

Un manual del ACI / ASCC

La guía del contratista para la construcción en concreto de calidad

4ª edición



MNL-5(19)

American Concrete Institute
Siempre avanzando

AMERICAN SOCIETY OF CONCRETE CONTRACTORS
Enhancing the Capabilities of Those Who Build with Concrete

Un manual del ACI / ASCC

La guía del contratista para la construcción en concreto de calidad

4ª edición

Preparado por el Comité E703 del ACI, Prácticas de construcción de concreto

James J. Ernzen
Director

William D. Palmer
Secretario

Scott M. Anderson
Paul J. Beagley
Aron J. Csont
Daniel P. Dorfmueller
Reynold Franklin
Leonard J. Gagliardi
Beverly A. Garnant
John L. Hausfeld
Michael G. Hernández
Katherine M. Pfleger
Thomas Roth
Frank Townsend
Thomas G. Tyler

Un reconocimiento adicional a Anthony J. Lamanna, que editó el documento, revisó las fotos y aportó el contenido adecuado para el público al que iba dirigido, y a Jeffrey W. Coleman por la autoría del Apéndice A sobre cuestiones legales. Sus esfuerzos son muy apreciados.



American Concrete Institute
Siempre avanzando



AMERICAN SOCIETY OF CONCRETE CONTRACTORS
Enhancing the Capabilities of Those Who Build with Concrete

Guía del contratista para una construcción de concreto de calidad
ISBN 978-1-64195-269-9
Copyright © 2018 Instituto Americano del Concreto

Este documento ha sido publicado conjuntamente por el Instituto Americano del concreto (ACI) y la Sociedad Americana de Contratistas del concreto (ASCC). Ha sido revisado de acuerdo con los procedimientos de revisión de documentos del Manual del Comité Educativo de ACI.

Los informes de la ACI y la ASCC sirven de guía para la planificación, el diseño, la ejecución y la inspección de la construcción. Este documento está destinado para el uso de individuos que son competentes para evaluar la importancia y las limitaciones de su contenido y recomendaciones y que asumirán la responsabilidad por la aplicación del material que contiene. La ACI y la ASCC declinan toda responsabilidad por los principios enunciados. La ACI y la ASCC no serán responsables de ninguna pérdida o daño derivado de ello.

No se hará referencia a este documento en los documentos contractuales. Si el profesional facultado para diseñar desea que artículos que se encuentran en este documento formen parte de los documentos contractuales, esos artículos deben ser redactados nuevamente en lenguaje imperativo para su incorporación por el profesional facultado para diseñar.

Director de la publicación: Michael L. Tholen, Ph.D., P.E.
Programa de arte: Claire A. Hiltz y Aimee M. Kahaian
Editor de ingeniería: Katie A. Amelio, P.E.
Director del Servicio de Publicaciones: Barry M. Bergin
Editores de producción: Kelli R. Slayden, Tiesha Elam, Kaitlyn Dobberteen
Diseño y composición de la página: Kelli R. Slayden
Fabricación: Marie Fuller

Primera impresión: Diciembre de 2018
Impreso en Ann Arbor, Michigan.

Esta traducción no puede, ni pretende, suplantar la formación individual, la responsabilidad o el juicio del usuario de la información presentada. Las personas que utilicen esta publicación de cualquier forma asumen todos los riesgos y aceptan la responsabilidad total de la aplicación y el uso de esta información. Toda la información contenida en esta publicación se proporciona "tal cual", sin garantía de ningún tipo, ya sea expresa o implícita, incluidas, entre otras, las garantías implícitas de comerciabilidad, idoneidad para un fin determinado o no infracción.

La versión oficial de un documento del ACI es la versión en el idioma inglés. La traducción de un documento del ACI se hace para la conveniencia de los usuarios Se ha tomado esmero para asegurarse que la traducción sea correcta; sin embargo, ACI no garantiza su exactitud. La interpretación oficial de un documento del ACI será basada solamente en la versión en el idioma inglés.

American Concrete Institute
Siempre avanzando

American Concrete Institute
38800 Country Club Drive
Farmington Hills, MI 48331
EE.UU.
www.concrete.org
+1.248.848.3700

AMERICAN SOCIETY OF CONCRETE CONTRACTORS
Enhancing the Capabilities of Those Who Build with Concrete

American Society of Concrete Contractors
2025 S. Brentwood Blvd., Suite 105
St. Louis, MO 63144
EE.UU.
www.ascconline.org
+1.314.962.0210

En la portada: Las fotos de la portada y la contraportada son cortesía de Baker Concrete Construction Inc.

Acerca de

American Concrete Institute

El Instituto Americano del concreto (ACI) es una autoridad y un recurso líder en todo el mundo para el desarrollo y la distribución de normas basadas en el consenso y recursos técnicos, programas educativos y certificaciones para las personas y organizaciones que participan en el diseño, la construcción y los materiales de concreto. El ACI cuenta con más de 95 secciones, 125 secciones de estudiantes y casi 20.000 miembros en más de 120 países.

Los recursos del ACI proporcionan una valiosa información a los diseñadores, contratistas e investigadores del concreto, así como a los estudiantes de diversos programas relacionados con la construcción. Específicamente para los contratistas, ACI publica libros que proporcionan información práctica y prácticas de construcción de vanguardia. El Instituto ofrece vídeos online gratuitos, cursos online a la carta, seminarios, convenciones y eventos de interés para los contratistas del concreto. Además, ACI ha desarrollado más de 25 programas de certificación (véase el Apéndice C para más detalles) que proporcionan a las personas credenciales para construir las mejores estructuras de concreto del mundo. Más información en www.concrete.org/contractors.

American Society of Concrete Contractors

La Sociedad Americana de Contratistas de concreto (ASCC) es una organización sin ánimo de lucro dedicada a mejorar las capacidades de quienes construyen con concreto, y a proporcionarles una voz unificada en la industria de la construcción. Entre sus miembros se encuentran empresas contratistas de concreto, contratistas generales, fabricantes, proveedores, diseñadores, educadores y otras personas interesadas en la industria del concreto. Hay más de 730 empresas afiliadas en Estados Unidos y en el extranjero.

La contratación de concreto requiere que se tomen decisiones técnicas y comerciales difíciles. La calidad de un proyecto depende de los cientos de decisiones que usted y sus empleados toman cada día.

Ser miembro de la ASCC proporciona las herramientas, incluidas publicaciones como ésta, para tomar decisiones informadas y cuidadosas. Te conecta con una red nacional de compañeros, profesionales y expertos que te apoyarán en cada paso del camino. Además, la credibilidad de una organización nacional, formada por los principales contratistas de concreto del país, le eleva a usted y a su sector a un nivel de reconocimiento y respeto que facilitará su crecimiento en los próximos años.

El Consejo del concreto decorativo, el Consejo del pulido del concreto y el Consejo de seguridad y gestión de riesgos abordan cuestiones específicas de estas facetas del sector.

CONTENIDO

Capítulo 1 — Seguridad 4
La mayoría de los accidentes no son accidentes 5
La necesidad de un programa de seguridad de la empresa 5
Riesgos de la construcción en concreto 5
Reunión diaria de seguridad 9
Tasa de modificación de la experiencia y tasa de incidentes 9

Capítulo 2 — La mezcla de concreto 11
Ensayos de control 11
Cemento 15
Otros materiales cementantes 17
Agua del mezclado 18
Relación agua-materiales cementantes 18
Agregados 19
Aditivos 20
Diseño de la mezcla de concreto 23
Adición de agua en la obra 26
Tiempo de fraguado inicial 27

Capítulo 3 — La especificación del concreto 31
Formatos de especificación 32
Fuentes para referencias de las especificaciones del concreto 33
Especificaciones de referencia 34
Categorías de especificaciones 35
Criterios de aprobación 36
Asignación de riesgos 36
Resistencia 36
Ensayos de aprobación 38
Requisitos de resistencia temprana 39
Resistencia a la flexión 39
Relación agua-cemento (a/c) y relación agua-materiales cementantes (a/mc) 40
Contenido mínimo de cemento 40
Asentamiento 41
Aire incorporado 42
Aditivos químicos 43
Plazo de entrega del concreto premezclado 43
Concreto para climas cálidos 43
Colocaciones de concreto masivo 44
Concreto para climas fríos 44
Criterios de aprobación del acabado de las superficies planas de concreto 44

Capítulo 4 — Cimentaciónes 47
El subsuelo 48
Capacidad de carga 48
Investigaciones geotécnicas 48
Compactación 49
Tipos básicos de cimentaciones 51
Control de las aguas subterráneas 54
Encofrados para zapatas 56
Control de la humedad 57
Relleno de respaldo 57

Capítulo 5 — Cimbras y encofrados 61
Precauciones de seguridad 64
Las cimbras y los encofrados afectan a la calidad del concreto 65
Tipos de encofrados 66
Material de encofrado y herrajes 74
Diseño de los encofrados 80
Colocación del concreto en los encofrados 85
Coste de las cimbras y los encofrados 94
Remoción de los encofrados 94
Apuntalamiento y reapuntalamiento 96
Cimbras y encofrados para losas sobre el terreno y zapatas continuas 97

Capítulo 6 — Refuerzo en las estructuras 101
¿Por qué utilizar el acero de refuerzo? 101
Planos de ingeniería y colocación 103
Tipos de refuerzo 104
Fabricación de barras de refuerzos 112
Almacenamiento y manipulación de barras de refuerzo en la obra 113
Cubierta de concreto 114
Tolerancias en la colocación de refuerzos de acero 114
Colocación del refuerzo 116
Soportes de barra y distanciadores 118
Empalme del acero de refuerzo 119
Coordinación 120

Capítulo 7 — Juntas y embebidos en estructuras 123
Tipos de juntas en elementos estructurales 124
Juntas de construcción para vigas y losas soportadas 125
Juntas de contracción para muros 126
Juntas de expansión para muros 128
Juntas de construcción en muros 128
Cintas de sellado impermeables 130
Embebidos 130
Anclajes 132
Puntos a recordar 133

Capítulo 8 — Juntas y refuerzos para losas sobre el terreno 136
Cambios de volumen 137
Juntas de contracción (control) 137
Juntas de construcción 142
Juntas de aislamiento (juntas de expansión) 142
Refuerzo en una losa 143

Capítulo 9 — Planificación para la calidad 149
Elementos de la gestión de la calidad 149

Responsabilidad de gestión 150
Sistema de gestión de la calidad 150
El plan de calidad específico del sitio 152
Revisión del contrato 153
Control del diseño 153
Control de documentos y datos 154
Adquisiciones 154
Control de procesos 156
Inspección y ensayos 157
Control de productos no conformes, acciones correctivas y acciones preventivas 158
Control de los registros de calidad 159
Formación y certificación 159

Capítulo 10 — Preparación para la colocación del concreto 163
Cooperación entre contratistas y productores de concreto premezclado 164
Conferencia previa a la construcción 167
Preparación del lugar de trabajo 170
Lista de verificación para proyectos de gran envergadura 171

Capítulo 11 — Colocación y acabado del concreto 194
Colocación del concreto desde el camión mezclador 194
Concreto para vagonetas 195
Banda transportadora 196
Colocación por cubo 196
Bombeo del concreto 197
Bombeo del concreto liviano 198
Consolidación durante la colocación 199
Control de la colocación 200
Colocación en clima cálido 200
Colocación del concreto en clima frío 201
Niveladoras vibratorias 203
Acabado de una losa sobre el terreno 204
Tolerancias de acabado de la superficie del piso 207
Curado para mantener el contenido de humedad adecuado 208

Capítulo 12 — Problemas comunes en el campo — Causas y prevención 212
Concreto fresco 212
Concreto endurecido 220

Apéndice A — Cuestiones jurídicas 228
Responsabilidad por la mezcla de concreto 228
Defectos del concreto 229
Agrietamiento del concreto 230
Estándar de diligencia 233
Rendimiento sustancial 233
Albaranes de entrega y aceptación 234
Doctrina Spearin 234
Condiciones imprevistas 235
Inspección/observación/supervisión 235
Resolución de litigios 236
Daños personales 236

Apéndice B — Declaraciones de postura de la ASCC 239

Apéndice C — Programas de certificación ACI 283
Programas de pruebas 284
Programas de inspección 285
Construcción/Programas especializados 285

Capítulo 1

Seguridad



(Foto cortesía de Baker Concrete Construction Inc.)

Aunque hay muchas cosas importantes en la construcción en concreto, como la calidad del trabajo y la obtención de beneficios, la seguridad debe ser siempre la prioridad número uno. Por ello, la seguridad aparece en la portada de este libro para destacar su importancia para el éxito del proyecto.

La construcción puede ser una actividad peligrosa. Los riesgos pueden ser reducidos en gran medida o eliminarse cuando se refuerza una cultura de responsabilidad en materia de seguridad con una planificación de seguridad adecuada, formación, inspección de riesgos y aplicación de las normas. Un programa de seguridad bien planificado y aplicado es necesario para que todos los integrantes de una obra sean conscientes de los peligros y ayuden a mitigarlos. La construcción en concreto implica el trabajo en equipo. Debes tener en cuenta tu seguridad y la de los demás mientras trabajas. La seguridad no tiene que ver con los números y las estadísticas, sino con el cuidado y la preocupación que compartimos unos con otros.

El nuevo empleado es la persona más vulnerable en la construcción. Los nuevos empleados están expuestos a más incógnitas que los que están familiarizados con el proyecto. La formación en materia de seguridad para los nuevos empleados hará que las cuadrillas sean más seguras y eficaces. Los nuevos empleados ven más incógnitas y riesgos que los trabajadores con experiencia en proyectos. Mientras que los nuevos empleados corren peligro, los trabajadores con experiencia no son inmunes a las lesiones. Mientras que la formación adecuada y el cumplimiento de los programas de protección de los trabajadores son fundamentales para protegerlos, la concientización de los compañeros de trabajo y la evitación de la complacencia son igualmente importantes. Muchas empresas han aplicado un enfoque de seguridad basado en el comportamiento que se centra en la mentalidad y el comportamiento de los compañeros de trabajo, independientemente del nivel de experiencia del trabajador.

Crear, aplicar, seguir y mejorar un plan de seguridad suele evitar las lesiones. Un