

Interpretation of Formwork Requirements

Q We've been installing formwork and placing reinforced structural concrete for more than 30 years. Our understanding of formwork requirements was recently questioned on a project that required plywood soffit forms to be: 1) arranged in an orderly and symmetrical manner with a minimum of seams; and 2) furnished in the largest practicable size to minimize the number of joints. We submitted a formwork shop drawing indicating 4 x 8 ft (1.2 x 2.4 m) plywood sheets, arranged in a staggered pattern starting in a corner, as shown in Fig. 1. The architect rejected our shop drawing, requiring the plywood to be 5 x 10 ft (1.5 x 3.0 m) as the "largest practical size" and that the sheets be arranged "symmetrical" about each individual room shown on the architectural plans. The cost difference between our proposed formwork layout and the one requested by the architect was 500,000 USD. We don't have that money in our bid. Have we been interpreting these formwork requirements incorrectly all these years?

A This issue arises infrequently, but when it does, it can be expensive. Standard practice is for contractors to supply 4 x 8 ft plywood sheets arranged as shown in Fig. 1 when "orderly and symmetrical" are not defined in the contract documents. A reasonable contractor interpretation for the largest practical size is 4 x 8 ft plywood because 5 x 10 ft plywood is often special order,

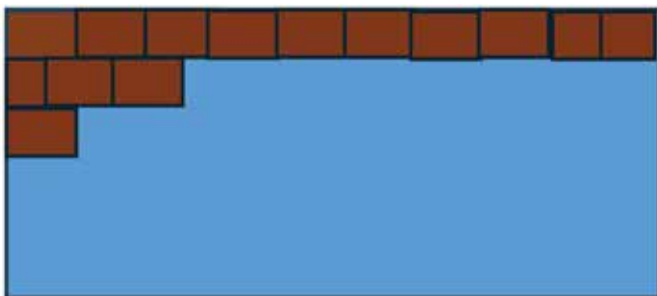


Fig. 1: Proposed staggered 4 x 8 ft (1.2 x 2.4 m) plywood soffit form panels starting in a corner

where delivery can delay the project. Also, if the architect did not define the axis of symmetry or state "soffit formwork arranged symmetrical by room" in the contract documents, then again you have a reasonable contractor interpretation. Courts have generally ruled that the drafter of ambiguous contract documents is responsible if the contractor has a reasonable interpretation.

ACI SPEC-301-20, Specifications for Concrete Construction,¹ avoids this issue by not using the words "orderly," "symmetrical," or "largest practical size." If ACI SPEC-301-20 were to incorporate "largest practical size" and "orderly and symmetrical," they would require the specifier in the Mandatory Requirement Checklist to state the "largest practical size" as well as "orderly and symmetrical" in the contract documents.

ACI PRC-347-14(21), Guide to Formwork for Concrete, Section 7.5.2, states "formwork should be carefully installed to produce neat and symmetrical joint patterns, unless otherwise specified. Joints should be either vertical or horizontal and, where possible, should be staggered to maintain structural continuity."² The document, however, does not describe what constitutes a "symmetrical joint pattern."

Unfortunately, AIA MasterSpec^{®3} provides the following ambiguous requirements:

AIA MasterSpec Section 033000 Cast-in-Place Concrete:

- Form-Facing Materials—Smooth-Formed Finished Concrete: Form-facing panels that provide continuous, true, and smooth concrete surfaces. Furnish in largest practicable sizes to minimize number of joints.
- Finishing Formed Surfaces—Smooth-Formed Finish (ACI 301-20 Surface Finish SF-2.0): As-cast concrete texture imparted by form-facing material, arranged in an orderly and symmetrical manner with a minimum number of seams.

Questions in this column were asked by users of ACI documents and have been answered by ACI staff or by a member or members of ACI technical committees. The answers do not represent the official position of an ACI committee. Comments should be sent to keith.tosolt@concrete.org.

AIA MasterSpec Section 033300 Architectural Concrete:

- **Form-Facing Panels for As-Cast Finishes**—Steel, glass-fiber-reinforced plastic, or other approved nonabsorptive panel materials that will provide continuous, true, and smooth architectural concrete surfaces. Furnish in largest practicable sizes to minimize number of joints.
- **As-Cast Smooth-Formed Finish**—As-cast concrete texture imparted by form-facing material, arranged in an orderly and symmetrical manner with a minimum of seams.

Interestingly, AIA MasterSpec uses the same language for both structural and architectural concrete, although the “largest practical size” and “orderly and symmetrical” are concerns rarely associated with formwork for structural concrete. To add to the dilemma, few architects define the requirements for “largest practical size” and “orderly and symmetrical,” even for architectural concrete.

While the largest practical size is open to interpretation, generally we see contractors choosing 4 x 8 ft plywood. The contract documents would need to include a specific requirement if another size is desired.

The requirements for “orderly” need to be defined in the contract documents. Orderly is an adjective that describes arranging the formwork in some pattern. Do the contract documents state or describe the pattern? If yes, then that’s the contract requirement. If not, then the contractor’s reasonable interpretation must be accepted.

The same requirement applies to “symmetrical.” The term is an adjective that describes something that has balance proportions, where parts are arranged evenly on either side of a central line, plane, point, or axis, matching in size, shape, and positioning. Thus, the dividing line, plane, point, or axis must be specified to describe the formwork layout. Figure 2

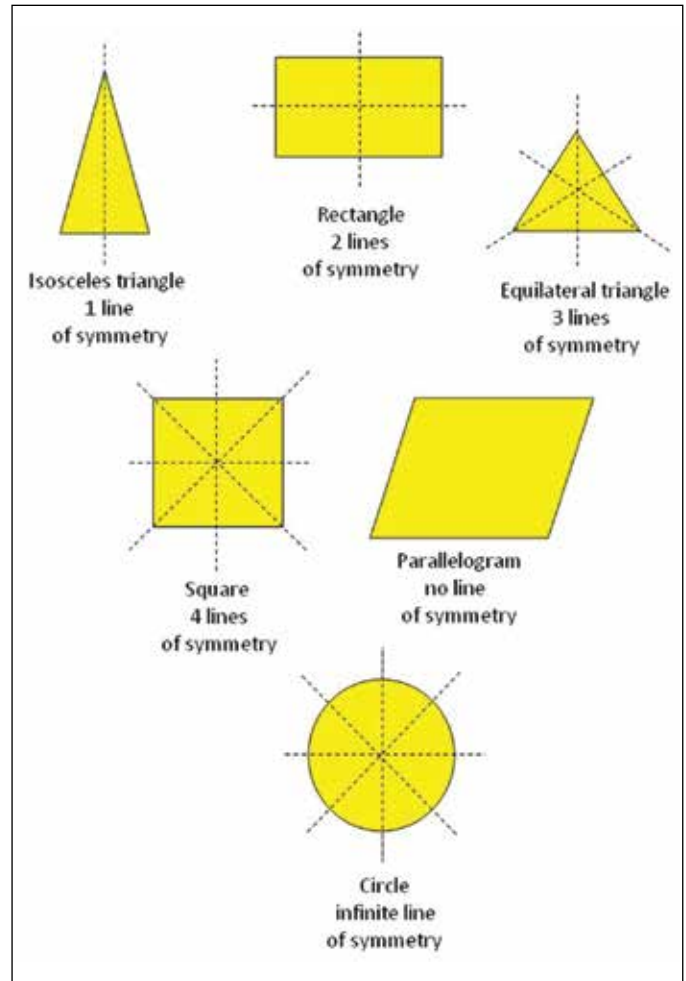


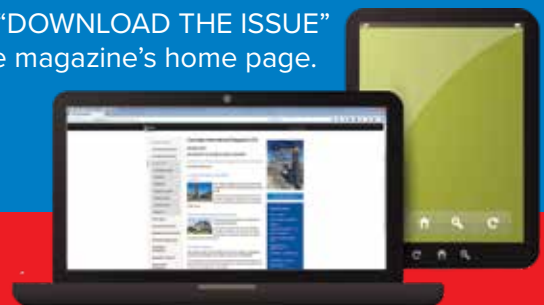
Fig. 2: Axis of symmetry for different shapes

Read
Cionline
 cover-to-cover

aci American Concrete Institute
Always advancing

A full version of the current issue of *CI* is available to ACI members by logging in at www.concreteinternational.com.

Click “DOWNLOAD THE ISSUE” on the magazine’s home page.



Concrete Q&A

shows the axis of symmetry for different shapes with the most likely formwork layout as square and rectangular (an example of a triangular formwork layout is provided later in this answer).

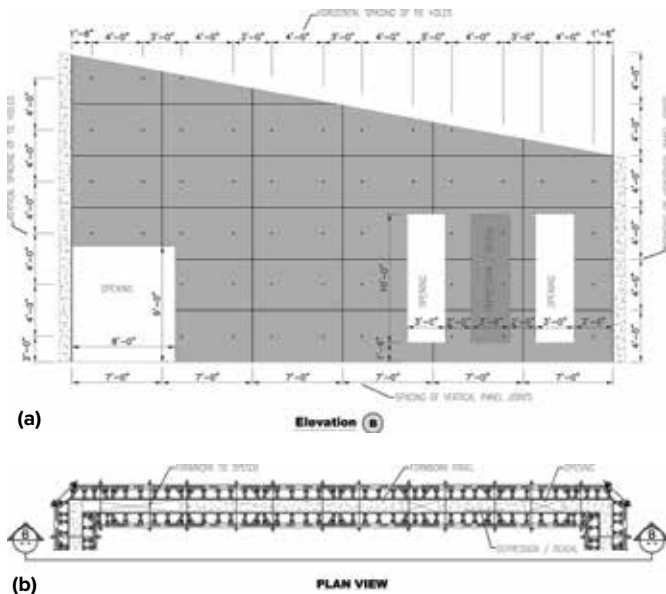


Fig. 3: Job-built formwork: (a) use of gangs 4 x 8 ft, and form face appearance elevation (Fig. 4.1c in ACI PRC-347.3-13); and (b) form plan (Fig. 4.1d in ACI PRC-347.3-13)

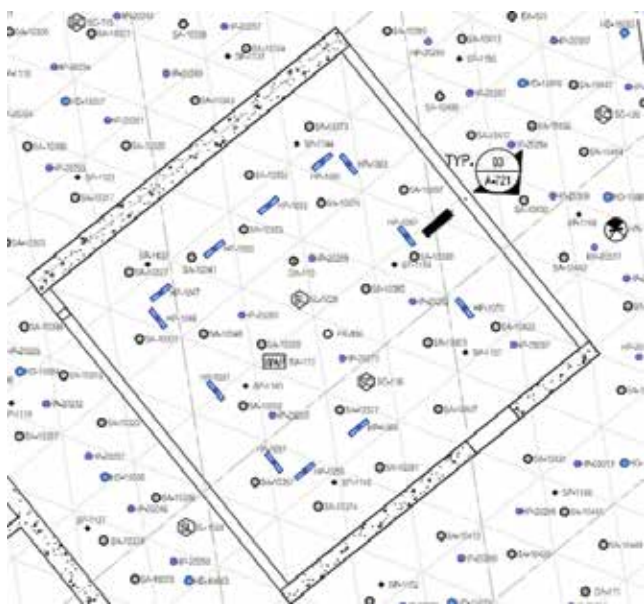


Fig. 4: Example of an architectural reflected ceiling plan (RCP) indicating triangular plywood soffit form seam arrangement (courtesy of Largo Concrete, Inc.)

ACI PRC-347.3-13(21), Guide to Formed Concrete Surfaces, Section 4.3, recommends that the specifier “generate a formed surface appearance drawing in accordance with the requirements of the contract documents.”²⁴ This formed surface appearance drawing helps to match expectations with the final appearance of the formed concrete. The drawing should provide locations for joints in the form-facing material, tie holes, and any architectural features such as reveals or faux tie holes. Figure 3 illustrates a formed surface appearance drawing showing the elevation of a finished wall and a plan view of a wall formwork layout done with job-built formwork.

We asked Chris Forster, Vice President of Operations, Largo Concrete, Inc., and past Chair of ACI Committee 303, Architectural Cast-in-Place Concrete, about definitions of “symmetrical and orderly.” He stated that he has never had a problem with this issue, as architects in his area detail specific form joint locations on the reflected ceiling plans. Further, it is “understood” that “symmetrical and orderly” instructs the contractor to use full sheets in an organized layout, as most owners don’t want to see a patchwork quilt of plywood sizes.

An example of the form details on the reflected ceiling plan is shown in Fig 4. This architect wanted triangular plywood sheets tied to a grid layout and coordinated with every penetration such as light fixtures and fire sprinklers.

In your case, the architect’s failure to provide specific requirements for “largest practicable sizes” of formwork sheets, a definition of an “orderly and symmetrical” layout, or formed surface appearance drawings in the contract documents makes the architect’s post-bid demands fair game for a change order request.

References

1. ACI Committee 301, “Specifications for Concrete Construction (ACI SPEC-301-20),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2020, 69 pp.
2. ACI Committee 347, “Guide to Formwork for Concrete (ACI PRC-347-14) (Reapproved 2021),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 36 pp.
3. AIA MasterSpec[®], The American Institute of Architects, Washington, DC.
4. ACI Committee 347, “Guide to Formed Concrete Surfaces (ACI PRC-347.3-13) (Reapproved 2021),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2013, 17 pp.

Thanks to James E. Klinger, Concrete Consultant, Antioch, CA, USA, and Bruce A. Suprenant, Concrete Consultant, Denver, CO, USA, for providing the answer to this question.

Interpretación de los requisitos de las formaletas

P. Llevamos más de 30 años instalando formaletas y colocando hormigón armado estructural. Recientemente se ha cuestionado la comprensión de los requisitos de formaleta en un proyecto que requería que las formaletas de soffito de madera: 1) se dispusieran de forma ordenada y simétrica con un mínimo de juntas; y 2) se suministraran en el mayor tamaño posible para minimizar el número de juntas. Presentamos un plano de formaleta en el que se indicaban planchas de madera contrachapada de 1.2 x 2.4 m (4 x 8 pies), dispuestas de forma escalonada a partir de una esquina, tal y como se muestra en la Fig. 1. El arquitecto rechazó nuestro plano de taller, exigiendo que el contrachapado fuera de 1.5 x 3.0 m (5 x 10 pies) como “tamaño práctico más grande” y que las planchas se dispusieran “simétricamente” alrededor de cada habitación individual mostrada en los planos arquitectónicos. La diferencia de coste entre nuestra propuesta de disposición de la formaleta y la solicitada por el arquitecto era de 500,000 USD. No tenemos ese dinero en nuestra oferta. ¿Hemos interpretado mal estos requisitos de formaleta todos

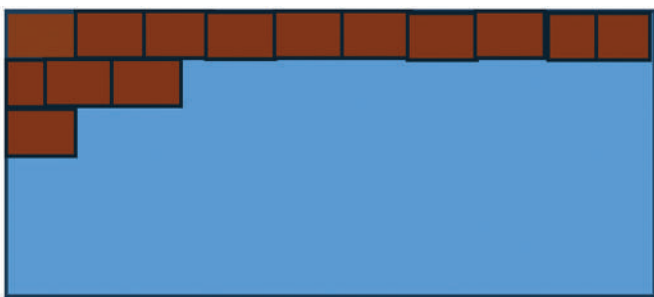


Fig. 1: Propuesta de paneles de madera contrachapada escalonados de 1.2 x 2.4 m (4 x 8 pies) comenzando en una esquina.

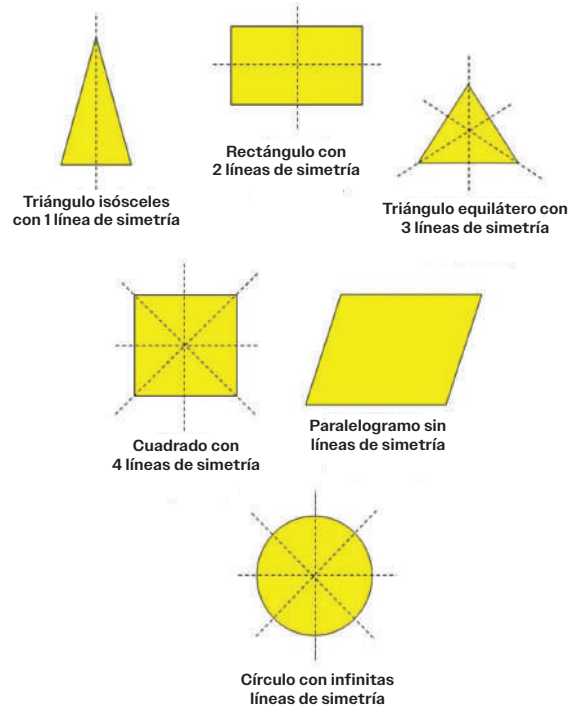


Fig. 2: Eje de simetría para diferentes formas.

R. ¿Estos años? Este problema se plantea con poca frecuencia, pero cuando lo hace, puede resultar caro. La práctica habitual es que los contratistas suministren planchas de contrachapado de 4 x 8 pies dispuestas como se muestra en la Fig. 1 cuando los términos “ordenado y simétrico” no están definidos en los documentos contractuales.

Una interpretación razonable del contratista para el tamaño práctico más grande es madera contrachapada de 4 x 8 pies, porque la madera contrachapada de 5 x 10 pies es a menudo un pedido especial, por lo que su entrega puede retrasar el proyecto. Asimismo, si el arquitecto no define en los documentos del contrato que el eje de simetría o la “formaleta de soffito debe estar dispuesta simétricamente por habitación”, entonces de nuevo se tendrá que aplicar una interpretación razonable del contratista. Los tribunales han dictaminado generalmente que el redactor de documentos contractuales ambiguos es responsable si el contratista tiene una interpretación razonable.

ACI SPEC-301-20, “Especificaciones para construcción de concreto”,¹ evita esta cuestión al no utilizar las palabras “ordenada”, “simétrica” o “mayor tamaño práctico”. Si ACI SPEC-301-20 incorporara “mayor tamaño práctico” y “ordenado y simétrico”, requeriría que el especificador en la Lista de Comprobación de Requisitos Obligatorios indicara el “mayor tamaño práctico” así como “ordenado y simétrico” en los documentos contractuales.

ACI PRC-347-14(21), Guía de Formaletas para Hormigón, Sección 7.5.2, establece que “la formaleta debe instalarse cuidadosamente para producir patrones de juntas ordenados y simétricos, a menos que se especifique lo contrario. Las juntas deben ser verticales u horizontales y, cuando sea posible, deben escalonarse para mantener la continuidad estructural”.² Sin embargo, el documento no describe lo que constituye un “patrón de juntas simétrico”.

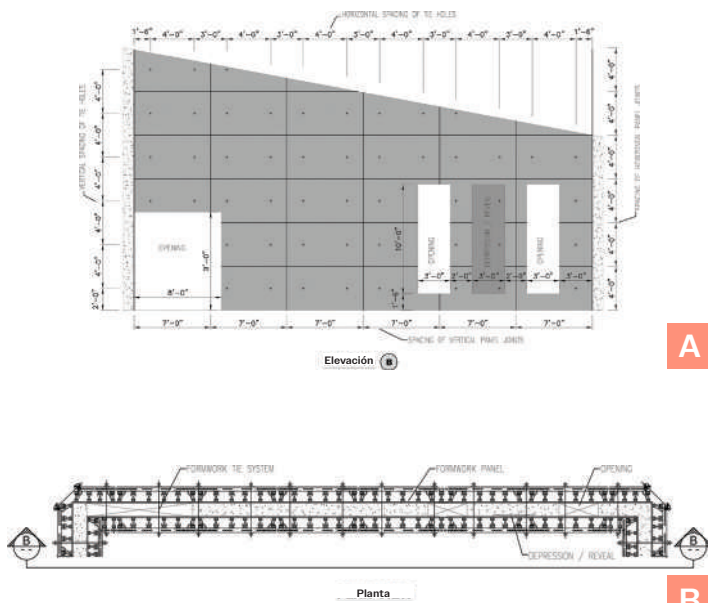


Fig. 3: Formaleta de obra: (a) uso de bandas de 4 x 8 pies, y elevación del aspecto de la cara de la formaleta (Fig. 4.1c en ACI PRC-347.3-13); y (b) plano de la formaleta (Fig. 4.1d en ACI PRC-347.3-13).

Lamentablemente, AIA MasterSpec^{®3} establece los siguientes requisitos ambiguos:

AIA MasterSpec Sección 033000 Hormigón Vertido en obra:

- Materiales de formaleta - Hormigón acabado liso: Paneles de formaleta que proporcionan superficies de hormigón continuas, verdaderas y lisas. Se suministran en los tamaños más grandes posibles para minimizar el número de juntas.
- Acabado de superficies encofradas - Acabado liso formaleta (ACI 301-20 Acabado superficial SF-2.0): Textura de hormigón en bruto impartida por el material de formaleta, dispuesta de forma ordenada y simétrica con un número mínimo de juntas.

AIA MasterSpec Sección 033300 Hormigón arquitectónico:

- El acero, plástico reforzado con fibra de vidrio u otros materiales para paneles no absorbentes aprobados y que proporcionen superficies de hormigón arquitectónico continuas, verdaderas y lisas. Se suministran en el mayor tamaño posible para minimizar el número de juntas.

- Acabados lisos con figuras de la formaleta: Textura del hormigón impartida por el material de la formaleta, debe ser dispuesto de forma ordenada y simétrica con un mínimo de juntas. Curiosamente, AIA MasterSpec utiliza el mismo lenguaje para el hormigón estructural y arquitectónico, aunque el “mayor tamaño práctico” y “ordenado y simétrico” son preocupaciones que rara vez se asocian con la formaleta para el hormigón estructural. Para agravar el dilema, pocos arquitectos definen los requisitos de “mayor tamaño práctico” y “ordenado y simétrico”, incluso para el hormigón arquitectónico.

Aunque el tamaño práctico más grande está abierto a la interpretación, generalmente vemos que los contratistas eligen madera contrachapada de 4 x 8 pies. Si se desea otro tamaño, los documentos contractuales deberán incluir un requisito específico.

Los requisitos de “ordenado” deben definirse en los documentos contractuales. Ordenado es un adjetivo que describe la disposición de la formaleta siguiendo un patrón. ¿Se indica o describe el patrón en el pliego de condiciones? Si es así, ese es el requisito del contrato. Si no, hay que aceptar la interpretación razonable del contratista.

El mismo requisito se aplica a “simétrico”. El término es un adjetivo que describe algo que tiene proporciones equilibradas, donde las piezas están dispuestas uniformemente a ambos lados de una línea, plano, punto o eje central, coincidiendo en tamaño, forma y colocación. Por lo tanto, la línea, plano, punto o eje divisorio debe especificarse para describir la disposición de la formaleta. La figura 2 muestra el eje de simetría para diferentes formas, con la disposición de formaleta más probable como cuadrada y rectangular (más adelante en esta respuesta se proporciona un ejemplo de disposición de formaleta triangular).

ACI PRC-347.3-13(21), Guía de Superficies de Hormigón con patrones de la formaleta, Sección 4.3, recomienda que el especificador “genere un dibujo del aspecto de la superficie encofrada de acuerdo con los requisitos de los documentos del contrato”.⁴ Este dibujo del aspecto de la superficie encofrada ayuda a hacer coincidir las expectativas con el aspecto final del hormigón formaleta. El dibujo debe indicar la ubicación de las juntas en el material de revestimiento de la formaleta, los orificios de anclaje y cualquier elemento arquitectónico como huecos o falsos orificios de anclaje. La figura 3 ilustra un dibujo del aspecto de la superficie encofrada que muestra el alzado de un muro acabado y una vista en planta de la disposición de la formaleta de un muro realizado con formaleta de obra.

Preguntamos a Chris Forster, vicepresidente de Operaciones de Largo Concrete, Inc. y ex Presidente del Comité 303 de ACI, Hormigón Arquitectónico Colado en Obra, sobre las definiciones de “simétrico y ordenado”. Afirmó que nunca ha tenido problemas con esta cuestión, ya que los arquitectos de su zona detallan las ubicaciones específicas de las juntas de formaleta en los planos de techos reflejados. Además, se “entiende” que “simétrico y ordenado” indica al contratista que debe utilizar planchas completas en una disposición organizada, ya que la mayoría de los propietarios no quieren ver una colcha de retazos de tamaños de madera contrachapada.

En la figura 4 se muestra un ejemplo de los detalles de la forma en el plano del techo reflejado. Este arquitecto quería láminas triangulares de madera contrachapada unidas a una disposición en cuadrícula y coordinadas con cada penetración, como las luminarias y los rociadores contra incendios.

En su caso, el hecho de que el arquitecto no incluyera en el pliego de condiciones requisitos específicos sobre las “mayores dimensiones posibles” de las planchas de formaleta, una definición de disposición “ordenada y simétrica” o planos de aspecto de la superficie encofrada, hace que las exigencias del arquitecto posteriores a la licitación puedan ser objeto de una solicitud de cambio.

Referencias

1. ACI Committee 301, “Specifications for Concrete Construction (ACI SPEC-301-20),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2020, 69 pp.
2. ACI Committee 347, “Guide to Formwork for Concrete (ACI PRC-347-14) (Reapproved 2021),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 36 pp.
3. AIA MasterSpec®, The American Institute of Architects, Washington, DC.
4. ACI Committee 347, “Guide to Formed Concrete Surfaces (ACI PRC-347.3-13) (Reapproved 2021),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2013, 17 pp.

Gracias a James E. Klinger, consultor de hormigón, Antioch, CA, EE. UU., y Bruce A. Suprenant, consultor de hormigón, Denver, CO, EE. UU., por proporcionar la respuesta a esta pregunta.

Las preguntas de esta columna fueron formuladas por usuarios de los documentos del ACI y han sido respondidas por el personal del ACI o por un miembro o miembros de los comités técnicos del ACI. Las respuestas no representan la posición oficial de un comité del ACI. Los comentarios deben enviarse a keith.tosolt@concrete.org.

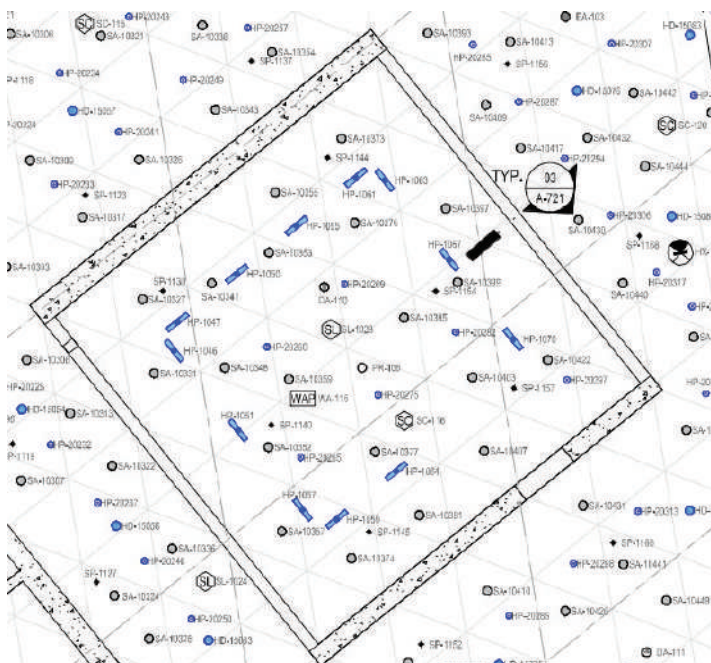


Fig. 4: Ejemplo de un plano arquitectónico de techo reflejado (RCP) que indica la disposición triangular de las juntas de formaleta del soffito de madera contrachapada (cortesía de Largo Concrete, Inc.)

Título original en inglés:
Interpretation of
Formwork Requirements

La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo Puerto Rico



Traductora:
**Nicole Mejía
Borrero**



Revisora Técnica:
Anabel N. Merejildo