



Ing. Alberto González Cuenca
e Ing. Eric Palos Jovani - VSL International.
Fotografías: VSL International.

GRANDES DISTANCIAS CON CERO FISURAS



Récord mundial en losas sin juntas. Centro de distribución de Nestlé, Chile, área total = 35.000 m²

POSTENSADO EN PAVIMENTOS Y PISOS INDUSTRIALES

Existen varios métodos para construir grandes superficies en concreto basados en el uso de alto contenido de armadura o fibras de refuerzo (acero o polipropileno) para limitar la fisuración a valores admisibles por el cliente o por normas. Se trata de procedimientos «reactivos», es decir, exclusivos para reducir daños, pues no incrementan la resistencia a flexión sino que limitan el ancho de fisura.

El postensado, método «proactivo» comprime el concreto a un valor superior a las tensiones que se producen en la más desfavorable combinación de acciones, neutralizando las tracciones ocasionadas por retracción de secado, gradientes térmicos y cargas de tráfico y/o estáticas; en consecuencia, se evita por completo grietas y fisuras.

Mientras que en un pavimento de concreto tradicional se obtiene la resistencia a flexión mediante refuerzos de acero, y el traspaso de corte en las juntas se realiza a través de barras o pasadores, se puede afirmar que en un pavimento de concreto postensado se obtiene la resistencia a flexión mediante la precompresión del concreto y el traspaso de corte por la continuidad de postensado, no siendo necesarias las juntas.

En este artículo se explicarán las clases de postensado según la tipología de cables, se darán parámetros de diseño básicos y se ofrecerá una visión general del método constructivo, las aplicaciones y ventajas de su uso en pavimentos y suelos industriales.

POSTENSADOS EMPLEADOS

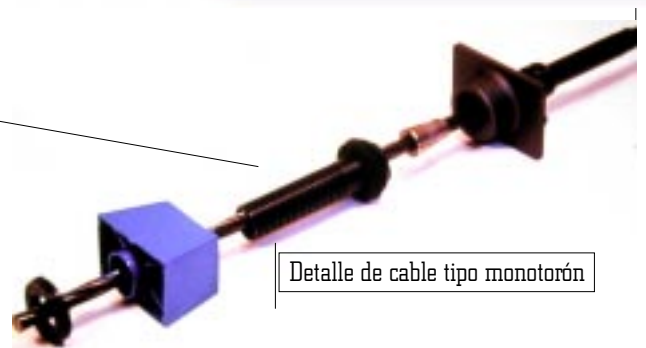
Lo mismo que para las estructuras postensadas, para los pisos o pavimentos existen dos posibles formas de introducir el preesfuerzo: una con sistemas de torones no adheridos y otra con torones completamente adheridos al concreto de la placa.

a) SISTEMAS NO ADHERENTES: NO HAY ADHERENCIA DEL ACERO DE POSTENSADO CON EL CONCRETO

Los cables usados en este sistema son tipo monotorón con diámetros de 0,5" o 0,6", los cuales presentan una capa de engrasado y un recubrimiento posterior con plástico o polietileno. Su principal ventaja es la limpieza y rapidez, porque no requiere inyecciones y preparaciones de lechadas.



Se aprecia el recubrimiento de los torones con polietileno y la ausencia de refuerzo convencional



Detalle de cable tipo monotorón

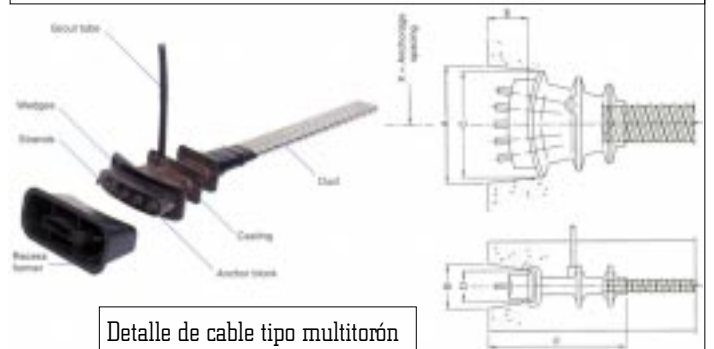
B) SISTEMAS ADHERENTES:

el acero de los cables postensados es adherido al concreto mediante inyecciones de lechadas agua-cemento.

Los cables usados pueden ser tipo monotorón o multitorón con torones de diámetros de 0.5" o 0.6". Este sistema requiere una inyección de lechada agua-cemento en el interior de los ductos que alojan los torones después de efectuar la transferencia o tensionamiento. Su ventaja radica en la alta capacidad de resistencia para grandes cargas.



Cables colocados por bandas. Se aprecia un tubo curvo perpendicular a la placa, por el cual se aplica la lechada que permitirá la adherencia entre cables y concreto



Detalle de cable tipo multitorón

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

La normativa de aplicación es generalmente la ACI 360 R92. Habitualmente se usan modelos de cálculo por elementos finitos apoyados sobre medio elástico continuo (coeficiente de balasto) para el diseño de estas estructuras. El análisis de postensado es estándar, con pérdidas adicionales de fricción pavimento-suelo.

ESQUEMA GENERAL DE CÁLCULO

Consideraciones

- Efecto térmico
- Efecto de fatiga
- Secuencia constructiva

ETAPA DE PRE-DISEÑO

Análisis de dos criterios básicos

- Comprobar que las tensiones en la cara inferior del pavimento no son suficientes para provocar fisuras tanto en la peor combinación de cargas como por diferencia de temperaturas entre la cara superior e inferior.
- Comprobar la capacidad del pavimento de soportar cargas repetitivas.

ETAPA DE DISEÑO

Recomendaciones especiales

*La fricción losa-suelo ($F_r = u * W$)*

Siendo u = coeficiente de fricción y W = peso

Valores típicos de u desde 1,0 hasta 0,2

Valor recomendado $u = 0,3$ para doble lámina de polietileno.

La transferencia de cargas del postensado.

Precarga a las 24 h de colocado el concreto, se realiza un primer tensado de cables en función de la resistencia determinada (aunque sea muy baja).

Carga final de postensado al tercer o cuarto día (cuando el concreto alcanza los 280 kg/cm² o 4.000 psi).

REQUISITOS TÉCNICOS

Los diseños de los pavimentos o pisos industriales deberán incorporar la información típica que un proyecto suele presentar:

1. Proceso constructivo: secuencia de vaciados de concreto, localización de juntas de tensado y constructivas.
2. Despiece del acero de refuerzo pasivo (usualmente de 1.0 a 2.0 Kg/m²).
3. Trazado y distribución de cables de postensado (pre-compresiones entre 1,0 hasta 2,5 Mpa)
4. Movimientos esperados de losas y dilataciones (0,4 a 0,6%)
5. Materiales, especificaciones técnicas y detalles

SU CONSTRUCCIÓN

1. PROCESO CONSTRUCTIVO:

- Preparación del suelo, mejoramiento de base y sub-base granular, estudiadas de acuerdo con las condiciones locales de cada proyecto
- Colocación o extendido de láminas de polietileno
- Instalación de cables a media altura y colocación del refuerzo en acero pasivo



Detalle de la distribución de cables sobre el piso

- Vaciado del concreto y acabado de acuerdo con la terminación deseada (es muy importante un buen vibrado en zona de anclajes para lograr un confinamiento adecuado). Se usan básicamente 2 procedimientos para el vaciado del concreto:
 - a) Fundición continua, que requiere equipos mecánicos sofisticados de gran capacidad con muy buena eficiencia para un trabajo muy rápido.
 - b) Fundición por bandas, con mayor acero de refuerzo pero con utilización de equipos convencionales



Proceso de fundición similar a los sistemas convencionales. Durante la fundición debe evitarse alterar la distribución de los cables.



Vibrado del concreto, mediante regla vibratoria



Detalle de un piso fundido por bandas intercaladas. Las juntas de construcción se cierran en el momento en que los cables son postensados

- Curado del concreto y/o tratamientos superficiales, de acuerdo con las recomendaciones convencionales en el manejo de concretos



Detalle de uno de los posibles acabados

- El primer tensado debe realizarse a las 24 horas de vaciado (para controlar la fisuración) y el tensado final a los 3 o 4 días. Verificación y aprobación de las elongaciones obtenidas en cada cable de acuerdo al diseño.



Detalle de tensionamiento de cables

- Inyección para la protección definitiva, en los sistemas adheridos
- Corte de puntas y resanes de anclajes

2. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS:

- Generalmente, el concreto debe colocarse sobre 2 capas de polietileno y una capa de espesor variable de 15 mm a 50 mm de arena fina, para permitir el deslizamiento y acortamiento del pavimento o piso de concreto.
- Disponer de un ligero aumento de canto o espesor en los bordes, para alojar los anclajes de los cables y para conformar una especie de viga perimetral, la cual ayudará a controlar el alabeo de la placa.
- Disponer de vainas o ductos aplanados cada uno con 4 torones (diámetro 0,6"), o bien cables monotorón en ambas direcciones con trazado recto y posteriormente inyectados, o bien, torones individuales engrasados y plastificados.
- El espaciamiento entre cables suele ser entre 5 y 15 veces el espesor del pavimento.

- No se debe colocar acero de refuerzo pasivo en las zonas corrientes, únicamente es necesario en zonas de anclajes, bordes y aberturas.
- Se recomienda aislar las columnas de las placas de piso. Pueden cimentarse en capiteles, vigas y/o aumentos de espesor del pavimento de entre 300 mm y 500 mm.

3. SUPERVISIÓN TÉCNICA EN OBRA:

- Control de compactaciones de base y sub-base.
- Verificar colocación de polietileno: recomendado 2 capas de 0,10 o 0,15 mm
- Control geométrico
- Control de concretos: Resistencia según proyecto y características según necesidades de acabado
- Certificación de cables: ASTM A 416-85 Grado 270
- Los encofrados deben verificarse de acuerdo con las características y necesidades de acabado.
- El curado debe realizarse de forma similar a las de cualquier pavimento
- El endurecedor superficial debe estar de acuerdo a las necesidades de terminación
- Verificación de dilataciones de columnas y contorno

¿QUÉ VENTAJAS PUEDEN OBTENERSE?

El postensado permite eliminar el 90% de las juntas (constructivas, de control de fisuras o de dilatación), lo que equivale a decir que elimina el 90% de las causas de futuros problemas.

Las deficiencias en el curado causan el abarquillamiento de los pavimentos que a su vez, genera problemas de fisuras, fallas en las juntas, disminución de la capacidad de carga del pavimento, «golpeteo» de los vehículos al contacto con el pavimento y lo más importante, la disminución de la velocidad de trabajo de las grúas horquilla, cargadores o montacargas cuando se trata de pisos industrializados. El postensado puede evitar el abarquillamiento o alabeo progresivo de los pavimentos, bajando los anclajes de los cables al tercio inferior del pavimento en los bordes de la placa (perímetro de las placas).

Según datos de un estudio hecho en Australia en 1992 por una firma experta en postensados, los costos de mantenimiento se reducen casi a la tercera parte:

Pavimento tradicional: 4,93 AUS\$ / m²/año

Pavimento postensado: 1,87 AUS\$ / m²/año

El postensado permite construir pavimentos de menor espesor a igualdad de cargas y condiciones del suelo, lo que se traduce en estructuras más livianas y en ahorros de excavación, concreto y armadura pasiva. Asimismo, se disminuye el plazo de ejecución en obra al tener:

- Reducción de excavaciones*
- Reducción de tiempos en la instalación de materiales*
- Reducción de tiempos de fundición*
- Menor plazo de instalación de juntas*

Otras de las ventajas del postensado son:

- Permite alcanzar pisos industriales de gran planitud
- Mayor flexibilidad por reducción de espesor
- Control de fisuración a largo plazo
- Mayor impermeabilidad del pavimento
- Aumento de la resistencia superficial
- Mayor resistencia a bajas temperaturas (heladas)

¿EN DÓNDE SE HAN IMPLEMENTADO?



Bodega de almacenamiento de partes para vehículos:
Altas cargas, altas prestaciones



Se observa que las columnas están aisladas de la placa para evitar fisuraciones de piso.



Sin juntas de expansión. Laboratorio Alcón, Argentina, área total = 1.600 m²

OBRA CIVIL	NECESIDAD
Almacenes y Centros de Distribución	Pocas columnas, superficies lisas y planas
Puertos, aeropuertos y áreas para manejo de contenedores	Altas prestaciones
Depósitos para líquidos y cámaras frías	Superficies impermeables
Residencial (en caso de existencia de suelos expansivos)	Evitar asentamientos diferenciales
Obras públicas (en general)	Bajos costos de mantenimiento
Campos deportivos, túneles y otros	Superficies impermeables Evitar asentamientos diferenciales

CONCLUSIONES

En general, los pavimentos y suelos industriales, representan una aplicación idónea del postensado en estructuras de concreto. Las estructuras postensadas presentan en general mayor durabilidad y menor costo de mantenimiento, por lo que representan una solución más económica para el cliente si se considera el costo de mantenimiento a mediano y largo plazo en comparación de costos con pavimentos tradicionales.

El uso de postensado permite construir pavimentos o pisos industriales para grandes cargas de trabajo, con menor cantidad de materiales.

La disminución ostensible en el número de juntas de dilatación constituye una reducción en la patología de estructuras.

PUBLICIDAD
PÁGINA