

Designing a Roof Liner for an LNG Tank

Q. *The ACI 376-11 code¹ appears to have conflicting information regarding the design of a full containment tank roof liner. Section 8.5.3 states: “The roof design shall include a roof liner as an integral part of the strength of the roof.” This seems to require that the roof is designed as a composite steel plate and concrete structure, as Section 8.5.4 provides minimum tie or stud spacing for design as a composite member. However, Section 8.1.1 implies that a liner doesn’t need to be composite, and Section 9.8.4 clearly permits the use of either a liner or coating on the roof. Commentary Section R9.8.4 further indicates that the liner may serve as formwork and/or act compositely, implying that it is not required to be a composite structure. Commentary Section R8.5.2 refers the designer to ACI 350-06,² but Commentary Section R1.1.7.2 defers requirements for composite roof design to ANSI/ASCE 3-91.³ Is it permissible to design a structurally independent steel dome roof liner (supported by a steel frame) that can resist all applicable design loads, serve as formwork, and provide vapor tightness during operation, but is not structurally composite with the concrete roof?*

A. Section 8.5.3 of ACI 376-11 requires that the liner be designed as an integral part of the roof but does not specify whether the roof is composite or not.

So, a direct answer to your request for clarification is: Yes, it is permissible to design a structurally independent steel dome roof liner (supported by a steel frame) that is capable of resisting design loads, serving as formwork, and providing vapor tightness during operation, but is not structurally composite with the concrete roof.

In addition, a concrete roof is not mandatory for a full containment system. However, it becomes mandatory when it is: (a) specified, (b) a regulatory requirement, or (c) required by design, usually as a means to resist explosion, impact, or fire loads.

References

1. ACI Committee 376, “Code Requirements for Design and Construction of Concrete Structures for the Containment of Refrigerated Liquefied Gases (ACI 376-11) and Commentary,” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2013, 149 pp.
2. ACI Committee 350, “Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350-06) and Commentary,” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2006, 485 pp.
3. ANSI/ASCE 3-91, “Standard for the Structural Design of Composite Slabs,” American Society of Civil Engineers, New York, NY, 1994.

Thanks to ACI Committee 376, Concrete Structures for Refrigerated Liquefied Gas Containment, for providing the answer to this question.

Specifying Concrete Specimens for Strength Testing

Q. *We are a subcontractor on a project on which we are responsible for testing compressive strength using concrete cylinders. The notes on the cover sheet to the structural drawings include this statement: “Test cylinders shall be made as outlined in ACI 301-20.”¹ Does ACI 301-20 provide requirements for fabrication of concrete cylinders for strength testing?*

A. No, ACI 301-20 does not provide detailed requirements for the preparation of concrete cylinders. However, it refers testing agencies to ASTM International standards on making, curing, and testing of concrete specimens. For example, Section 1.7.3.3(e) states that specimens for testing will be prepared and cured per ASTM C31/C31M-19, “Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field.” The same standard is referenced in Section 2.3.4.1 for molding of cylinders used to evaluate in-place strength prior to removal

of formwork.

Regarding performance and design requirements, Section 4.2.2.7(a) requires that compressive strength is measured using cylindrical specimens made from the same sample of concrete, obtained at the point of delivery in accordance with ASTM C172/C172M-17, “Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete,” handled and cured per ASTM C31/C31M-19, and tested per ASTM C39/C39M, “Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.”

References

1. ACI Committee 301, “Specifications for Concrete Construction (ACI 301-20),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2020, 69 pp.

Note: Additional information on the ASTM standards discussed in this Q&A can be found at www.astm.org.

Diseño de una membrana de cubierta para un tanque de gas natural licuado

P

El Código ACI 376-11¹ aparenta contener una información contradictoria con respecto al diseño de una membrana de cubierta completa para un tanque de contención. La Sección 8.5.3 establece: "El diseño de una cubierta incluye la membrana de cubierta como una parte íntegra de la resistencia de la cubierta." Esto parece requerir que la cubierta sea diseñada como una estructura de placa compuesta de acero y concreto, puesto que la Sección 8.5.4 provee un espaciamiento mínimo de amarres o pernos para el diseño del miembro compuesto. Por otra parte, la Sección 8.1.1 sugiere que la membrana no tiene que ser compuesta, y la Sección 9.8.4 claramente permite el uso de una membrana o de un recubrimiento en la cubierta. La Sección de Comentarios R9.8.4 expande sobre cómo la membrana podría ser utilizada como encofrado y/o servir como compuesto, implicando que no es un requisito que la estructura sea compuesta. La Sección de Comentarios R8.5.2 refiere al diseñador al ACI 350-06², pero la sección de Comentarios de la Sección R1.1.7.2 refiere los requisitos de diseños de recubiertas compuestas al ANSI/ASCE 3-91³. ¿Es permitido diseñar una membrana para un domo en acero (apoyado por un pórtico en acero) como una estructura independiente que resista todas las cargas aplicables de diseño, funja como encofrado y provea una barrera de vapor durante la operación, pero que no sea estructuralmente compuesto con la cubierta en concreto?

R

La Sección 8.5.3 del ACI 376-11 requiere que la membrana sea diseñada como parte íntegra de la cubierta, pero no especifica si la cubierta debe ser compuesta o no. Por tanto, la contestación directa a la solicitud de clasificación es: Si, es permisible diseñar una membrana de cubierta para un domo de acero (apoyada en un pórtico de acero) estructuralmente independiente que sea capaz de resistir las cargas de diseño, fungiendo de encofrado y que provea una barrera de vapor durante su operación que no sea estructuralmente compuesta con la cubierta de concreto.

En adición, una cubierta de concreto no es mandatorio para un sistema de contención completo. Por otra parte, se

torna un requisito cuando es: (a) especificado, (b) un requisito reglamentario, o (c) es requisito de diseño, de ordinario como un medio para resistir explosiones, impactos o cargas de fuego.

Referencias

1. ACI Committee 376, "Code Requirements for Design and Construction of Concrete Structures for the Containment of Refrigerated Liquefied Gases (ACI 376-11) and Commentary," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2013, 149 pp.
2. ACI Committee 350, "Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350-06) and Commentary," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2006, 485 pp.
3. ANSI/ASCE 3-91, "Standard for the Structural Design of Composite Slabs," American Society of Civil Engineers, New York, NY, 1994.

Agradecemos al Comité de la ACI 376, Concrete Structures for Refrigerated Liquefied Gas Containment, por proveer la respuesta a esta interrogante.

P

Somos subcontratistas en un proyecto en el cual somos responsables por las pruebas de resistencia en compresión mediante probetas cilíndricas de concreto. Las notas en la hoja de portada de los dibujos estructurales incluyen la siguiente cita: “Las probetas cilíndricas de concreto se deben tomar según delineado en el ACI 301-20”. ¿Acaso el ACI 301-20 provee requisitos para la confección de las probetas cilíndricas de concreto para pruebas de resistencia en compresión?

R

No, el ACI 301-20 no provee detalles sobre la confección y preparación de probetas cilíndricas de concreto. Sin embargo, refiere a las agencias de ensayos a los estándares de ASTM International sobre como tomar, curar y ensayar las probetas de concreto. Por ejemplo, la Sección 1.7.3.3(e) establece que las probetas para ensayos se deben preparar y curar según el ASTM C31/C31M-19, “Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field”. A este mismo estándar se hace referencia en la Sección 2.3.4.1 para moldear las probetas usadas para evaluar la resistencia en campo antes de remover el encofrado.

En cuanto al desempeño y los requisitos de diseño, la Sección 4.2.2.7(a) establece que la resistencia en compresión se mide usando probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto, obtenidas en el punto de descarga según el ASTM C172/C172M-17, “Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete”,

manejado y curado según el ASTM C31/C31M-19, y ensayado según el ASTM C39/C39M, “Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens”.

Referencias

1. ACI Committee 301, “Specifications for Concrete Construction (ACI 301-20),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2020, 69 pp.

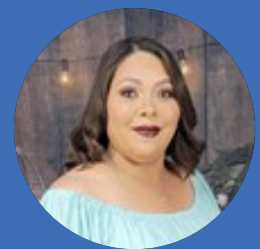
Nota: Información adicional sobre los estándares de ASTM discutidos en este artículo se encuentra en www.astm.org.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de Puerto Rico

Título: Diseño de una membrana de cubierta para un tanque de gas natural licuado



Traductor:
Ing. Ángel E. Cintrón Jiménez



Revisor Técnico:
Anabel N. Merejildo