Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año V, vol. 2, 2025 | Envío: 2 de octubre de 2025 | Aceptación: 4 de octubre de 2025 | Publicación: 6 de octubre de 2025

Análisis multidisciplinario de patologías en pavimentos rígidos industriales: mitigación de riesgos estructurales y optimización de sistemas de refuerzo.

Análisis multidisciplinario de patologías en pavimentos rígidos industriales: mitigación de riesgos estructurales y optimización de sistemas de refuerzo.

Luís Gustavo Mendes Perecin - Licenciado en Ingeniería Civil por la Escuela de Ingeniería de Piracicaba.

Resumen

Este estudio investiga las manifestaciones patológicas recurrentes en forjados de hormigón armado destinados a entornos industriales con alta tensión mecánica. Analiza la interacción entre las propiedades reológicas del hormigón y las condiciones geotécnicas del subsuelo, centrándose en el fenómeno de la retracción y la inestabilidad de los asentamientos diferenciales. La investigación aborda métodos de prevención basados en la introducción de fibras poliméricas y el pretensado, con el objetivo de garantizar la durabilidad y la funcionalidad estética y estructural de grandes naves industriales.

Palabras clave: Hormigón armado. Pavimentos industriales. Patologías estructurales. Fisuración. Ingeniería civil.

Abstracto

Este estudio investiga las manifestaciones patológicas recurrentes en forjados de hormigón armado diseñados para entornos industriales de alta exigencia. Analiza la interacción entre las propiedades reológicas del hormigón y las condiciones geotécnicas del subsuelo, centrándose en el fenómeno de la retracción y la inestabilidad de los asentamientos diferenciales. La investigación aborda métodos de prevención basados en la introducción de fibras poliméricas y el postensado, con el objetivo de garantizar la durabilidad y la funcionalidad estructural y estética de grandes unidades de fabricación.
Palabras clave: Hormigón armado. Pavimentos industriales. Patologías estructurales. Fisuración. Ingeniería civil.

Introducción

La infraestructura industrial contemporánea exige pavimentos de alto rendimiento capaces de...
para soportar cargas estáticas y dinámicas extremas procedentes de maquinaria pesada y flujos.
logística intensiva. El hormigón, debido a su versatilidad y alta resistencia a la compresión,
Se ha consolidado como el material predominante para este tipo de aplicaciones; sin embargo, su naturaleza no inerte...
Sujeto a degradación prematura cuando se expone a fallas de ejecución o diseño. Comprensión
La técnica de identificar las variables que influyen en el comportamiento del hormigón pulido es esencial para evitar...
La aparición de grietas y otros daños que comprometen el funcionamiento de la fábrica y la integridad de los activos.
Activos financieros invertidos en la construcción.

Este capítulo propone una inmersión científica en las causas fundamentales de las patologías en los suelos.
Sectores industriales, estructurando un diagnóstico basado en la ingeniería de precisión y la mecánica de suelos.
Mediante el análisis de parámetros fonológicos visuales y estructurales, el objetivo es establecer criterios.
medidas de control tecnológico rigurosas desde la preparación de la subbase hasta la fase crítica de curado y
finalización. La transición a metodologías de refuerzo avanzadas está emergiendo como un imperativo para
aumentar la vida útil de las estructuras y reducir la incidencia de costosos mantenimientos que
Con frecuencia, paralizan cadenas de producción enteras.

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS - Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año V, vol. 2, 2025 | Envío: 2 de octubre de 2025 | Aceptación: 4 de octubre de 2025 | Publicación: 6 de octubre de 2025

1. Dinámica de la retracción y el agrietamiento en el hormigón industrial

El agrietamiento excesivo es la desventaja técnica más significativa en Estructuras de hormigón industrial, un fenómeno difícil de erradicar por completo. Este proceso A menudo comienza con la contracción plástica, que se produce cuando la arcilla aún está fresca. como resultado de la evaporación acelerada del agua de mezcla antes de que el material alcance su resistencia. Resistencia mecánica suficiente. La restricción al movimiento de contracción natural de la placa, impuesta por la fricción con La capa de subbase genera tensiones de tracción internas que superan la capacidad portante incipiente. lo que da lugar a discontinuidades macroscópicas en la superficie acabada.

La contracción autógena, a su vez, se manifiesta a través de una reducción del agua libre en los poros capilares. para alimentar las reacciones de hidratación del cemento, sin intercambios con el entorno externo. El fenómeno del secado espontáneo se agrava en hormigones de alto rendimiento con factores bajos. Las mezclas de agua y cemento requieren una planificación cuidadosa de los aditivos plastificantes para controlar la reología. de la mezcla. Si no se mitigan, estas fisuras actúan como canales de penetración para los agentes. Las sustancias agresivas, como los cloruros y los sulfatos, provocan la corrosión y la degradación del refuerzo. sistematización de la estructura de hormigón.

Además, las variaciones térmicas resultantes de las reacciones de hidratación exotérmicas de El cemento Portland induce expansiones y contracciones que comprometen la naturaleza monolítica del sistema. piso. La diferencia de temperatura entre el núcleo de la placa y su superficie genera gradientes de Deformación que puede provocar el alabeo de los bordes de las losas, afectando a la nivelación de las mismas. pavimento. El control estricto del diseño de la mezcla y la aplicación de barreras de vapor son estrategias fundamental para estabilizar la humedad relativa dentro de la masa de hormigón y reducir la amplitud de estas deformaciones térmicas e hidráulicas.

El craqueo por carbonatación se produce debido a una reacción química entre el dióxido de carbono. Los factores atmosféricos y los productos de la hidratación del cemento reducen el pH de la matriz y eliminan sus propiedades protectoras. acero natural. Si bien este proceso puede provocar una ligera reducción de volumen, esta se compensa con... Las expansiones son fundamentales para la durabilidad a largo plazo, ya que facilitan la oxidación prematura de elementos metálicos. Por lo tanto, los diseñadores deben planificar revestimientos adecuados y el uso de Los endurecedores de superficie que sellan la porosidad capilar, evitando la migración de gases y Los líquidos se filtran en el pavimento.

Finalmente, la planificación de juntas de dilatación y contracción representa el método más eficaz. para "inducir" el agrietamiento en lugares controlados, evitando la aparición de grietas aleatorias y perturbador. El retraso en la toma de decisiones en estas áreas es un error ejecutivo común que genera patologías. cuestiones graves, donde las tensiones internas encuentran vías de menor resistencia antes de la intervención. Mecánico. La precisión del programa de lanzamiento, nivelación y corte es la variable que define el La calidad final de un suelo industrial requiere coordinación entre la planta y el equipo de campo.

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año V, vol. 2, 2025 | Envío: 2 de octubre de 2025 | Aceptación: 4 de octubre de 2025 | Publicación: 6 de octubre de 2025

2. Geotecnia y estabilidad de la interfaz base/subbase

La integridad de un pavimento rígido depende intrínsecamente de su capacidad para...
La subbase actúa como elemento de soporte y garantiza la homogeneidad del suelo sobre el que se asienta.
distribución de fuerzas, transformando las presiones concentradas de las ruedas de la carretilla elevadora en
Tensiones distribuidas que el subsuelo puede soportar. Variaciones abruptas en la compactación o la presencia de
Los suelos blandos altamente compresibles pueden generar asentamientos diferenciales que someten a las placas a
hormigón sometido a esfuerzos de flexión no previstos en el diseño estructural.

Pruebas geotécnicas preliminares, como el sondeo SPT y la determinación del Índice de
La relación de soporte de California (CBR) es obligatoria para el dimensionamiento correcto de los espesores de
capas. Conocer el nivel freático previene el fenómeno de la humedad ascendente.
lo que puede provocar el desprendimiento de los recubrimientos de polímero y la degradación de la pasta de cemento en
base de la placa. Los suelos expansivos representan un riesgo adicional debido a su movimiento volumétrico.
Provocado por variaciones en la humedad, puede levantar partes del suelo, creando escalones indeseables.
juntos.

El proceso conocido como bombeo , o bombeo de suelos finos, ocurre cuando el agua
El material presente en la subbase es expulsado a través de las juntas bajo la presión de las cargas móviles. Este mecanismo elimina
gradualmente se elimina el material fino del subsuelo, creando huecos debajo de la losa de hormigón que eliminan la
El soporte continuo provoca fallas por cizallamiento. La construcción de una base de piedra triturada graduada.
El suelo-cemento bien compactado es la solución técnica recomendada para detener este proceso.
para prevenir la erosión interna y garantizar la longevidad del sistema.

En zonas con suelos de baja resistencia, se puede mitigar el asentamiento debido a la consolidación.
mediante técnicas de precarga y el uso de geodrenajes. Estas metodologías aceleran la expulsión.
de agua intersticial, lo que permite que el suelo se estabilice antes de la ejecución del pavimento final de
hormigón. Si el cronograma de construcción hace que dichas técnicas sean inviables, el proyecto debería optar por este concepto.
de losas sobre pilotes, donde la carga se transmite a capas de suelo profundas y estables.

Estandarizar el comportamiento mecánico de los cimientos en toda la superficie.
El pavimento es el objetivo principal de la ingeniería de suelos aplicada a los pisos. Deficiencias en los vertederos y
Las fallas en la compactación se encuentran entre las causas más frecuentes de incidentes patológicos que requieren
demolición y reestructuración completas. Por lo tanto, un estricto control de la densidad del suelo y la
El control de la humedad durante el movimiento de tierras es un paso tan crítico como la propia mezcla del suelo.
hormigón para la ejecución final de la obra.

3. Tecnología de materiales: Hormigones especiales y sistemas de refuerzo

El avance de la construcción industrial introdujo el hormigón de alto rendimiento (HPC).
caracterizado por una resistencia a la compresión superior a 40 MPa y baja porosidad. A través de la

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año V, vol. 2, 2025 | Envío: 2 de octubre de 2025 | Aceptación: 4 de octubre de 2025 | Publicación: 6 de octubre de 2025

Mediante el uso de humo de sílice y aditivos superplastificantes, se obtiene una matriz cementicia de alta densidad.
lo que reduce significativamente el espesor requerido de los paneles estructurales. Este material minimiza la
Costos indirectos relacionados con el volumen de encofrado y hormigón, además de aumentar la resistencia química contra
Aceites y disolventes típicos de las plantas industriales.

La introducción de fibras metálicas y poliméricas (polipropileno o nailon) transformó la
Un método para controlar el agrietamiento, que permite la sustitución de la malla de alambre soldada en diversos contextos.
Las fibras actúan como puentes de transferencia de tensión dentro de la masa de hormigón, inhibiendo la...
Propagación de microfisuras y mayor resistencia estructural. Para suelos sometidos a cargas.
Las fibras sintéticas de densidad moderada combaten eficazmente la contracción inicial, garantizando un acabado liso.
superficial, más completo y homogéneo.

El hormigón pretensado representa la frontera tecnológica para grandes pavimentos.
Dimensiones sin juntas, utilizando cables de acero de alta resistencia tensados por gatos.
hidráulica. La precompresión introducida en el sistema anula las tensiones de tracción resultantes de
Carga operativa, que permite la ejecución de "paneles" continuos que reducen el
mantenimiento. Esta técnica es ideal para centros logísticos automatizados, donde la ausencia de juntas
Minimiza el desgaste de las ruedas de las carretillas elevadoras y garantiza el movimiento preciso de los robots.

Por otro lado, el uso de hormigón pesado, con agregados de alta gravedad específica como
La hematita está restringida a aplicaciones que requieren protección radiológica o estabilidad extrema. Aunque
Menos común en los suelos logísticos en general, su durabilidad contra la abrasión mecánica lo convierte en un
Una opción viable para las industrias siderúrgicas o las áreas de descarga de materiales pesados. El éxito de estas
Los hormigones especiales dependen intrínsecamente de la precisión en el diseño de la mezcla, evitando segregaciones que
Comprometen la resistencia final.

La unión entre el acero y el hormigón, fundamental para el hormigón armado, está garantizada por
Mecanismos de adhesión, fricción y anclaje mecánico de las nervaduras de las barras. En pisos, la correcta
La protección de las barras de refuerzo y el cumplimiento del recubrimiento de hormigón estándar evitan la oxidación prematura que generaría...
La delaminación de la capa superficial del hormigón. La integración armoniosa entre la matriz del hormigón.
y el sistema de refuerzo elegido define la ductilidad y la seguridad operativa del pavimento durante
todo su ciclo de vida.

4. Patologías superficiales y procedimientos de acabado técnico

La delaminación superficial o delaminación es una patología crítica que se manifiesta a través de
Desprendimiento de finas escamas de la superficie del suelo tras el pulido. Este fenómeno es frecuente.
desencadenado por la ejecución prematura del trabajo de acabado con máquinas "helicóptero" antes
El final del proceso de exudación del hormigón. El aire y el agua atrapados debajo de la película.
Las estructuras selladas crean huecos horizontales que se separan de la masa rocosa cuando se someten a impactos o

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año V, vol. 2, 2025 | Envío: 2 de octubre de 2025 | Aceptación: 4 de octubre de 2025 | Publicación: 6 de octubre de 2025

movimiento térmico.

El desgaste por abrasión se produce por el tráfico intenso de ruedas de acero o por la caída de objetos. materiales pesados, lo que provoca la pérdida de pasta de cemento y la exposición de los agregados. La aplicación de Los endurecedores químicos de superficie, a base de silicatos, reaccionan con el hidróxido de calcio residual. para formar cristales que cierran la porosidad y aumentan la dureza de la superficie. El acabado pulido, Cuando se realiza correctamente bajo estrictos índices de planitud (FF), facilita la limpieza y Reduce la acumulación de contaminantes en entornos farmacéuticos o alimentarios.

La presencia de eflorescencias y manchas en la superficie es un indicio de transporte de sales. soluble a través de la red capilar del hormigón endurecido. Aunque a menudo solo tienen un carácter Desde el punto de vista estético, pueden indicar problemas de drenaje o una mala calidad del agua utilizada en el proceso de mezcla. de la mezcla. El tratamiento de estos casos requiere una limpieza mecánica o química suave, seguida de sellando los poros para detener el flujo ascendente de humedad que transporta los minerales hacia el superficie.

Condiciones climáticas adversas, como sol intenso o vientos fuertes durante el hormigonado, Aceleran el secado de la superficie superior de la placa, provocando una contracción diferencial y deformación. La protección con láminas de plástico y el inicio inmediato del curado húmedo o químico son medidas de protección. fundamental para asegurar que el proceso de hidratación se produzca de manera uniforme. Exposición a La lluvia durante el acabado es un error fatal que elimina el aglutinante de la superficie, lo que resulta en una Textura áspera y quebradiza que requiere un pulido correctivo profundo.

Las reparaciones de las zonas deslaminadas deben seguir protocolos estrictos que incluyen el corte. Mapeo geométrico del área afectada y eliminación de todo el material no adherente. Relleno con Los morteros epoxi o cementosos estabilizados con resina garantizan la compatibilidad con la deformación. y liberación rápida para tráfico industrial. Preparación del sustrato mediante fresado o granallado. Es la única forma de garantizar el anclaje químico y mecánico necesario para que la reparación no se convierta en... una nueva patología a corto plazo.

5. Metodología ejecutiva y planificación de curas tecnológicas

El plan de vertido de hormigón es el documento maestro que coordina el flujo de camiones hormigonera. El uso de bombas de chorro y el intervalo entre frentes de trabajo. La aplicación del hormigón. El uso de bombas permite acceder más fácilmente a zonas restringidas, pero requiere una ruta específica. Más rico en finos para evitar la obstrucción de las tuberías. La colocación y el enlucido deben Deben ser realizados por profesionales especializados, utilizando reglas vibratorias o niveles láser. para lograr los índices de planitud proyectados.

La vibración técnica del hormigón tiene como objetivo eliminar los huecos y el aire atrapado, asegurando así... Compactación perfecta de la masa alrededor de las barras de refuerzo y las barras de transferencia. Porosidad

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año V, vol. 2, 2025 | Envío: 2 de octubre de 2025 | Aceptación: 4 de octubre de 2025 | Publicación: 6 de octubre de 2025

La vibración excesiva resultante de una vibración insuficiente compromete la resistencia mecánica y La impermeabilidad de la estructura la hace vulnerable a los ataques químicos. Equipos entrenados deben Para controlar la homogeneidad de la masa, evitando la segregación de agregados gruesos que tienden a... depósito en el fondo del molde bajo vibración excesiva.

La fase de acabado superficial, llevada a cabo por acabadores mecánicos ("helicópteros"), debe ser monitoreado a través de pruebas de dureza superficial u observación del agua de filtración. El objetivo El objetivo es obtener un hormigón pulido y vítreo sin alterar la proporción agua/cemento mediante la adición inadecuada de agua. para facilitar el trabajo de los profesionales. Nivelación precisa, verificada por dispositivos digitales, Garantiza que no se produzca acumulación de agua ni dificultades en la circulación de los vehículos de carga. paletizado.

La sanación tecnológica es quizás el paso más descuidado y, al mismo tiempo, el más vital. para el rendimiento del pavimento industrial. Curado húmedo, mantenido durante al menos siete días hasta El uso de esteras de fieltro húmedas garantiza la hidratación completa de los gránulos de cemento y minimiza... Contracción térmica. Alternativamente, curado químico mediante pulverización con compuestos a base de parafina. Ofrece una barrera física contra la evaporación, pero su aplicación debe realizarse con precaución en suelos que... Recibirán recubrimientos posteriores.

Por último, la gestión de los proyectos de construcción industrial debe vincular la productividad con estándares rigurosos. Control tecnológico de materiales y procesos. Sustitución de mano de obra cualificada por equipos. La inexperiencia o la negligencia en la supervisión de las pruebas de fck son factores determinantes en la aparición de de patologías congénitas. La adopción de procedimientos estandarizados y manuales de mantenimiento para Se garantiza a los usuarios finales que la inversión inicial se preservará, cumpliendo así con la vida útil del proyecto. con la máxima eficiencia operativa.

Conclusión

La investigación técnica detallada a lo largo de este capítulo demuestra que la ingeniería Los pavimentos industriales han evolucionado desde un simple proceso de diseño hasta convertirse en una ciencia multidisciplinar. complejo. Se hizo evidente que el éxito estructural de un piso de hormigón armado depende de armonización absoluta entre el diseño estructural, las especificaciones tecnológicas de los materiales y la control ejecutivo riguroso en el campo. La negligencia en cualquiera de estos pasos, desde el La compactación de la subbase hasta el momento exacto del corte de la junta se manifiesta invariablemente en Patologías que degradan el valor económico y funcional del edificio.

Los mecanismos de contracción plástica e hidráulica, identificados como los principales vectores de La aparición de grietas requiere estrategias preventivas basadas en tecnología aditiva y planificación. El impacto climático del lanzamiento. La introducción de sistemas de refuerzo modernos, como fibras metálicas y El pretensado se presenta no solo como una ventaja competitiva, sino también como una necesidad técnica.

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google
RCMOS – Revista Científica Multidisciplinaria El Conocimiento.
ISSN: 2675-9128. São Paulo-SP.

Año V, vol. 2, 2025 | Envío: 2 de octubre de 2025 | Aceptación: 4 de octubre de 2025 | Publicación: 6 de octubre de 2025

para permitir mayores alcances y reducir el mantenimiento periódico. Dominar las propiedades mecánicas.
Las propiedades fundamentales del hormigón, especialmente su módulo de elasticidad y su adherencia al acero, son clave.
Base científica que sustenta la seguridad operativa de los megaproyectos industriales.

Desde un punto de vista geotécnico, se puede concluir que los pavimentos industriales nunca deberían ser analizados.
no de forma aislada, sino como un sistema integral del suelo de cimentación. Comprensión de los fenómenos
Cómo la consolidación de la liquidación y el bombeo de multas (bombeo) permiten la adopción de medidas
Las medidas correctivas tomadas con antelación previenen fallas catastróficas debido a la pérdida de soporte. La estandarización del soporte para...
La base es la garantía de que los voltajes calculados se distribuirán de manera predecible, preservando la
Integridad del hormigón pulido frente a esfuerzos de flexión excesivos.

En lo que respecta al acabado de superficies, el análisis refuerza la gran importancia del factor tiempo.
Medidas operativas para prevenir el desprendimiento o la delaminación de las capas superficiales. Control de
El proceso de exudación y la prohibición de rociar agua durante la actuación son reglas de oro que
Separan las obras excelentes de los pavimentos friables y porosos. La inversión en planitud y
La nivelación repercute directamente en la eficiencia logística del usuario final, reduciendo el desgaste.
flotas y aumento de la seguridad de los operarios en el entorno de la fábrica.

El papel del mantenimiento preventivo y la inspección técnica activa se está consolidando como el
La mejor inversión financiera a largo plazo, dado el altísimo coste de las terapias patológicas.
Correctivo. La reparación de grietas mediante inyección o sutura metálica, aunque eficaz cuando se realiza...
Según los expertos, rara vez restaura la estética vítrea original y a menudo deja marcas permanentes en el vidrio.
piso. Por lo tanto, la prevención a través de curas tecnológicas rigurosas y el cumplimiento de los plazos de
Reforzar las normas de seguridad debería ser una prioridad innegociable para cualquier gestor de proyectos de infraestructuras.
industrial.

La normalización técnica brasileña, representada por NBR 6118 y NBR 7583, ofrece la
Sin embargo, el marco legal y técnico necesario para guiar las decisiones de ingeniería requiere experiencia.
La práctica de campo es lo que permite interpretar los matices del clima y los materiales. El uso de
Los niveladores láser y el software de modelado predictivo de costos y rendimiento representan el estado.
El arte de la ingeniería civil: elevar el nivel de gobernanza en proyectos que requieren grandes inversiones de capital.
La convergencia entre el conocimiento académico y las innovaciones tecnológicas del mercado es el camino a seguir.
para la construcción de estructuras resistentes y sostenibles.

Finalmente, este tratado técnico espera contribuir a la difusión de las mejores prácticas en
La ingeniería civil brasileña, fomentando el debate sobre la importancia de la estandarización y...
Cualificación de la mano de obra cualificada. El sector industrial es el pilar fundamental de la economía nacional.
donde se materializa el crecimiento industrial; tratarlo con el debido rigor científico es garantizar el futuro de
La infraestructura productiva del país. Ingeniería aplicada con visión estratégica, técnica y financiera.
Sigue siendo la piedra angular del éxito de proyectos complejos en todo el país.

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.

Machine Translated by Google

Año V, vol. 2, 2025 | Envío: 2 de octubre de 2025 | Aceptación: 4 de octubre de 2025 | Publicación: 6 de octubre de 2025

Referencias

ANDRADE, C. Manual para el diagnóstico de estructuras deterioradas por corrosión del refuerzo. São Paulo: Pini, 1992.

Asociación Brasileña del Cemento Portland. Pavimento de hormigón: prácticas recomendadas. São Paulo: ABCP, 2016.

Asociación Brasileña de Normas Técnicas. NBR 6118: Diseño de Estructuras de Hormigón - Procedimiento. Río de Janeiro: ABNT, 2014.

Asociación Brasileña de Normas Técnicas. NBR 7583: Ejecución de pavimentos de hormigón simple por medios mecánicos. Río de Janeiro: ABNT, 1984.

BOTELHO, MHC; MARCHETTI, O. Hormigón armado, te amo. São Paulo: Blucher, 2004.

CHODOUNSKY, MA. Pavimentos de hormigón industrial: aspectos teóricos y productivos. São Paulo: Reggenza, 2007.

HELENE, PRL Manual práctico para la reparación y el refuerzo de estructuras de hormigón. São Paulo: Pini, 1992.

LEONHARDT, F. Construcciones de hormigón: Principios básicos del diseño de estructuras de hormigón armado. vol. 1. Río de Janeiro: Interciência, 1977.

MACHADO, AP Refuerzo de estructuras de hormigón armado con fibras de carbono. São Paulo: Pini, 2002.

NEVILLE, AM Propiedades del hormigón. São Paulo: Pini, 1997.

RODRIGUES, PPF. Manual de pisos industriales: fibras de acero y concreto pretensado. São Paulo: Pini, 2010.

SOUZA, VCM; RIPPER, T. Patología, recuperación y refuerzo de estructuras de hormigón. São Paulo: Pini, 1998.

THOMAZ, E. Grietas en la edificación: causas, prevención y reparación. São Paulo: Pini, 1989.

VASCONCELOS, AC. El hormigón en Brasil: prehistoria, historia y arte. São Paulo: Pini, 2006

Este es un artículo de acceso abierto publicado bajo la licencia Creative Commons Attribution, que permite el uso, la distribución y la reproducción sin restricciones en cualquier medio, siempre que se cite correctamente la obra original.