

Es una norma del ACI

Especificaciones para concreto estructural

Preparado por el Comité ACI 301

ACI 301S-16



American Concrete Institute
Always advancing



Especificaciones para concreto estructural

Reservados los derechos de autor por el American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, USA. Todos los derechos reservados. Este material no puede ser reproducido o copiado, en parte o en todo, en cualquier medio impreso, mecánico, electrónico, de película, u otro medio de distribución o almacenamiento, sin el consentimiento por escrito del ACI.

Los comités técnicos responsables de las normas e informes del ACI se esfuerzan en evitar ambigüedades, omisiones y errores en estos documentos. A pesar de estos esfuerzos, los usuarios de los documentos del ACI ocasionalmente encuentran información o requisitos que pueden ser objeto de más de una interpretación, o estar incompletos o incorrectos. A las personas que tengan sugerencias para el mejoramiento de los documentos del ACI se les pide al favor de dirigirse al ACI por medio de sitio web de erratas en <http://concrete.org/Publications/DocumentErrata.aspx>. La utilización apropiada del presente documento debe incluir visitas periódicas al sitio web de erratas para obtener revisiones actualizadas.

Los documentos preparados por los comités del ACI se redactan para ser utilizado por personas capacitadas y competentes para identificar la relevancia y limitaciones en su contenido y recomendaciones y quienes aceptan las responsabilidades inherentes a su uso. Los individuos que utilicen esta publicación de cualquier manera asumen todo el riesgo y aceptan la totalidad de la responsabilidad de la aplicación y utilización de esta información.

Toda la información contenida en esta publicación se provee sin garantía de cualquier clase, explícita o implícita. Quedan excluidas, en particular, las garantías implícitas de que la información tenga valor comercial, sea útil para un propósito determinado y no constituya una violación de derechos de terceros.

El ACI y sus miembros niegan cualquier responsabilidad por daños de cualquier clase, incluyendo daños especiales, indirectos, accesorios, o relacionados, incluyendo sin limitación, lucro cesante o pérdida de ingresos, como consecuencia del uso de esta publicación.

Es responsabilidad del usuario de este documento determinar las prácticas adecuadas de salubridad y seguridad ocupacional para las circunstancias específicas asociadas con su uso. El ACI no ha incluido en el documento asuntos relacionados con su uso respecto a salubridad y seguridad ocupacional. El usuario, antes de emplear este documento, debe determinar la necesidad de cumplir con toda la reglamentación y legislación de salubridad y seguridad ocupacional, incluyendo, sin limitarse a la normatividad expedida por el United States Occupational Safety and Health Administration (OSHA).

La participación de representantes del gobierno en el trabajo del American Concrete Institute y en el desarrollo de las normas publicadas por el Instituto no constituye un respaldo gubernamental del ACI o las normas que él desarrolla.

Información para pedidos: Los documentos del ACI están disponibles en medio impreso, accesibles a través de la red, o en CD-ROM, por medio de suscripciones electrónicas, o copiado, y pueden obtenerse a través del ACI.

La mayoría de los documentos e informes de los comités del ACI se coleccionan anualmente en el ACI Collection of Concrete Codes, Specifications, and Practices.

American Concrete Institute
38800 Country Club Drive
Farmington Hills, MI 48331
U.S.A.
Teléfono: +1.248.848.3700
Fax: +1.248.848.3701

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

Especificaciones para concreto estructural (Versión en español y en sistema métrico SI)

Es una Norma del ACI

Preparado por el Comité ACI 301

James N. Cornell, Director

Michelle L. Wilson, Secretaria

Miembros con voto

Jon B. Ardahl
Roger J. Becker
Nicholas J. Carino
Domingo J. Carreira
Mark F. Chrzanowski
Teck L. Chua
Anthony R. DeCarlo Jr.*
Christopher C. Ferraro

Sidney Freedman
John W. Gajda*
Thomas M. Greene
David P. Gustafson
Charles S. Hanskat
Kenneth C. Hover
Steven C. Jaycox*
Larry B. Krauser*

Colin L. Lobo
Ward R. Malisch
Frank Stephen Malitza
W. Calvin McCallister
David R. Nau
Aimee Pargalsky
Henry P. Pendergast*
G. Michael Robinson

Richard S. Szeecy
Scott M. Tarr*
Daniel B. Toon*
John B. Turner
Miroslav F. Vejvoda
Arthur T. Weiss Jr.
Michael A. Whisonant
Dennis M. Wittry*

*Directores de Subcomité.

Miembros de Subcomités

Asit N. Baxi
Jason P. Bray
Kenneth Carlson
Ramon L. Carrasquillo
Steven R. Close
Stephen J. Crawford
Jack L. David
Daniel P. Dorfmueller
Chris Forster
William A. Giorgi

Todd R. Hawkinson
Michael G. Hernandez
Gardner P. Horst
John C. Hukey
Robert S. Jenkins
Roger S. Johnston
Alfred L. Kaufman Jr.
Robert G. Knauff
Neil R. Losh
Thomas D. P. Kline

Lionel A. Lemay
Kevin A. MacDonald
Arthur W. McKinney†
Andrew S. McPherson
Brian D. Miller
Harry R. Moss Jr.
Theodore L. Neff
Joseph F. Neuber Jr.
Lance Osbourne
John W. Rohrer

David B. Scott
Matthew J. Sheehan
Edith G. Smith
Jason Swagert
Kuntay L. Talay
Michael D. A. Thomas
Ralph H. Tulis
Gregory R. Wagner
William H. Wolfe
Zuming Xia

†Fallecido.

Miembro Consultor

Eric S. Peterson

Miembros del Subcomité 318-S a cargo de la versión en español

Thomas C. Schaeffer, Director

Ramón L. Carrasquillo
Jesús C. Castillo
Juan Francisco Correal
Luis E. García

Patricio García
Augusto H. Holmberg
José M. Izquierdo-Encarnación
José Dámaso Juárez

Carlos E. Ospina
Gustavo J. Parra-Montesinos
Enrique Pasquel
Mario Rodríguez

Guillermo Santana
George Taylor
Fernando V. Yáñez

El 301S-16 es una traducción al español del ACI 301M-16. El ACI 301M-16 fue adoptado como norma del American Concrete Institute el 4 de abril de 2016 y publicado en enero de 2018 y reemplazó al ACI 301M-10 de acuerdo con el reglamento de normalización del Instituto.

Copyright © 2018, American Concrete Institute
Es propiedad © 2018, American Concrete Institute

All rights reserved including rights of reproduction and use in any form or by any means, including the making of copies by any photo process, or by electronic or mechanical device, printed, written, or oral, or recording for sound or visual reproduction or for use in any knowledge or retrieval system or device, unless permission in writing is obtained from the copyright proprietors.

Esta es una especificación de referencia que el profesional facultado para diseñar puede aplicar a cualquier Proyecto de construcción que incluya concreto estructural citándola en las Especificaciones del Proyecto. Se incluye un listado de verificación de requisitos obligatorios y un listado de verificación de requisitos opcionales que ayudan al profesional facultado para diseñar a suplementar los requisitos de estas Especificaciones según se requiera o necesite designar o especificar requisitos individuales del proyecto.

Las primeras cinco secciones de estas Especificaciones cubren requisitos generales de construcción de estructuras de concreto construidas en sitio y losas sobre el terreno. Estas secciones cubren los materiales y la dosificación del concreto; acero de refuerzo y de preesfuerzo; colocación; acabado y curado del concreto; construcción y criterios de desempeño de cimbras y encofrados; tratamiento de juntas; embebidos e insertos; reparación de defectos superficiales; y el terminado de superficies construidas con o sin

encofrado. Se incluyen requisitos sobre ensayos, evaluación y aceptación del concreto y de la estructura. Las demás secciones están dedicadas a concreto arquitectónico, concreto liviano, concreto masivo, concreto postensado, concreto de compensación de retracción, losas de piso industriales, construcción con muros levantados (tilt-up), concreto estructural prefabricado y concreto arquitectónico prefabricado.

Palabras clave: acabado; acero de preesforzado; alambre electrosoldado. apuntalamiento; arquitectónico; cimbra y encofrado; clima cálido; clima frío; clocado; compensación de retracción; concreto liviano; concreto masivo; consolidación; curado; dosificación de la mezcla; durabilidad; ensayos; inspección; juntas; losa sobre el terreno; losa; mortero; inyección; muros levantados (tilt-up); pisos industriales; postensado; prefabricado; reapuntalamiento; refuerzo de acero; reparación; resistencia a la compresión; tolerancia.

CONTENTS

SECCIÓN 1—REQUISITOS GENERALES, p. 4

- 1.1—Alcance, p. 4
- 1.2—Interpretación, p. 4
- 1.3—Definiciones, p. 4
- 1.4—Normas de referencia, p. 6
- 1.5—Remisiones, p. 10
- 1.6—Ensayos e inspección, p. 10
- 1.7—Aceptación de la estructura, p. 13
- 1.8—Protección del concreto endurecido, p. 14

SECCIÓN 2—CIMBRAS, ENCOFRADOS Y SUS ACCESORIOS, p. 14

- 2.1—Generalidades, p. 14
- 2.2—Productos, p. 15
- 2.3—Ejecución, p. 15

SECCIÓN 3—REFUERZO Y SOPORTES DEL REFUERZO, p. 17

- 3.1—Generalidades, p. 17
- 3.2—Productos, p. 18
- 3.3—Ejecución, p. 19

SECCIÓN 4 — MEZCLAS DE CONCRETO, p. 22

- 4.1—Generalidades, p. 22
- 4.2—Productos, p. 23
- 4.3—Ejecución, p. 28

SECCIÓN 5 — MANEJO, COLOCACIÓN Y CONSTRUCCIÓN, p. 28

- 5.1—Generalidades, p. 28
- 5.2—Productos, p. 29
- 5.3—Ejecución, p. 29

SECCIÓN 6 — CONCRETO ARQUITECTÓNICO, p. 34

- 6.1—Generalidades, p. 34
- 6.2—Productos, p. 35
- 6.3—Ejecución, p. 36

SECCIÓN 7—CONCRETO LIVIANO, p. 38

- 7.1—Generalidades, p. 38
- 7.2—Productos, p. 38
- 7.3—Ejecución, p. 38

SECCIÓN 8—CONCRETO MASIVO, p. 38

- 8.1—Generalidades, p. 38

8.2—Productos, p. 39

8.3—Ejecución, p. 39

SECCIÓN 9—CONCRETO POSTENSADO, p. 39

9.1—Generalidades, p. 39

9.2—Productos, p. 42

9.3—Ejecución, p. 43

SECCIÓN 10—CONCRETO DE COMPENSACIÓN DE RETRACCIÓN PARA LOSAS INTERIORES, p. 46

10.1—Generalidades, p. 46

10.2—Productos, p. 47

10.3—Ejecución, p. 47

SECCIÓN 11—LOSAS PARA PISOS INDUSTRIALES, p. 47

11.1—Generalidades, p. 47

11.2—Productos, p. 48

11.3—Ejecución, p. 49

SECCIÓN 12—CONSTRUCCIÓN CON MUROS LEVANTADOS (TILT UP), p. 50

12.1—Generalidades, p. 50

12.2—Productos, p. 50

12.3—Ejecución, p. 50

SECCIÓN 13—CONCRETO ESTRUCTURAL PREFABRICADO, p. 52

13.1—Generalidades, p. 52

13.2—Productos, p. 53

13.3—Ejecución, p. 57

SECCIÓN 14—CONCRETO ARQUITECTÓNICO PREFABRICADO, p. 59

14.1—Generalidades, p. 59

14.2—Productos, p. 60

14.3—Ejecución, p. 64

NOTAS PARA EL REDACTOR DE LAS ESPECIFICACIONES (No obligatorias), p. 64

Notas generales, p. 64

Prefacio de los listados de verificación, p. 64

Referencias de autores, p. 66

SECCIÓN 1—REQUISITOS GENERALES

1.1—Alcance

1.1.1 Estas especificaciones cubren concreto construido en sitio, concreto arquitectónico, concreto liviano, concreto masivo, concreto postensado, concreto de compensación de retracción, losas para pisos industriales construidas sobre el terreno, construcción con muros levantados (tilt-up), concreto estructural prefabricado y concreto arquitectónico prefabricado.

1.1.2 Las secciones 1 a 5 aplican en proyectos donde se hace referencia a estas especificaciones. El tipo de trabajo cubierto por las secciones 6 a 14 aplica solamente si se hace referencia a ese tipo de trabajo en los documentos contractuales.

1.1.3 Estas especificaciones son parte de los documentos contractuales y contienen los requisitos que debe cumplir el contratista.

1.1.4 Estas especificaciones rigen para construcción que esté cubierta por su alcance, excepto que los documentos contractuales rigen en caso de conflicto.

1.1.5 *Obra no especificada.*— Los siguientes tipos de obra no están dentro del alcance de las presentes especificaciones:

- (a) Productos manufacturados de concreto especificados en normas de ASTM
- (b) Estructuras ambientales de concreto
- (c) Concreto pesado de escudo
- (d) Concreto para pavimentos
- (e) Terrazo
- (f) Concreto aislante
- (g) Concreto refractario
- (h) Estructuras nucleares
- (i) Pilotes de concreto, pilotes preexcavados y cajones de cimentación asignados a las Categorías de Diseños Sísmicos A, B y C
- (j) Seguridad ante el fuego (diseños del Underwriters Laboratories [UL])
- (k) Concreto lanzado
- (l) Muros de concreto con encofrado de aluminio.

1.1.6 Estas especificaciones rigen en caso de conflicto con los materiales referenciados y las normas de ensayo.

1.1.7 Se permite que el contratista presente por escrito alternativas substitutivas de cualquier requisito de estas especificaciones.

1.1.8 Los requisitos de estas especificaciones que no sean aplicables a la obra pueden ser ignorados.

1.1.9 *Unidades.*— Los valores en estas especificaciones están dados únicamente en métrico SI.

1.1.10 A menos que se indique lo contrario, el sistema de unidades métrico SI debe ser aplicable en las normas ASTM combinadas a que se hace referencia en estas especificaciones.

1.1.11 Las notas al redactor de las especificaciones no son parte de las presentes especificaciones.

1.2—Interpretación

1.2.1 Al menos que se especifique explícitamente otra cosa, las presentes especificaciones deben interpretarse usando los siguientes principios:

1.2.1.1 Se deben interpretar estas especificaciones de acuerdo con el significado más sencillo de las palabras y los términos utilizados en ellas.

1.2.1.2 Las definiciones que se incluyen en estas especificaciones rigen sobre definiciones de la misma palabra, o palabras similares, dadas en otras partes.

1.2.1.3 Los títulos hacen parte de las especificaciones y su intención es identificar el alcance de los requisitos o secciones que los siguen. Si existe una diferencia de significado o implicación entre el texto del requisito y su título, el significado del texto rige.

1.2.1.4 Las notas de las tablas son parte de estas especificaciones. El significado del texto del requisito rige en el caso que haya una diferencia de significado, o implicación, entre el texto del requisito y una nota de una tabla.

1.2.1.5 Si un requisito de estas especificaciones involucra dos o más ítems, condiciones, requisitos, o eventos conectados con las conjunciones “y” o “o”, se debe interpretar la conjunción como sigue:

- (a) “y” indica que todos los ítems, condiciones, requisitos, o eventos conectados aplican.
- (b) “o” indica que uno de los ítems, condiciones, requisitos, o eventos conectados aplica exclusiva y singularmente.

1.2.1.6 El uso de verbo “puede” indica que ese requisito de las especificaciones tiene solo carácter informativo para el contratista.

1.2.1.7 La oración “como se indica en los documentos contractuales” significa que el redactor de las especificaciones incluyó ese requisito en los documentos contractuales.

1.2.1.8 La oración “a menos que se especifique otra cosa” significa que el redactor de las especificaciones pudo haber incluido una alternativa al requisito básico en los documentos contractuales.

1.3—Definiciones

a la vista (*exposed to view*).— parte de la estructura que puede ser observada por el público durante el uso normal de la misma.

aceptable o aceptado (*acceptable or accepted*).— designado como aceptable por parte del profesional facultado para diseñar.

acero de preesforzado (*prestressing steel*).— elemento de acero de alta resistencia, como torones, barras o alambres, usados para impartir preesfuerzo al concreto.

ambiente agresivo (*aggressive environment*).— un ambiente que expone una estructura a humedad y a fuentes externas de cloruros provenientes de químicos descongelantes, sal, agua salobre, agua marina, o salpicadura de estas fuentes; para anclajes de postensado que puedan humedecerse o estén en contacto directo con el suelo en servicio.

aprobación (*acceptance*).— reconocimiento por parte del profesional facultado para diseñar de que una remisión o la obra terminada es aceptable.

aseguramiento de calidad (*quality assurance*).— acciones tomadas por el propietario, o su representante, para lograr la confianza suficiente de que el trabajo realizado y los materiales empleados cumplen con lo especificado en los documentos contractuales.

cemento expansivo (expansive cement).— cemento, que al mezclarse con agua, produce una pasta que, después del fraguado, aumenta su volumen y se usa para compensar la reducción de volumen causada por la retracción de fraguado o para inducir esfuerzos de tracción en el refuerzo.

concreto arquitectónico (architectural concrete).— el concreto que está a la vista y que se especifica como tal en los documentos contractuales y por lo tanto requiere de un cuidado especial en la selección de los materiales del concreto, el encofrado, la colocación y acabado del concreto, con el fin de obtener la apariencia arquitectónica deseada.

concreto construido en sitio (cast-in-place concrete).— concreto que se coloca y se deja endurecer en el sitio donde es requerido como parte de la estructura completa.

concreto de alta resistencia inicial (high-early-strength concrete).— concreto con la capacidad de desarrollar tempranamente su resistencia gracias al uso de cemento adicional, cemento de alta resistencia inicial, aditivos u otros métodos aceptables.

concreto de compensación por retracción (shrinkage-compensating concrete).— concreto que aumenta su volumen después del fraguado, diseñado para inducir esfuerzos de compresión en el concreto restringido por el refuerzo u otros medios, para compensar los esfuerzos de tracción resultantes de la retracción de fraguado.

concreto de peso normal (normalweight concrete).— concreto estructural que contiene agregados que cumplen con ASTM C33/C33M y que usualmente tiene una densidad entre 2160 kg/m³ y 2560 kg/m³.

concreto estructural (structural concrete).— concreto simple o reforzado usado en un miembro responsable de transmitir las cargas gravitacionales, cargas laterales, o ambas, al terreno.

concreto liviano (lightweight concrete).— concreto estructural que contiene agregados livianos que cumplen con la norma ASTM C330/330M y que tienen una densidad de equilibrio, calculada de acuerdo con la norma ASTM C567/C567M, entre 1440 y 1840 kg/m³.

concreto masivo (mass concrete).— volumen de concreto estructural en el cual una combinación de las dimensiones del miembro a construir, las condiciones de frontera, las características de la mezcla de concreto, y las condiciones ambientales puedan conducir a esfuerzos térmicos indeseables, fisuración, reacciones químicas perjudiciales, o reducción de la resistencia a largo plazo como consecuencia de una elevada temperatura en el concreto debida al calor de hidratación.

concreto preesforzado (prestressed concrete).— concreto al cual se le inducen esfuerzos internos para reducir esfuerzos totales de tracción generados por las cargas (véase pretensado y pretensado).

concreto prefabricado (precast concrete).— concreto construido en un sitio diferente a su ubicación final.

contratista (contractor).— persona, firma o entidad contratada para ejecutar la construcción.

control de calidad (quality control).— acciones tomadas por el contratista para asegurarse que el trabajo cumple con los requisitos de los documentos contractuales.

defectos superficiales (surface defects).— imperfecciones en las superficies del concreto, definidas en los documentos contractuales y que deben ser reparadas.

diámetro equivalente de un paquete (equivalent diameter of bundle).— diámetro de un círculo que tiene un área equivalente a la suma del área de las barras de refuerzo de un paquete de barras

documentos contractuales (contract documents).— conjunto de documentos entregados por el propietario al contratista para ejecutar la construcción; estos documentos incluyen el contrato y las condiciones contractuales, las especificaciones, los planos, los adendos y las modificaciones al contrato.

ducto (duct).— conducto en un miembro de concreto, en el cual se coloca el acero del tendón de pretensado para concreto postensado y que provee un espacio anular de revestimiento de protección.

ensayo de resistencia (strength test).— ensayo estándar desarrollado para evaluación y aceptación del concreto de acuerdo con el promedio de la resistencia a compresión de al menos dos cilindros de 150 x 300 mm, o al menos tres cilindros de 100 x 100 mm hechos de la misma muestra de concreto, transportados y curados de acuerdo con la norma ASTM C119/C119M y ensayados de acuerdo con la norma ASTM C39/C39M a los 28 días o a la edad especificada para f_c .

ensayo de verificación (check test).— ensayo ejecutado para verificar los resultados de un ensayo anterior sobre concreto fresco.

espacio libre para el gato (jack clearance).— espacio mínimo requerido para colocar, operar y retirar en condiciones seguras un gato hidráulico en todo su intervalo de movimiento al tensionar un tendón.

especificación de referencia (reference specification).— documento estandarizado y escrito en lenguaje imperativo que prescribe los materiales, dimensiones y mano de obra, que se incluye por referencia en los documentos contractuales.

especificaciones del proyecto (project specifications).— documento escrito que contiene los requisitos detallados para la ejecución de la construcción.

exigido (required).— exigido en las presentes especificaciones o por los documentos contractuales.

ingeniero facultado para diseñar (licensed design engineer).— individuo contratado por el contratista que está facultado para ejercer la ingeniería según los estatutos de licenciamiento profesional del estado o jurisdicción en la cual el proyecto se va a construir.

junta de movimiento (movement joint).— interface entre partes adyacentes de la obra que permite movimiento en una o más direcciones.

losa provisional (waste slab).— losa temporal que provee una superficie plana de contacto para construir los paneles que luego serán levantados.

lugar de colocación (point of placement).— localización del lugar donde el concreto es colocado en la estructura

método de halado (pull-on method).— método de fijación de los anclajes de extremo fijo por tensionamiento del acero de preesfuerzo.

muestra de referencia de diseño (design referent sample).— muestra de concreto arquitectónico prefabricado con el color, acabado y textura, que se somete a consideración para verificación inicial de que cumple lo requerido en el diseño.

muros levantados (tilt-up).— técnica de construcción para construir miembros de concreto en el sitio del proyecto en posición horizontal y luego levantarlos para llevarlos hasta su posición vertical final en la estructura.

normas de referencia (referenced standards).— documentos estandarizados, escritos en lenguaje imperativo, producidos por una sociedad, asociación u organización técnica, incluyendo los reglamentos de construcción expedidos por autoridades locales o federales, y que se incluyen por referencia en los documentos contractuales.

obra defectuosa (defective work).— construcción o materiales que no cumplen con los documentos contractuales.

plano de colocación (placing drawing).— planos que indican el diámetro, ubicación, espaciamiento del refuerzo y otra información requerida para una construcción de concreto colocado en sitio.

planos de taller (shop drawings).— plano detallado de una porción particular del trabajo, elaborado por el contratista de acuerdo con los documentos contractuales y que es revisado por el profesional facultado para diseñar.

planos del proyecto (project drawings).— presentación gráfica que contiene los requisitos detallados para la ejecución de la construcción.

postensado (post-tensioning).— método de preesforzar el concreto reforzado por medio del cual los tendones se tensionan después de que el concreto ha alcanzado una resistencia mínima o edad mínima especificada.

pretensado (pretensioning).— método de preesforzado en el cual el acero de preesfuerzo se tensiona antes de colocar el concreto.

Profesional facultado para diseñar (Architect/Engineer o Engineer/Architect).— se refiere al ingeniero o arquitecto, firma de ingeniería y/o arquitectura, que elabora los documentos contractuales de un proyecto o que dirige la obra de acuerdo con los documentos contractuales, o ambos.

propietario (owner).— compañía, asociación, sociedad, individuo, entidad o autoridad para quien se ejecuta la construcción.

puntal (shoring).— elementos de apoyo, vertical o inclinado, diseñados para soportar el peso del encofrado, el concreto y las cargas de construcción generadas por encima de ellos.

puntales de reapuntalamiento (reshores).— puntales que se colocan ajustados contra una losa de concreto o un miembro estructural luego de que la cimbra, el encofrado y sus puntales han sido removidos de un área grande, por lo que se requiere que la nueva losa o el miembro presente deflexión y soporte su peso propio y las cargas de construcción existentes.

puntales temporales (backshores).— puntales ajustados contra una losa de concreto o un miembro estructural luego

de que la cimbra y encofrado originales han sido removidos de un área pequeña a la vez, sin permitir que la losa o el miembro presente deflexiones o soporte su propio peso u otras cargas de construcción.

remisiones (submittal).— documentos, o material, remitidos al profesional facultado para diseñar para su revisión y aceptación.

remitir (submit).— enviar al profesional facultado para diseñar para su revisión.

revestimiento del preesforzado (prestressing sheathing).— material que envuelve el acero de preesforzado para prevenir la adherencia del acero de preesforzado con el concreto que lo rodea, protegerlo contra la oxidación y contener el recubrimiento que inhibe la corrosión.

Técnico ACI Grado I en ensayos de concreto en obra (ACI Concrete Field Testing Technician Grade I).— persona que ha demostrado que tiene los conocimientos y la competencia para llevar a cabo los ensayos y registrar los resultados de acuerdo con lo establecido por ASTM para el concreto fresco y para la elaboración y curado de muestras para ensayos. Estos conocimientos y competencias deben demostrarse mediante la aprobación de exámenes escritos y de desempeño, y además de la presentación de las credenciales establecidas por el American Concrete Institute, las cuales deben estar vigentes.

tendón (tendon).— en pretensado, el tendón es el mismo acero de preesforzado; en postensado, el tendón es el ensamblaje completo incluyendo los anclajes, el acero de preesforzado y protección con recubrimiento en aplicaciones no acanaladas o ductos con mortero de inyección (grout) en aplicaciones adheridas.

tendón encapsulado (encapsulated tendon).— un tendón que está completamente rodeado por una cobertura impermeable de extremo a extremo, incluyendo los anclajes, el revestimiento del ducto con recubrimiento y las tapas de las colas de los torones.

tendón no encapsulado (nonencapsulated tendon).— un tendón que tiene sus anclajes metálicos desnudos y su revestimiento es continuo entre ellos, pero no está conectado a los anclajes.

trabajo (Work).— toda la construcción o sus partes identificables por separado que requieren ser incluidas en los documentos contractuales.

1.4—Normas de referencia

1.4.1 Normas de referencia.— A continuación se listan las normas a las que se hace referencia en esta Especificación, incluyendo su código serial y año de adopción o revisión.

1.4.1.1 Normas del American Concrete Institute

ACI 117M-10(15)—Specifications for Tolerances for Concrete Construction and Materials and Commentary

ACI 216.1M-14—Code Requirements for Determining Fire Resistance of Concrete and Masonry Construction Assemblies

ACI 423.7-14—Specification for Unbonded Single-Strand Tendon Materials

ACI ITG-7M-09—Specification for Tolerances for Precast Concrete

1.4.1.2 Normas del ASTM International

ASTM A36/A36M-14—Standard Specification for Carbon Structural Steel

ASTM A47/A47M-99(2014)—Standard Specification for Ferritic Malleable Iron Castings

ASTM A108-13—Standard Specification for Steel Bar, Carbon and Alloy, Cold-Finished

ASTM A123/A123M-15—Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products

ASTM A153/A153M-16—Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware

ASTM A184/A184M-06(2011)—Standard Specification for Welded Deformed Steel Bar Mats for Concrete Reinforcement

ASTM A193/A193M-16—Standard Specification for Alloy-Steel and Stainless Steel Bolting for High Temperature or High Pressure Service and Other Special Purpose Applications

ASTM A276/A276M-16—Standard Specification for Stainless Steel Bars and Shapes

ASTM A307-14—Standard Specification for Carbon Steel Bolts, Studs, and Threaded Rod 60000 psi Tensile Strength

ASTM A325-14—Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength

ASTM A416/A416M-15—Standard Specification for Low-Relaxation, Seven-Wire Steel Strand for Prestressed Concrete

ASTM A421/A421M-15—Standard Specification for Stress-Relieved Steel Wire for Prestressed Concrete

ASTM A490-14a—Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 150 ksi Minimum Tensile Strength

ASTM A500/A500M-13—Standard Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes

ASTM A563-15—Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts

ASTM A572/A572M-15—Standard Specification for High Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Structural Steel

ASTM A615/A615M-14—Standard Specification for Deformed and Plain Carbon Steel Bars for Concrete Reinforcement

ASTM A666-15—Standard Specification for Annealed or Cold-Worked Austenitic Stainless Steel Sheet, Strip, Plate, and Flat Bar

ASTM A675/A675M-14—Standard Specification for Steel Bar, Carbon, Hot-Wrought, Special Quality, Mechanical Properties

ASTM A706/A706M-16—Standard Specification for Deformed and Plain Low-Alloy Steel Bars for Concrete Reinforcement

ASTM A722/A722M-15—Standard Specification for High-Strength Steel Bars for Prestressing Concrete

ASTM A767/A767M-09(2015)—Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Steel Bars for Concrete Reinforcement

ASTM A775/A775M-07b(2014)—Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Reinforcing Bars

ASTM A779/A779M-12—Standard Specification for Steel Strand, Seven-Wire, Uncoated, Compacted, for Prestressed Concrete

ASTM A780/A780M-09(2015)—Standard Practice for Repair of Damaged and Uncoated Areas of Hot-Dip Galvanized Coatings

ASTM A820/A820M-15—Standard Specification for Steel Fibers for Fiber-Reinforced Concrete

ASTM A882/A882M-04a(2010)—Standard Specification for Filled Epoxy-Coated Seven-Wire Prestressing Steel Strand

ASTM A884/A884M-14—Standard Specification for Epoxy-Coated Steel Wire and Welded Wire Reinforcement

ASTM A886/A886M-12—Standard Specification for Steel Strand, Indented, Seven-Wire, Stress-Relieved for Prestressed Concrete

ASTM A910/A910M-12—Standard Specification for Uncoated, Weldless, 2-Wire and 3-Wire Steel Strand for Prestressed Concrete

ASTM A934/A934M-16—Standard Specification for Epoxy-Coated Prefabricated Steel Reinforcing Bars

ASTM A955/A955M-15—Standard Specification for Deformed and Plain Stainless-Steel Bars for Concrete Reinforcement

ASTM A970/A970M-15^{e1}—Standard Specification for Healed Steel Bars for Concrete Reinforcement

ASTM A992/A992M-11(2015)—Standard Specification for Structural Steel Shapes

ASTM A996/A996M-16—Standard Specification for Rail-Steel and Axle-Steel Deformed Bars for Concrete Reinforcement

ASTM A1022/A1022M-16—Standard Specification for Deformed and Plain Stainless Steel Wire and Welded Wire for Concrete Reinforcement

ASTM A1035/A1035M-16a—Standard Specification for Deformed and Plain, Low-Carbon, Chromium, Steel Bars for Concrete Reinforcement

ASTM A1044/A1044M-16—Standard Specification for Steel Stud Assemblies for Shear Reinforcement of Concrete

ASTM A1055/A1055M-10^{e1}—Standard Specification for Zinc and Epoxy Dual-Coated Steel Reinforcing Bars

ASTM A1060/A1060M-16—Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Steel Welded Wire Reinforcement, Plain and Deformed, for Concrete

ASTM A1064/A1064M-16—Standard Specification for Carbon-Steel Wire and Welded Wire Reinforcement, Plain and Deformed, for Concrete

ASTM C31/C31M-15—Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field

ASTM C33/C33M-13—Standard Specification for Concrete Aggregates

ASTM C39/C39M-15—Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

ASTM C42/C42M-13—Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete

ASTM C67-14—Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile

ASTM C94/C94M-15—Standard Specification for Ready-Mixed Concrete

ASTM C109/C109M-16—Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)

ASTM C126-15—Standard Specification for Ceramic Glazed Structural Clay Facing Tile, Facing Brick, and Solid Masonry Units

ASTM C138/C138M-14—Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete

ASTM C143/C143M-15—Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete

ASTM C144-11—Standard Specification for Aggregate for Masonry Mortar

ASTM C150/C150M-15—Standard Specification for Portland Cement

ASTM C157/C157M-08(2014)^{e1}—Standard Test Method for Length Change of Hardened Hydraulic-Cement Mortar and Concrete

ASTM C171-07—Standard Specification for Sheet Materials for Curing Concrete

ASTM C172/C172M-14a—Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete

ASTM C173/C173M-14—Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method

ASTM C192/C192M-15—Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory

ASTM C216-15—Standard Specification for Facing Brick (Solid Masonry Units Made from Clay or Shale)

ASTM C231/C231M-14—Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method

ASTM C260/C260M-10a—Standard Specification for Air-Entraining Admixtures for Concrete

ASTM C309-11—Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete

ASTM C330/C330M-14—Standard Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete

ASTM C373-14a—Standard Test Method for Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products, Ceramic Tiles, and Glass Tiles

ASTM C387/C387M-15—Standard Specification for Packaged, Dry, Combined Materials for Concrete and High Strength Mortar

ASTM C404-11—Standard Specification for Aggregates for Masonry Grout

ASTM C494/C494M-15—Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete

ASTM C567/C567M-14—Standard Test Method for Determining Density of Structural Lightweight Concrete

ASTM C578-15—Standard Specification for Rigid, Cellular Polystyrene Thermal Insulation

ASTM C591-15—Standard Specification for Unfaced Preformed Rigid Cellular Polyisocyanurate Thermal Insulation

ASTM C595/C595M-15e1—Standard Specification for Blended Hydraulic Cements

ASTM C597-09—Standard Test Method for Pulse Velocity through Concrete

ASTM C618-15—Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete

ASTM C642-13—Standard Test Method for Density Absorption, and Voids in Hardened Concrete

ASTM C650-04(2014)—Standard Test Method for Resistance of Ceramic Tile to Chemical Substances

ASTM C666/C666M-15—Standard Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing

ASTM C685/C685M-14—Standard Specification for Concrete Made by Volumetric Batching and Continuous Mixing

ASTM C803/C803M-03(2010)—Standard Test Method for Penetration Resistance of Hardened Concrete

ASTM C805/C805M-13e—Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete

ASTM C834-14—Standard Specification for Latex Sealants

ASTM C845/C845M-12—Standard Specification for Expansive Hydraulic Cement

ASTM C873/C873M-15—Standard Test Method for Compressive Strength of Concrete Cylinders Cast in Place in Cylindrical Molds

ASTM C878/C878M-14a—Standard Test Method for Restrained Expansion of Shrinkage-Compensating Concrete

ASTM C881/C881M-15—Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding Systems for Concrete

ASTM C900-15—Standard Test Method for Pullout Strength of Hardened Concrete

ASTM C920-14a—Standard Specification for Elastomeric Joint Sealants

ASTM C979/C979M-16—Standard Specification for Pigments for Integrally Colored Concrete

ASTM C989/C989M-14—Standard Specification for Slag Cement for Use in Concrete and Mortars

ASTM C1012/C1012M-15—Standard Test Method for Length Change of Hydraulic-Cement Mortars Exposed to a Sulfate Solution

ASTM C1017/C1017M-13e1—Standard Specification for Chemical Admixtures for Use in Producing Flowing Concrete

ASTM C1064/C1064M-12—Standard Test Methods for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete

ASTM C1074-11—Standard Practice for Estimating Concrete Strength by the Maturity Method

ASTM C1077-15a—Standard Practice for Agencies Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Testing Agency Evaluation

ASTM C1107/C1107M-14a—Standard Specification for Packaged Dry, Hydraulic-Cement Grout (Nonshrink)

ASTM C1116/C1116M-10a(2015)—Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete

ASTM C1157/C1157M-11—Standard Performance Specification for Hydraulic Cement

ASTM C1218/C1218M-15—Standard Test Method for Water-Soluble Chloride in Mortar and Concrete

ASTM C1240-15—Standard Specification for Silica Fume Used in Cementitious Mixtures

ASTM C1289-16—Standard Specification for Faced Rigid Cellular Polyisocyanurate Thermal Insulation Board

ASTM C1293-08b(2015)—Standard Test Method for Determination Length of Change of Concrete Due to Alkali-Silica Reaction

ASTM C1315-11—Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds Having Special Properties for Curing and Sealing Concrete

ASTM C1567-13—Standard Test Method for Determining the Potential Alkali-Silica Reactivity of Combinations of Cementitious Materials and Aggregate (Accelerated Mortar-Bar Method)

ASTM C1602/C1602M-12—Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete

ASTM C1609/C1609M-12—Standard Test Method for Flexural Performance of Fiber-Reinforced Concrete (Using Beam with Third-Point Loading)

ASTM C1611/C1611M-14—Standard Test Method for Slump Flow of Self-Consolidating Concrete

ASTM C1778-14—Standard Guide for Reducing the Risk of Deleterious Alkali-Aggregate Reaction in Concrete

ASTM D98-15—Standard Specification for Calcium Chloride

ASTM D412-15a—Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers—Tension

ASTM D638-14—Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics

ASTM D698-12^{e2}—Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort [12 400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³)]

ASTM D994/D994M-11—Standard Specification for Preformed Expansion Joint Filler for Concrete (Bituminous Type)

ASTM D1621-10—Standard Test Methods for Compressive Properties of Rigid Cellular Plastics

ASTM D1751-04(2013)^{e1}—Standard Specification for Preformed Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction (Non-extruding and Resilient Bituminous Types)

ASTM D1752-04a(2013)—Standard Specification for Preformed Sponge Rubber Cork and Recycled PVC Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction

ASTM D2240-15—Standard Test Method for Rubber Property—Durometer Hardness

ASTM D2940/D2940M-15—Standard Specification for Graded Aggregate Material for Bases or Subbases for Highways or Airports

ASTM D3575-14—Standard Test Methods for Flexible Cellular Materials Made from Olefin Polymers

ASTM D4397-10—Standard Specification for Polyethylene Sheeting for Construction, Industrial, and Agricultural Applications

ASTM E165/E165M-12—Standard Practice for Liquid Penetrant Examination for General Industry

ASTM E329-14a—Standard Specification for Agencies Engaged in Construction Inspection, Testing, or Special Inspection

ASTM E488/E488M-15—Standard Test Methods for Strength of Anchors in Concrete Elements

ASTM E1155-14—Standard Test Method for Determining FF Floor Flatness and FL Floor Levelness Numbers

ASTM E1444/E1444M-12—Standard Practice for Magnetic Particle Testing

ASTM E1643-11—Standard Practice for Selection, Design, Installation, and Inspection of Water Vapor Retarders Used in Contact with Earth or Granular Fill under Concrete Slabs

ASTM E1745-11—Standard Specification for Plastic Water Vapor Retarders Used in Contact with Soil or Granular Fill under Concrete Slabs

ASTM F436-11—Standard Specification for Hardened Steel Washers

ASTM F593-13a—Standard Specification for Stainless Steel Bolts, Hex Cap Screws, and Studs

ASTM F594-09(2015)—Standard Specification for Stainless Steel Nuts

ASTM F844-07a(2013)—Standard Specification for Washers, Steel, Plain (Flat), Unhardened for General Use

ASTM F1554-15—Standard Specification for Anchor Bolts, Steel, 36, 55, and 105-ksi Yield Strength

1.4.1.3 Otras normas de referencia.— Otras normas a las cuales se hace referencia en estas especificaciones:

AASHTO LRFD (2014)—LRFD Bridge Design Specifications

AASHTO M 182-05(2012)—Standard Specification for Burlap Cloth Made from Jute or Kenaf and Cotton Mats

AASHTO M 251-06—Standard Specification for Plain and Laminated Elastomeric Bridge Bearings

ANSI A118.1-14—Specifications for Dry-Set Portland Cement Mortar

ANSI A118.4-12—Specifications for Latex-Portland Cement Mortar

ANSI A118.6-10—Specifications for Standard Cement Grouts for Tile Installation

ASHRAE 90.1-13—Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings

AWS C5.4-93—Recommended Practices for Stud Welding

AWS D1.1/D1.1M:2015—Structural Welding Code—Steel

AWS D1.4/D1.4M:2011—Structural Welding Code—Reinforcing Steel

AWS D1.6/D1.6M:2007—Structural Welding Code—Stainless Steel

CRD-C513-74—Specifications for Rubber Waterstops

CRD-C572-74—Specifications for Polyvinylchloride Waterstop

CRSI RB4.1-14—Supports for Reinforcement Used in Concrete

MPI #79-16—Primer, Alkyd, Anti-Corrosive for Metal

NAVY MIL-C-882E-89—Cloth, Duck, Cotton or Cotton-Polyester Blend, Synthetic Rubber, Impregnated, and Laminated, Oil Resistant

NAVY MIL DOD-P-21035A-91—Paint High Zinc Dust Content, Galvanizing Repair

SSPC-Paint 20-04—Zinc Rich Primers IO and O

SSPC-PA1-04—Shop, Field and Maintenance Painting of Steel

SSPC-SP3-04—Power Tool Cleaning

PCI MNL 116-99—Manual for Quality Control for Plants and Production of Structural Precast Concrete Products

PCI MNL 124-11—Design for Fire Resistance of Precast/Prestressed Concrete

PTI/ASBI M50.3-12—Guide Specification for Grouted Post-Tensioning

PTI M55.1-12—Specification for Grouting of Post-Tensioned Structures

1.4.2 Publicaciones citadas—Publicaciones citadas en estas especificaciones:

ACI MNL-15—Field Reference Manual: Specifications for Structural Concrete (ACI 301-16) with Selected ACI References

1.4.3 Referencias de campo.— En las oficinas del contratista de la obra debe reposar una copia del ACI MNL-15.

1.5—Remisiones

1.5.1 Generalidades.— Proporcionar las remisiones requeridas por estas especificaciones de acuerdo con los documentos contractuales.

1.5.2 Substituciones.— Las sustituciones que se soliciten deben identificar específicamente la sustitución propuesta y demostrar que se cumpla con el desempeño requerido.

1.5.3 Control de calidad del contratista.— Si es requerido, se debe remitir un plan de control de calidad que indique las medidas y métodos para controlar la adquisición, uso y colocación de los materiales. Se debe proveer información relacionada con el control de calidad de acuerdo con 1.6.2.

1.6—Ensayos e inspección

1.6.1 Generalidades.— Los materiales del concreto y la ejecución de obra deben ser ensayados e inspeccionados por el propietario a medida que avanzan los trabajos. La no detección temprana de defectos en los materiales o en los trabajos adelantados no evitará su futuro rechazo si el defecto se descubre, ni obligará al profesional facultado para diseñar a dar su aceptación final.

1.6.1.1 Laboratorios de ensayos.— Los laboratorios que ejecutan los ensayos requeridos de los materiales del concreto deben cumplir los requisitos de ASTM C1077. Los laboratorios que ensayen el acero de refuerzo o su colocación deben cumplir con los requisitos ASTM E329. Los laboratorios deben ser aprobados por el profesional facultado para diseñar antes del inicio de cualquier ensayo o inspección.

1.6.1.2 Técnicos de campo.— Los ensayos de campo de concreto exigidos en 1.6.2 y 1.6.3.2 deben ser realizados por un técnico certificado ACI Grado 1 en ensayos de campo en concreto, o su equivalente aceptado. Los programas de certificación equivalentes deben incluir requisitos de exámenes escritos y de desempeño.

1.6.2 Control de calidad y responsabilidades del contratista

1.6.2.1 Se debe suministrar información sobre las cualidades de los laboratorios propuestos por el contratista. El uso de los servicios de un laboratorio de ensayos no exime al contratista de su responsabilidad para completar la construcción ni el suministro de los materiales de acuerdo con los documentos contractuales.

1.6.2.2 Obligaciones y responsabilidades.— A menos que se especifique lo contrario, el contratista está a cargo de las obligaciones y responsabilidades enunciadas en 1.6.2.2(a) hasta 1.6.2.2(f):

1.6.2.2(a) Confirmar que los materiales propuestos y las mezclas de concreto cumplen con los documentos contractuales.

1.6.2.2(b) Permitir el acceso a la obra y a las fuentes de los materiales al personal del laboratorio del propietario y colaborar en la obtención y manejo de muestras adecuadas en ambos lugares.

1.6.2.2(c) Avisar al laboratorio del propietario sobre el desarrollo de actividades que requieran los servicios especificados en 1.6.3.1(a) hasta 1.6.3.1(c) con al menos 24 horas de anticipación para permitir la planificación y realización de ensayos de control de calidad, revisión de los requisitos del proyecto y facilitar la asignación del personal.

1.6.2.2(d) Disponer instalaciones y una fuente de energía eléctrica en el sitio del proyecto para el uso exclusivo del laboratorio del propietario y aceptadas por él, para el curado inicial y el almacenamiento en condiciones apropiadas de las probetas de concreto a ensayar de acuerdo con la norma ASTM C31/C 31M.

1.6.2.2(e) Remitir la información que documente el cumplimiento de los materiales con las normas de referencia y los datos de los ensayos de las mezclas de concreto.

1.6.2.2(f) Remitir el programa de control de calidad del proveedor de concreto.

1.6.2.3 Ensayos exigidos al laboratorio del contratista.— A menos que se especifique algo diferente, el contratista debe proveer los servicios necesarios de ensayo establecidos en 1.6.2.3(a) y 1.6.2.3(b).

1.6.2.3(a) Calificación de los materiales propuestos y dosificación de las mezclas de concreto.

1.6.2.3(b) Otros tipos de ensayos necesarios o exigidos por el contratista para cumplir el plan de control de calidad.

1.6.3 Aseguramiento de calidad: deberes y responsabilidades del laboratorio del propietario

1.6.3.1 A menos que se especifique algo diferente, el laboratorio del propietario debe proveer los servicios necesarios establecidos en 1.6.3.1(a) hasta 1.6.3.1(c).

1.6.3.1(a) Representantes del laboratorio del propietario deben inspeccionar, tomar muestras y ensayar los materiales y la producción del concreto de conformidad con los

documentos contractuales. Cuando el material empleado o el trabajo desarrollado el contratista no cumplan con los documentos contractuales, el laboratorio debe reportar las deficiencias al profesional facultado para diseñar, al propietario, al contratista y al proveedor de concreto.

1.6.3.1(b) El laboratorio del propietario y sus representantes no están autorizados para rechazar, alterar, reducir, aumentar o modificar ningún requisito en los documentos contractuales, ni para aceptar o rechazar ninguna parte del trabajo.

1.6.3.1(c) El laboratorio del propietario debe reportar los resultados de los ensayos y la inspección al propietario, al profesional facultado para diseñar, al contratista y al proveedor del concreto, dentro de los siete días siguientes a su realización. Los reportes de ensayos de resistencia deben incluir la localización en donde se colocó el material del cual se tomó cada muestra, fecha y hora en que se obtuvo la muestra y número de tiquete de despacho. Los reportes deben incluir también información del almacenamiento y curado de las muestras antes de ser ensayadas.

1.6.3.2 *Servicios de ensayo.*— Si es requerido por el propietario o el profesional facultado para diseñar, el laboratorio del propietario debe ejecutar los servicios enunciados en 1.6.3.2(a) hasta 1.6.3.2(e) sin costo para el contratista:

1.6.3.2(a) Revisión y verificación por medio de ensayos que los materiales propuestos por el contratista cumplen con los documentos contractuales.

1.6.3.2(b) Revisión y verificación por medio de ensayos de los resultados de los ensayos realizados por el contratista sobre la mezcla de concreto propuesta.

1.6.3.2(c) Obtener muestras de producción de los materiales en las plantas o sitios de almacenamiento durante el desarrollo de la construcción y ensayarlas para verificar el cumplimiento con los documentos contractuales.

1.6.3.2(d) Para cada mezcla de concreto colocada en un día se deben obtener muestras de concreto fresco que cumplan con ASTM C172/C172M. El muestreo de los camiones completos o tandas de concreto a ensayar se hará de manera aleatoria. A menos que se especifique lo contrario, se debe obtener por lo menos una muestra compuesta por cada 110 m³ de concreto o 460 m² de área superficial de losas o muros, o fracción. Cuando la cantidad total de un concreto sea inferior a 38 m³, los ensayos de resistencia pueden ser obviados por el profesional facultado para diseñar.

Cada muestra usada para fabricar cilindros para ensayo de resistencia (ASTM C31/C31M), será también ensayada para asentamiento (ASTM C143/C143M), contenido de aire (ASTM C231/C231M o ASTM C173/C173M), temperatura (ASTM C1064/C1064M), y densidad (ASTM C138/C138M).

1.6.3.2(e) El laboratorio del propietario debe realizar ensayos de resistencia del concreto fabricando y curando cilindros de ensayo de acuerdo con ASTM C31/C31M y ensayándolos de acuerdo con ASTM C39/C39M. A menos que se especifique lo contrario, los ensayos de resistencia a compresión para aceptación deben realizarse a los 28 días.

1.6.3.3 *Ensayos adicionales y servicios de inspección.*— Si se requiere, el laboratorio del propietario ejecutará los

servicios de inspección y ensayo de (a) a (e) para verificar el cumplimiento de los documentos contractuales:

(a) Inspeccionar la tanda de concreto, su mezclado y operaciones de transporte.

(b) Inspeccionar los encofrados y cimbras, preparación de la cimentación, acero de refuerzo, elementos embebidos, colocación del acero de refuerzo y operaciones de colocación, acabado y curado del concreto.

(c) Tomar muestras de concreto en su lugar de colocación y en los lugares solicitados por el profesional facultado para diseñar, además de realizar los ensayos exigidos;

(d) Revisar el documento de remisión del fabricante de cada envío de cemento, acero de refuerzo y tendones de preesfuerzo y realizar los ensayos de laboratorio o realizar verificaciones aleatorias de los materiales recibidos y su cumplimiento con las especificaciones.

(e) Otros servicios de ensayo y supervisión solicitados por el profesional facultado para diseñar.

Entregar al laboratorio del propietario la documentación requerida y dar acceso para desarrollar los servicios de inspección y ensayo.

1.6.3.4 *Otros ensayos que pueden ser necesarios.*— El contratista debe pagar al laboratorio del propietario por los siguientes ensayos:

(a) Ensayos e inspecciones adicionales debidos a cambios en los materiales o en la dosificación de las mezclas solicitados por el contratista, y

(b) Ensayos adicionales de materiales o concreto debidos al incumplimiento de los requisitos de las especificaciones

1.6.4 *Ensayos en sitio sobre concreto endurecido*

1.6.4.1 *Generalidades.*— Si son necesarios, el laboratorio del propietario debe efectuar ensayos sobre el concreto endurecido. Los ensayos deben ser a expensas del contratista cuando sean necesarios para verificar la resistencia del concreto en la estructura debido a que los cilindros preparados y ensayados no cumplen con los criterios de aceptación.

El contratista no es responsable por los costos si los ensayos no son exigidos por las especificaciones o se demuestra posteriormente que el concreto cumple con los criterios de aceptación.

1.6.4.2 *Ensayos no destructivos de uniformidad.*— El profesional facultado para diseñar puede especificar ensayos para evaluar la uniformidad del concreto colocado en sitio, o en los lugares donde se van a extraer núcleos, consistentes en ensayos tales como el esclerómetro de acuerdo con la norma ASTM C805/C805M o el método de velocidad de pulsos de acuerdo con la norma ASTM C597. Estos métodos no deben usarse para evaluar la resistencia del concreto en sitio.

1.6.4.3 *Ensayo de núcleos*

1.6.4.3(a) Si la resistencia del concreto como se define en 1.6.6.1(b) está en duda, o se requiere por alguna razón un ensayo de núcleos, se deben obtener, manejar en condiciones de humedad, preparar y ensayar núcleos de acuerdo con ASTM C42/C42M, a menos que se especifique lo contrario. Los núcleos no deben ensayarse antes de las 48 horas de su extracción o último humedecimiento, ni después de 7 días de su extracción de la estructura, a menos que se especifique lo contrario.

1.6.4.3(b) Se deben tomar por lo menos tres núcleos de cada área donde se haya colocado concreto que se considere potencialmente deficiente como se define en 1.6.6.1(b). La localización de los núcleos debe ser determinada por el profesional facultado para diseñar. Si antes del ensayo se presenta evidencia de deterioro, deben ser reemplazados por nuevos núcleos.

1.6.4.3(c) Las perforaciones de los núcleos extraídos deben ser llenadas por el contratista utilizando concreto o mortero sin asentamiento, o de resistencia igual o mayor que la del concreto original. A menos que se especifique lo contrario, deben curarse con humedad durante al menos 3 días.

1.6.4.4 Planitud (flatness) y horizontalidad (levelness) de los pisos.— Al menos que se especifique lo contrario, la planitud (flatness) y horizontalidad (levelness) de los pisos deben ser medidas de acuerdo con ASTM E1155.

1.6.5 Evaluación de los ensayos de resistencia del concreto

1.6.5.1 Probetas fabricadas y curadas de forma normalizada.— Los resultados de los ensayos realizados sobre cilindros estándar fabricados y curados deben ser evaluados de forma separada para cada tipo de concreto especificado. La evaluación sólo es válida si los ensayos se han realizado de acuerdo con los procedimientos especificados. Para la evaluación de cada mezcla especificada se deben incluir por lo menos cinco ensayos de resistencia.

1.6.5.2 Ensayo de núcleos.— Los resultados de los ensayos de núcleos deben ser evaluados por el profesional facultado para diseñar y sólo son válidos si los ensayos se realizaron de acuerdo con ASTM C42/C42M. No se deben usar ensayos de núcleos en vez del procedimiento estandarizado de cilindros curados especificado en 1.6.5.1 para la aceptación inicial del concreto.

1.6.5.3 Ensayos de resistencia en sitio

1.6.5.3(a) Los resultados de los ensayos de resistencia en sitio deben ser evaluados por el profesional facultado para diseñar y sólo son válidos si para los mismos se emplean equipos debidamente calibrados de acuerdo con los procedimientos estándar debidamente reconocidos para ello y si se establece y somete a consideración una correlación adecuada entre los resultados de los ensayos y la resistencia a compresión del concreto.

1.6.5.3(b) El uso de los cilindros fabricados in situ de acuerdo con ASTM C873/C873M no requieren correlación, sin embargo, las resistencias medidas deben ser corregidas usando los factores de ASTM C39/C39M si la relación entre la longitud y el diámetro es menor a 1.75

1.6.6 Aceptación de la resistencia del concreto

1.6.6.1 Probetas para resistencia fabricadas y curadas de forma normalizada.— La resistencia del concreto se considera satisfactoria cuando se cumplen los criterios de 1.6.6.1(a) y 1.6.6.1(b).

1.6.6.1(a) Todo promedio de resistencia de tres ensayos consecutivos es mayor o igual a la resistencia especificada f'_c .

1.6.6.1(b) Ningún resultado de un ensayo individual es menor a f'_c en más de 3.5 MPa para concretos con f'_c menor o igual a 35 MPa, o en más de $0.10f'_c$ si f'_c es mayor a 35 MPa.

1.6.6.2 Si cualquiera de los dos requisitos expuestos en 1.6.6.1 no se cumple, se deben tomar medidas para incrementar el promedio de los siguientes resultados de ensayos.

1.6.6.3 Ensayos de núcleos.— La resistencia del concreto en el área representada por los ensayos de núcleos se considera adecuada si la resistencia promedio a la compresión de los núcleos es por lo menos igual al 85 por ciento de f'_c , y ningún núcleo presenta una resistencia inferior al 75 por ciento de f'_c . Se permiten ensayos de núcleos adicionales extraídos de zonas donde se hayan presentado resultados erráticos de resistencia de los núcleos.

1.6.6.4 Ensayos en sitio.— Los ensayos en sitio no pueden ser usados como la única base para la aceptación o rechazo del concreto pero si pueden usarse, si está especificado, para evaluar el concreto cuando los cilindros fabricados y curados de forma estándar presenten resultados de resistencia que no cumplen con los criterios establecidos en 1.6.6.1.

1.6.7 Aceptación de concreto reforzado con fibras de acero.— Al menos que se especifique otra cosa, el concreto reforzado con fibras de acero para proveer resistencia al cortante indicado en los documentos contractuales es satisfactorio si cumple con los criterios de 1.6.7.1 hasta 1.6.7.3.

1.6.7.1 La resistencia a compresión de los cilindros preparados y ensayados de acuerdo con 1.6.3.2(e) deben cumplir con los criterios de 1.6.6.1.

1.6.7.2 La resistencia residual obtenida por medio de ensayos a flexión realizados de acuerdo con ASTM C1609/C1609M para una deflexión en el centro de la luz de 1/300 de la luz no debe ser menor que lo indicado en 1.6.7.2(a) y 1.6.7.2(b).

1.6.7.2(a) 90 por ciento del primer pico de resistencia medido en el ensayo de flexión.

1.6.7.2(b) 90 por ciento de la resistencia correspondiente a $7.5\sqrt{f'_c}$.

1.6.7.3 La resistencia residual obtenida por medio de ensayos a flexión realizados de acuerdo con ASTM C1609/C1609M para una deflexión en el centro de la luz de 1/150 de la luz no debe ser menor que lo indicado en 1.6.7.3(a) y 1.6.7.3(b).

1.6.7.3(a) 75 por ciento del primer pico de resistencia medido en el ensayo de flexión.

1.6.7.3(b) 75 por ciento de la resistencia correspondiente a $7.5\sqrt{f'_c}$.

1.6.8 Aceptación del concreto en sitio

1.6.8.1 Contenido de aire.— Si el contenido de aire medido en el punto de descarga de la unidad de transporte es mayor que el límite superior establecido en 4.2.2.7(b), se debe efectuar inmediatamente un ensayo de verificación de contenido de aire sobre una nueva muestra de la misma unidad de despacho. Si el ensayo de verificación no cumple, el concreto incumple con los requisitos de esta especificación y no puede usarse en la construcción. Si la medida de contenido de aire es menor al límite inferior de 4.2.2.7(b), se podrán realizar ajustes de acuerdo con ASTM C94/C94M, a menos que se especifique lo contrario. Si el ensayo de verificación de la mezcla ajustada no cumple, el concreto incumple con los requisitos de ésta.

1.6.8.2 Asentamiento.— Si el asentamiento medido en el punto de descarga de la unidad de transporte es mayor al especificado en 4.2.2.2, se debe efectuar inmediatamente un ensayo de verificación sobre una nueva muestra tomada en punto de descarga de la misma unidad de transporte. Si el ensayo de verificación no cumple, el concreto incumple con los requisitos de esta especificación. Si el asentamiento medido es menor al especificado en 4.2.2.2, se podrán realizar ajustes de acuerdo con ASTM C94/C94M, a menos que se especifique lo contrario. Si el ensayo de verificación de asentamiento de la mezcla ajustada no cumple, el concreto incumple con los requisitos de esta especificación.

1.6.8.3 Temperatura.— Si la temperatura medida en el concreto en el punto de descarga de la unidad de transporte no está dentro de los límites de 4.2.2.5, o como se haya especificado, se debe efectuar un ensayo de verificación en una nueva localización en la muestra. Si el ensayo de verificación no cumple, se considera que el concreto no cumple con los requisitos de esta especificación.

1.7—Aceptación de la estructura

1.7.1 Generalidades.— Toda la construcción en concreto terminada debe cumplir con los requisitos aplicables de estas especificaciones y de los documentos contractuales.

1.7.1.1 El concreto que incumpla con uno, o más, de los requisitos de los documentos contractuales pero que sea adecuadamente reparado posteriormente para cumplir con los requisitos, es aceptable.

1.7.1.2 El concreto que incumplan con uno, o más, de los requisitos de los documentos contractuales y que no pueda ser reparado para cumplir con los requisitos, será rechazado.

1.7.1.3 La reparación de un concreto previamente rechazado puede efectuarse mediante su demolición y reconstrucción o su reforzamiento con obras adicionales, u otras, que lo lleven a cumplir los requisitos del proyecto según lo dirija el profesional facultado para diseñar. Para considerar que un concreto rechazado es aceptable, el método de reparación que se utilice debe garantizar que el concreto cumple con todos los requisitos aplicables de funcionamiento, durabilidad, tolerancias en las dimensiones y apariencia según lo determine el profesional facultado para diseñar.

1.7.1.4 Los materiales, métodos de reparación y las modificaciones requeridas para reparar el concreto para que cumpla con los requisitos contractuales, deben ser remitidos para consideración.

1.7.1.5 Las reparaciones del concreto deben realizarse para que éste cumpla con los requisitos de los documentos contractuales.

1.7.2 Tolerancias dimensionales

1.7.2.1 A menos que se especifique lo contrario, las tolerancias en la construcción deben cumplir con ACI 117M.

1.7.2.2 Los miembros de concreto con dimensiones inferiores a las permitidas por las tolerancias, pueden considerarse como deficientes en cuanto a resistencia y deben cumplir con las consideraciones de 1.7.4.

1.7.2.3 Los miembros de concreto con dimensiones superiores a las permitidas serán objeto de rechazo. El retiro

del material sobrante debe realizarse cuando así lo requiera el profesional facultado para diseñar.

1.7.2.4 Las superficies de concreto que no cumplan con las tolerancias serán objeto de rechazo.

1.7.2.5 Las losas que no cumplan las tolerancias establecidas, pueden corregirse cumpliendo con lo establecido en 1.7.3, 1.7.4 y 1.7.5.

1.7.2.6 Los miembros de concreto colocados contra caras de encofrado que no cumplan con los límites de horizontalidad y pendiente serán objeto de rechazo.

1.7.3 Acabados

1.7.3.1 Las superficies de concreto que no cumplan con los requisitos de 5.3.3 deben corregirse de acuerdo con lo establecido en 1.7.1.

1.7.4 Resistencia de la estructura

1.7.4.1 Criterios para determinar deficiencias potenciales en la resistencia.— La resistencia se considera deficiente si la obra de concreto no cumple los requisitos que controlan la resistencia de la estructura incluyendo, entre otras, las condiciones enunciadas en 1.7.4.1(a) hasta 1.7.4.1(f).

1.7.4.1(a) La resistencia del concreto no cumple con los requisitos de 1.6.6.1(b) y los documentos contractuales

1.7.4.1(b) El acero de refuerzo no cumple con los requisitos de diámetro, cantidad, resistencia, localización o disposición de los documentos contractuales.

1.7.4.1(c) Los miembros de concreto que exceden las tolerancias especificadas en los documentos contractuales.

1.7.4.1(d) El curado y su protección no se realizó de acuerdo con los documentos contractuales.

1.7.4.1(e) Se presenta daño mecánico, fuego durante la construcción, o descimbrado prematuro generando una resistencia deficiente.

1.7.4.2 Acciones requeridas si la resistencia es potencialmente deficiente.— Si la resistencia de la estructura se considera potencialmente deficiente, el profesional facultado para diseñar puede solicitar las acciones enunciadas en 1.7.4.2(a) hasta 1.7.4.2(e).

1.7.4.2(a) Análisis estructural, ensayos adicionales o ambos.

1.7.4.2(b) Toma y ensayo de núcleos de acuerdo con ASTM C42/C42M.

1.7.4.2(c) Si los ensayos no son concluyentes, o no pueden practicarse, o el análisis estructural no confirma la seguridad de la estructura; pueden requerirse pruebas de carga.

1.7.4.2(d) Reforzamiento con obras adicionales o reemplazo de los trabajos de concreto que evidencien deficiencias en el análisis estructural o en los resultados de pruebas de carga.

1.7.4.2(e) Remitir la documentación del trabajo de reparación propuesto para subsanar la deficiencia de resistencia del trabajo en concreto y llevarlo al cumplimiento de lo requerido en los documentos contractuales.

1.7.5 Durabilidad

1.7.5.1 Criterios para determinar deficiencias potenciales en la durabilidad.— La durabilidad del concreto se considera deficiente, y por lo tanto el miembro de concreto debe ser rechazado, si no se cumplen los requisitos para control de

la durabilidad de la estructura incluyendo, entre otras, las condiciones enunciadas en 1.7.5.1(a) hasta 1.7.5.1(f).

1.7.5.1(a) La resistencia del concreto no cumple con los requisitos de 1.6.6.1(b) o con los documentos contractuales.

1.7.5.1(b) Los materiales del concreto no cumplen con los requisitos establecidos en 4.2.1.1, 4.2.1.2, 4.2.1.3, 4.2.1.4, 4.2.1.5 y en los documentos contractuales.

1.7.5.1(c) El concreto no cumple con la durabilidad requerida en 4.2.2.7 o en los documentos contractuales.

1.7.5.1(d) El curado y su protección no cumplen con los requisitos de 5.3.6 o de los Documentos Contractuales.

1.7.5.1(e) Si se mide la temperatura interna a edad temprana en el concreto o gradientes de temperatura mayores a los permitidos en las secciones 8 y 13 o por los documentos contractuales.

1.7.5.1(f) El concreto excede los requisitos de contenido máximo admisible de ion cloruro especificado en la Tabla 4.2.2.7(d) o en los documentos contractuales.

1.7.5.2 Acciones requeridas si la durabilidad es potencialmente deficiente.— Si la durabilidad de la estructura se considera potencialmente deficiente, las acciones enunciadas en 1.7.5.2(a) hasta 1.7.5.2(e) pueden ser solicitadas por el profesional facultado para diseñar.

1.7.5.2(a) Obtener y ensayar muestras de los materiales empleados en la mezcla del concreto.

1.7.5.2(b) Obtener muestras de concreto de la estructura mediante la extracción de núcleos, aserrado, o cualquier otro método aceptable.

1.7.5.2(c) Realizar una evaluación en laboratorio del concreto y sus materiales para asegurar que el concreto cuenta con la capacidad de resistir las acciones del clima, el ataque químico, la abrasión u otras causas de deterioro, y para proteger contra la corrosión el refuerzo o los elementos metálicos embebidos.

1.7.5.2(d) Reparar o reemplazar el concreto rechazado por deficiencias de durabilidad según indique el profesional facultado para diseñar.

1.7.5.2(e) Remitir la documentación del trabajo de reparación propuesto para subsanar las deficiencias de resistencia con respecto a lo exigido por los documentos contractuales.

1.8—Protección del concreto endurecido

1.8.1 Cargas y soporte de los miembros de la estructura o la estructura.— No se permiten cargas de construcción que excedan las cargas que un miembro estructural es capaz de resistir en condiciones seguras y sin daños. Si se estima que las cargas de construcción exceden la capacidad de carga del miembro en condiciones seguras, se deben instalar apoyos adicionales.

1.8.2 Protección contra daños mecánicos.— El concreto debe ser protegido contra daños causados por tráfico de la construcción, el equipo, o los materiales de construcción. Durante el periodo de curado, el concreto debe ser protegido contra daños mecánicos incluyendo esfuerzos causados por cargas, impactos o vibración.

1.8.2 Protección contra condiciones ambientales.— Durante el periodo de curado, el concreto debe ser protegido de daños causados por el clima.

SECCIÓN 2—CIMBRAS, ENCOFRADOS Y SUS ACCESORIOS

2.1—Generalidades

2.1.1 Alcance.—La presente sección cubre los requisitos para el diseño y construcción de cimbras y encofrados.

2.1.2 Remisiones

2.1.2.1 A menos que se especifique lo contrario, se debe cumplir con 2.1.2.1(a) hasta 2.1.2.1(f).

2.1.2.1(a) Material del encofrado que entran en contacto con el concreto.— Remitir información del material propuesto para el acabado superficial si es diferente al especificado en 2.2.1.1.

2.1.2.1(b) Juntas de construcción y movimiento.— Remitir la localización y detalles de las juntas de construcción y movimiento propuestas si difieren de las indicadas en los documentos contractuales.

2.1.2.1(c) Ensayos para descimbrado.— Remitir la metodología y datos de correlación sobre el método propuesto para determinar la resistencia del concreto requerida para el descimbrado, si los métodos de ensayo de 2.3.4.2(b) hasta 2.3.4.2(d) se especificaron o propusieron.

2.1.2.1(d) Procedimiento de apuntalamiento y reapuntalamiento.— Se deben remitir los procedimientos para apuntalar o reapuntalar, incluyendo los planos suscritos y sellados por un ingeniero profesional registrado ante la autoridad competente donde se desarrolla la construcción. Se deben incluir los planos de taller que indiquen la magnitud de las cargas de construcción permitidas durante el apuntalamiento o reapuntalamiento, así como el procedimiento de descimbrado. Indicar en el procedimiento la magnitud de las cargas vivas y muertas supuestas para calcular la resistencia de la estructura en el momento de descimbrar.

2.1.2.1(e) Remitir los datos del fabricante del tipo de desmoldante que se propone utilizar para cada tipo de material de la superficie del encofrado.

2.1.2.1(f) Remitir los datos del fabricante del tipo del revestimiento interno del encofrado que se propone para cada tipo de superficie.

2.1.2.2 Cumplir con 2.1.2.2(a) hasta 2.1.2.2(e) si los documentos contractuales así lo requieren.

2.1.2.2(a) Remitir los planos de taller de la cimbra, apuntalamiento y reapuntalamiento firmados por un ingeniero profesional registrado ante la autoridad competente donde se desarrolla la construcción si son requeridos por la autoridad competente o por los documentos contractuales.

2.1.2.2(b) Remitir las memorias de cálculo de las cimbras, apuntalamiento y reapuntalamiento, firmados por un ingeniero profesional registrado ante la autoridad competente donde se desarrolla la construcción si son requeridos en los documentos contractuales o por la autoridad competente.

2.1.2.2(c) Remitir los certificados y datos del fabricante de los amarres internos para el encofrado.

2.1.2.2(d) Remitir los certificados y datos del fabricante de los materiales propuestos para las juntas de expansión.

2.1.2.2(e) Remitir los certificados y datos del fabricante de las cintas de sellado impermeable propuestas y sus empalmes.