográficas, tomando las dimensiones que se necesitan de acuerdo a lo que se ha observado que se ha ejecutado en obra, por ejemplo, si la unidad de medida esta en m², se tomara el ancho promedio de la carril o la calzada y el largo que se haya

4. RENIVELACION Y COMPACTACIÓN DE LA SUBRASANTE

observado que se ha demolido y así se obtendrá los m² que se han intervenido y se podrá calcular el avance de la actividad con relación a lo presupuestado, si hay una dimensión que no esté dentro de la cartera, se hará la medición con cinta métrica o metro.

La sub rasante es el suelo natural que encontramos en el terreno, su capacidad de soporte es muy baja por lo tanto hay que remplazarla con material seleccionado que es lo que se conoce como la estructura del pavimento.



Figura 6. Estructura Pav. flexible

Figura 7. Estructura Pav. rígido

Así que antes de iniciar la actividad es necesario conocer los diseños y las especificaciones de la estructura del pavimento, para saber cual es profundidad a la cual se debe excavar; esta actividad es realizada con una retrocargadora debido a los grandes volúmenes de tierra que hay que excavar.

La topografía es necesaria antes y durante la actividad, debido a que antes de iniciar se necesita hacer la localización y el replanteo, la cual consiste en colocar unas varillas que se encuentren en los ejes que ya se establecieron para la vía en el levantamiento topográfico, luego se tensa un hilo entre las varillas y luego se aplica cal a lo largo del hilo ya sea con un recipiente de pintura con orificios u otra herramienta.



Figura 8. Trazado de los ejes de la vía con cal.

Una vez trazado los límites se comienza la excavación y la nivelación con la retrocargadora en compañía de la topografía para el chequeo de las cotas de diseño, a la vez esto se debe supervisar por parte del ingeniero interventor para tener conocimiento de que efectivamente se esté respetando el diseño y además para revisar las condiciones del suelo y revisar si se cuenta con alguna alteración en este de acuerdo a los estudios realizados o algún tipo de falla.



Figura 9. Nivelación de la sub rasante con la retroexcavadora



Figura 10. Chequeo de cotas con nivel topográfico

Luego de que se haya chequeado que el terreno está en el nivel requerido se procede a humectarlo y luego a compactarlo para mejorar su capacidad portante.



Figura 11. Humectación con carrotanque



Figura 12. Compactación de la subrasante con vibro compactadora de dos rodillos

5. COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE SUB BASE

Terminada la actividad de nivelación y compactación de la sub rasante, se procede con la conformación de la sub base, que es la capa de la estructura del pavimento destinada a soportar, disipar y distribuir las cargas aplicadas en la superficie de rodadura para luego transmitir las con menores esfuerzo a la capa de subrasante.

El transporte se deberá realizar en vehículos aprobados para circular sobre las carreteras nacionales, los cuales deberán cumplir la reglamentación vigente sobre pesos y dimensiones del Ministerio de Transporte, así como las normas sobre protección ambiental, expedidas por la entidad que tenga la jurisdicción respectiva.



Figura 13. Doble troque, vehículo aprobado en Colombia para el transporte de material

Llegado el material se examinará el descargue del material y se ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Así mismo, se ordenará que se acopien por aparte aquellos que presenten una anomalía evidente de aspecto, como distinta coloración, plasticidad o segregación y se realizará las verificaciones periódicas de la calidad de los agregados para evaluar de que se esté aplicando el agregado que se estipulo en los diseños de la estructura del pavimento.



Figura 14. Descargue de material seleccionado para sub base

La extensión del material se puede realizar con minicargador o con la retocargadora, el espesor de subbase compactada por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se deberá colocar en dos o más capas, procurándose que el espesor de ellas sea sensiblemente igual y nunca inferior a cien milímetros (100 mm)

Antes de realizar la extensión del material, la topografía se encargará de colocar unas guías para así cumplir con el espesor de las capas, este procedimiento consta de primero hacer un trazado de los ejes externos y central con varillas separadas entre 50 a 100 metros, se tensa un hilo entre las varillas y luego se colocan unas estacas a una distancia de 5 o 10 metros a lo largo de esta, las estacas se colocan hasta la cota que debe llegar la capa de subbase, chequeándose con el nivel topográfico.

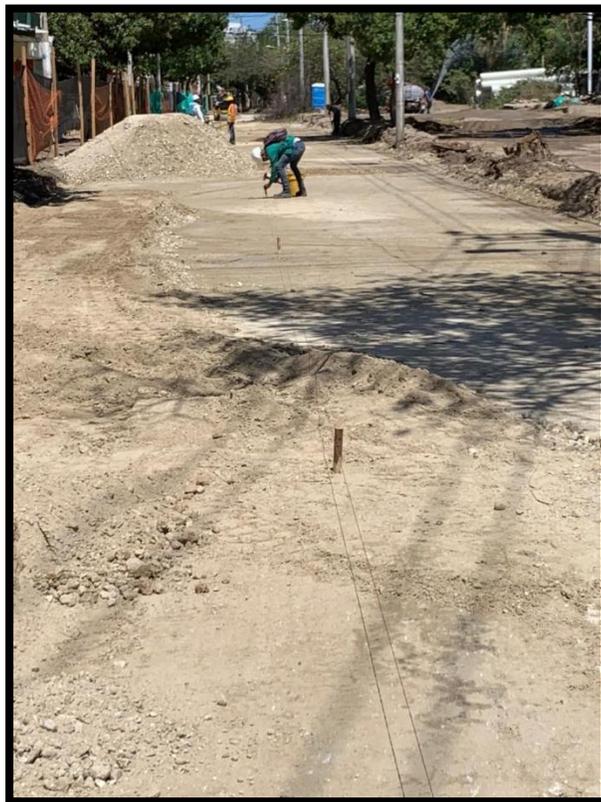


Figura 15. Colocación de las estacas guías sobre el eje central de la calzada



Figura 16. Chequeo de cota de las estacas guías con la regla y el nivel topográfico

Luego de que las estacas estén colocadas, el operador de la maquina puede proceder a extender el material hasta el nivel que le marcan las guías.



Figura 17. Extensión de material con retocargadora

GUÍA TÉCNICA DE INTERVENTORÍA PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO



Figura 18. Extensión del material con minicargador

Terminado de extender el material se prosigue a humectarlo y a compactarlo.



Figura 19. Humectación del material extendido para subbase

Para la compactación se recomienda esperar un tiempo luego de humectarlo debido a que cuando existe mucha humedad y se pasa el compactador se presentan ondulaciones en el terreno, presentando inconsistencias en el nivel de la subbase.



Figura 20. Compactación de la capa de sub base

Una vez terminado la primera capa se repite de nuevo todo el procedimiento para la segunda capa.

6. ACTIVIDADES PRE- FUNDIDA

La planeación y la ejecución de las actividades previas a la fundida, tienen mucha importancia para la ejecución del pavimento dentro del tiempo cronogramado, ya que, si no se cuenta con el cumplimiento de las especificaciones, como interventoría no se podrá recibir las actividades que se ejecuten, generando así retrasos en la actividad y por consiguiente en la obra.

Teniendo la capa de subbase compactada se procede a realizar el ensayo para medir la humedad y la compactación y así rectificar que cuenta con la densidad específica de diseño.



Figura 21. Toma de densidad de subbase con densímetro nuclear

Luego se inicia con el armado de formaletas para las placas de concreto, se inicia nuevamente con la topografía, colocando varillas separadas entre si cada 5 o 10 metros sobre los ejes del primer carril; Se coloca la regla encima de la varilla y se toma el nivel en que se encuentra, se coloca un esparadrapo o una cinta blanca en la cota requerida para la capa de rodadura y con un marcador se señala en la cinta el nivel, de esta manera con las todas las varillas, luego se amarra un hilo en la marca y se tensa hacia la otra varilla y así sucesivamente para tener una guía del nivel que deben ir las formaletas.



Figura 22. Varilla con hilo tensionado a nivel marcado en la cinta.



Figura 23. Armado de formaletas a nivel marcado por el hilo

Se debe inspeccionar que las formaletas estén en óptimas condiciones y que no cuenten con curvaturas, además estas deben ser las adecuadas para las dimensiones de la placa a fundir y de que cuenten con perforaciones en los costados a la distancia que se necesitan colocar las barras de transferencia.

Una vez colocadas las formaletas se debe revisar el nivel del terreno con respecto a las formaletas para chequear que se cumpla con el espesor de diseño para la capa de rodadura.

Esto se puede realizar tensando un hilo entre las formaletas (ancho de carril) con la ayuda de dos personas o amarrando el hilo a los extremos con dos piedras, si se cuenta con una regla de aluminio el procedimiento es mas sencillo de realizar colocándola sobre las formaletas, cualquiera de las dos opciones nos brinda el nivel de las formaletas a lo largo del carril, permitiendo medir con un metro el espesor con respecto al terreno, esto se realiza cada 3 o 5 metros, a consideración del interventor.

Si el espesor no cumple con el de diseño se debe renivelar el terreno hasta llegar al nivel requerido.



Figura 24. Chequeo de espesor con regla sobre formaleta y pavimento existente



Figura 25. Chequeo de espesor con hilo tensionado sobre formaletas y renivelación de sub base

Al mismo tiempo también se deben ir haciendo todas las actividades relacionadas con el acero.

Las dovelas hacen parte de estas actividades, estas deben ser barras de acero redondas y lisas que estén separadas homogéneamente unas de otras y colocadas a la mitad del espesor de la placa, todo esto con ayuda de las canastillas, están colocadas a lo ancho del carril y en las juntas transversales del carril, el diámetro de la barra será según las especificaciones técnicas del proyecto.



Figura 26. Canastillas con dovelas engrasadas a la mitad en dirección del flujo vehicular, separadas 30cm de las barras de transferencia para libre movimiento dentro de la placa



Figura 27. Dovelas ubicadas en las juntas transversales de la calzada

GUÍA TÉCNICA DE INTERVENTORÍA PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO



Las barras de anclaje o amarre, son varillas de acero de refuerzo corrugado colocadas en las juntas longitudinales del pavimento y a la mitad del espesor, para proveer unidad estructural entre las losas adyacentes del pavimento y evitar que la junta longitudinal se separe, además deben estar separadas entre 30 a 50 cm de las juntas transversales, para no intervenir con el libre movimiento de las dovelas.

Estas deben estar espaciadas según las especificaciones técnicas del pavimento, así como su diámetro y el largo, sin embargo, se presenta la siguiente tabla como referencia para el seguimiento de las barras de amarre.

Tabla 1. Recomendación para las barras de anclaje

Espesor de losa (cm)	Barras de d = 3/8 pg.			longitud (cm)	Barras de d = 1/2 pg.			longitud (cm)	Barras de d = 5/8 pg.			
	longitud (cm)	Separación entre barras según carril (cm)			longitud (cm)	Separación entre barras según carril (cm)			longitud (cm)	Separación entre barras según carril (cm)		
		3.05 m	3.35 m			3.65 m	3.05 M			3.35 m	3.65 m	3.05 M
Acero de $f_y = 1875 \text{ kgf/cm}^2$ (40.000 Psi)												
15.0	45	80	75	65	60	120	120	120	70	120	120	120
17.5		70	60	55		120	110	100		120	120	120
20.0		60	55	50		105	100	90		120	120	120
22.5		55	50	45		55	85	80		120	120	120
25.0		45	45	40		85	80	70		120	120	120
Acero de $f_y = 2.800 \text{ kgf/cm}^2$ (60.000 Psi)												
15.0	65	120	110	100	85	120	120	120	100	120	120	120
17.5		105	95	85		120	120	120		120	120	120
20.0		90	80	75		120	120	120		120	120	120
22.5		80	75	65		120	120	120		120	120	120
25.0		70	65	60		120	115	110		120	120	120

Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías de bajos, medios y altos volúmenes de tránsito (2008, p.95)



Figura 28. Barras de anclaje colocada en las formaletas, con concreto fraguado lo suficiente para mantener las barras en su posición



Figura 29. Revisión del espaciamiento entre las barras de acuerdo a las especificaciones técnicas del pavimento

Cuando se esté realizando la ejecución de un pavimento que cuente con un carril existente, se tendrá en cuenta las mismas consideraciones, sin embargo, la instalación de las barras se realizara con perforaciones en el pavimento existente con el equipo adecuado a las especificaciones del pavimento y se anclara con epóxico siguiendo las indicaciones del producto a utilizar



Figura 30. Perforación en pavimento existente para anclaje de barras de amarre



Figura 31. Anclaje de barras de amarre con epóxico Sika

Se continua con el refuerzo de acero como sistema para controlar la aparición o el ensanche de grietas en las losas que cumplan algunas de las siguientes características

- Para losas con longitud de mayor dimensión de planta superior a 24 veces del espesor de la misma.



Figura 32. Refuerzo para losa con longitud 24 veces mayor al espesor

- Losas con relación largo/ancho mayor que 1.4



Figura 33. Placa con largo 1.4 mayor que el ancho

- Cuando una estructura fija quede en el interior de una losa se debe poner refuerzo en la parte superior para dar control a las fisuras causadas por falta de simetría.



Figura 34. Doble parrilla para tapa de manhole

- Losas con aberturas en su interior para acomodar elementos tales como pozos de inspección o sumideros



Figura 35. Refuerzo para la placa con manhole en su interior

- Losas en cuales no coinciden las juntas con las de las losas adyacentes
- Losas de forma irregular es decir diferentes a las cuadradas o rectangulares.



Figura 36. Losa triangular para los cruces en las boca-calles.

Dentro de las imágenes mostradas anteriormente, el acero se encontraba en el suelo puesto que estaba siendo armado, pero el acero debe quedar a la mitad del espesor del pavimento, esto se logra utilizando silletas que permiten fijar la altura del refuerzo de la placa.



Figura 37. Silletas para la altura del refuerzo de acero

El acero de refuerzo de las losas estará constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (f_y) de 420 MPa (4200 kg/cm²). Todos los detalles del refuerzo, como cuantía, distribución, localización, etc., deberán quedar claramente definidos en los documentos técnicos del proyecto.

Por último, se deben también realizar el corte de acero para las barras U para los bordillos.



Figura 38. Varilla U para bordillo

**7. FUNDIDA DE
CAPA DE
RODADURA**

Una vez realizada todas las actividades previas a la fundida se procede a ejecutar la fundida de la capa de rodadura del pavimento que es la capa superior del mismo, diseñada para soportar las cargas del transito y resistir tanto el deslizamiento de los vehículos como la abrasión que estos pueden producir.

Así que teniendo preparada la subestructura, verificado su densidad y las cotas del terreno definidas en el diseño, se inicia con la colocación del concreto del tramo que se intervino; Debido a las cantidades que se funden, esta actividad se realiza normalmente con una concretera encargada de suministrar el concreto a través de los mixer, los cuales son camiones especiales para el transporte de concreto, desde la concretera hasta el punto de entrega, por lo tanto es necesario programar con anterioridad la cantidad de concreto a fundir y el horario en el cual se va realizar.



Figura 39. Camión mixer

Una vez llegan los mixer a la obra, se deben realizar unos ensayos a la mezcla de concreto antes de hacer el vaciado para poder rectificar que el concreto cumple con las normas de calidad.

El primer ensayo a realizar es la norma INV.E-404-13 “Asentamiento del concreto de cemento hidráulico” la cual mide el contenido del agua y esto a la vez se refleja en la resistencia del concreto; El ensayo consiste en muestra de la mezcla de concreto y consolidarla en un molde tronco-cónico, al levantar el molde, el cono de concreto se desploma, luego se mide la distancia vertical entre las posiciones inicial y final de la superficie superior del concreto en su parte central y este valor se denomina asentamiento



Figura 40. Asentamiento a muestra de concreto del mixer

El segundo ensayo a realizar es el de la norma INV E – 402 -13 “Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio para ensayos de compresión y flexión” la cual consiste en realizar unos especímenes bajo los procedimientos establecidos en la norma bajo un control de los materiales y de las condiciones del ensayo.



Figura 41. Cuatro especímenes para luego realizar pruebas de compresión y flexión



Figura 42. Curado de las viguetas

Se procede a realizar el vaciado del concreto, pero antes de hacerlo se humedece el terreno, evitando formar charcos, luego con la cuadrilla se comienza extender el concreto de manera uniforme y así evitar que se acumule montículos en un solo punto, además, se debe tener cuidado con las dovelas, puesto que, si no se sujetan, el peso del concreto puede desplazarlas de su sitio.



Figura 43. Vaciado del concreto

Al mismo tiempo que se va descargando y extendiendo el concreto se realiza el vibrado para sacar el aire que quede atrapado, y que se acomode mejor el agregado.



Figura 44. Vibrado con regla vibratoria



Figura 45. Vibrado con vibrador de punta

De igual forma se debe ir enrasándolo para asegurar una superficie libre de irregularidades y evitar desniveles en el pavimento.



Figura 46. Enrasado con regla de aluminio

Luego se prosigue con el acabado superficial del concreto, comenzando con el flotado del concreto para terminar de pulir las imperfecciones en la superficie como los poros.



Figura 47. Acabado superficial con flotador

Los acabados superficiales contra elementos adyacentes como formaletas y otros carriles deberán hacerse con herramienta manual así mismo se corrige las imperfecciones dejadas en sobre la superficie del flotado



Figura 48. Acabado contra elementos adyacentes con llana

Realizado el flotado del concreto, se procede a colocar las varillas de refuerzo “U”, espaciando las varillas según el diseño y ubicándolas teniendo en cuenta el ancho de los bordillos, para que una vez se funda el bordillo, el acero cuente con el mismo recubrimiento de ambos lados; Esto se realiza mientras el concreto aún permanece blando.



Figura 49. Colocación de varillas U para bordillo

Luego de contar con una superficie libre de imperfecciones y antes de que comience a fraguar el concreto, se debe hacer el macro texturizado con la finalidad de crear varios canales de drenaje sobre la losa para evacuar el agua superficial.



Figura 50. Rayado del concreto con peine metálico

GUÍA TÉCNICA DE INTERVENTORÍA PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO



Finalizado el texturizado, debe iniciar el proceso de curado del concreto, para mantener las condiciones de humedad y temperatura de la mezcla, con el fin de evitar fisuración del mismo debido a cambios volumétricos y por lo tanto, problemas que afecten la durabilidad del pavimento; Este tipo de curado es con productos químicos, conocidos como anti-sol.



Figura 51. Aplicación de anti-sol

Luego de las tareas de hormigonado, los camiones mixer requieren un pronto lavado para impedir que, los restos de hormigón almacenados en su interior, endurezcan y causen daños a los vehículos y dificulten las tareas de limpieza posteriores, es por ello, que el lavado de las canaletas de los camiones se produce dentro del sitio de construcción, para ello es necesario asignar un sitio para el emplazamiento de la pileta de secado.

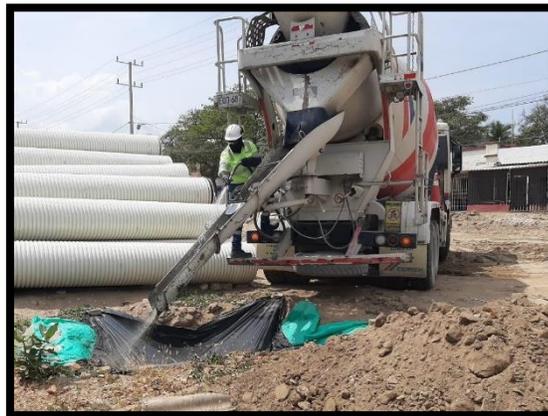


Figura 52. Lavado del mixer en sitio preparado para las aguas con residuo de concreto

8. ACTIVIDADES POST- FUNDIDA

Las actividades post fundidas son esenciales para la durabilidad y buen funcionamiento de la capa de rodadura del pavimento, la primera actividad que se realiza es el desencofrado de las placas.



Figura 53. Desencofrado de placas

El corte de las juntas del pavimento de concreto es una tarea específica realizada con el fin de que las fisuras en el concreto se presenten en el lugar planeado o diseñado y permitir la retracción o dilatación del concreto por el cambio de la temperatura ambiente a lo largo del día, de no ejecutarse las juntas, se producirían espontáneamente fisuras de manera irregular; Se recomienda hacerlo usualmente entre 4 y 24 horas.



Figura 54. Corte de junta con cortadora de pavimento

También se realiza la hidratación de las placas para mantener las condiciones de humedad y temperatura que garanticen la completa hidratación del cementante y el desarrollo de su resistencia potencial. El curado temprano de las estructuras es un método apropiado para evitar fisuras por contracción plástica y por contracción por secado.



Figura 55. Humectación de placas con manguera



Figura 56. Humectación de placas con carro tanque

Por último, se realiza el sellado de juntas, que tiene como objetivo evitar la entrada de agua por las juntas, lo que podría afectar tanto los pasadores o barras de amarre como la capa de base del pavimento, a la que podría llegar a erosionar provocando el bombeo de finos por las juntas y el escalonamiento de las mismas por descalce de las losas, además, también impide la entrada de elementos incompresibles en las juntas que podrían provocar incluso roturas de esquina.

Lo primero que se debe realizar, es un lavado de las juntas, ya que se debe retirar toda partícula que quede en el momento del aserrado de la losa; La instalación del sello se deberá hacer una vez pasado los 21 a 28 días de haberse fundido el concreto; el material (cordón polietileno) no se debe estirar para evitar que al ponerse la silicona se extraiga y dañe el sellado, se introduce el polietileno con un rodillo y luego se aplica se sella con el sello fluido.



Figura 57. Colocación del cordón para las juntas

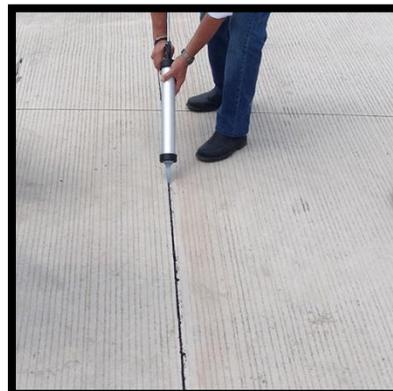


Figura 58. Aplicación del sello en la junta

Además de todas estas actividades se debe hacer la supervisión y el seguimiento de las placas del pavimento, para revisar que se cumplió con las especificaciones del mismo e identificar si se presentaron algunas fallas como se muestra a continuación.



Figura 59. Chequeo del espesor de la placa



Figura 60. Fisura en placa de concreto

Por último se debe llevar las el avance del pavimento fundido con las carteras topográficas, la inspección y medición en obra, para determinar las cantidades reales y además de que se esté cumpliendo con el cronograma.