



REGLAMENTO



VII CONCURSO

**NACIONAL DE
HORMIGONES**

FRP COMPOSITES

REGLAMENTO DEL VII CONCURSO NACIONAL DE HORMIGONES

“FRP COMPOSITES, 2DA EDICIÓN”

i. OBJETO

Estos son los retos de la Competición:

Diseñar, fabricar y ensayar una estructura de concreto reforzado con varillas de polímero reforzado con fibra (FRP) para lograr la relación costo-carga más baja. El costo se define como el precio del lote de materiales usados para la fabricación de la viga, incluido el costo de las varillas de FRP, y en ciertos casos tanto la influencia de la geometría (como penalidad) de la viga y la implementación de diseños sostenibles (como créditos al equipo).

Realizar una presentación sobre el diseño y cálculos de la probeta indicando el tipo de falla teórica y la carga que se estima puede soportar la viga. Los cálculos se pueden hacer usando el “Capítulo 22 Resistencia seccional del CÓDIGO ACI-440.11-22: Requisitos del código de construcción para hormigón estructural reforzado con barras de polímero reforzado con fibra de vidrio (GFRP)”, que ACI proporcionará a cada equipo de estudiantes o se hará usando otros métodos de cálculo.

Predecir la carga última, misma que al momento del ensayo puede diferir de los valores calculados. Las diferencias encontradas durante la investigación entre la carga prevista y la carga calculada deben justificarse en la presentación mencionada.

Cumplir con las bases del concurso y las fechas asociadas.

ii. CATEGORÍAS

Los premios que se otorguen consistirán en la calificación del puntaje total, donde se consideran las siguientes categorías:

- Relación Costo vs Carga / Predicción de la Carga / Sostenibilidad en la fabricación

iii. EQUIPOS

a) Requisitos de los participantes

Los equipos estarán conformados por estudiantes universitarios de las carreras de arquitectura o ingeniería civil, o a su vez carreras técnicas relacionadas con la construcción y el hormigón como material de construcción primario.

Para participar, los estudiantes deberán estar matriculados y vigentes en el semestre en curso o último periodo de semestre pasado. No se permitirá la participación de estudiantes que se

encuentren realizando su investigación o proyecto de titulación (tesis) como parte de los grupos conformados.

b) Conformación de equipos

Cada equipo estará conformado por un número máximo de 6 personas las cuales pertenecerán únicamente a un equipo en el concurso, cada universidad estará representada por máximo dos equipos, siempre y cuando pertenezcan a distintas facultades o carreras.

Cada equipo tendrá un Tutor de Investigación, el mismo que deberá ser un docente que pertenezca a la carrera que cursa el equipo.

El Tutor de Investigación será responsable de asegurar el cumplimiento de las reglas del concurso, acompañar al equipo en la investigación, firmar los formularios de inscripción y el "Informe de Participación e Investigación (IPI)" para fidelidad de los datos que constan en el mismo.

c) Presencia el día del concurso

Se debe designar al menos tres personas para representar a cada equipo y estar presente durante la competencia con la finalidad de estar pendientes del turno de participación y acople del espécimen cilíndrico en el momento y lugar especificados del concurso.

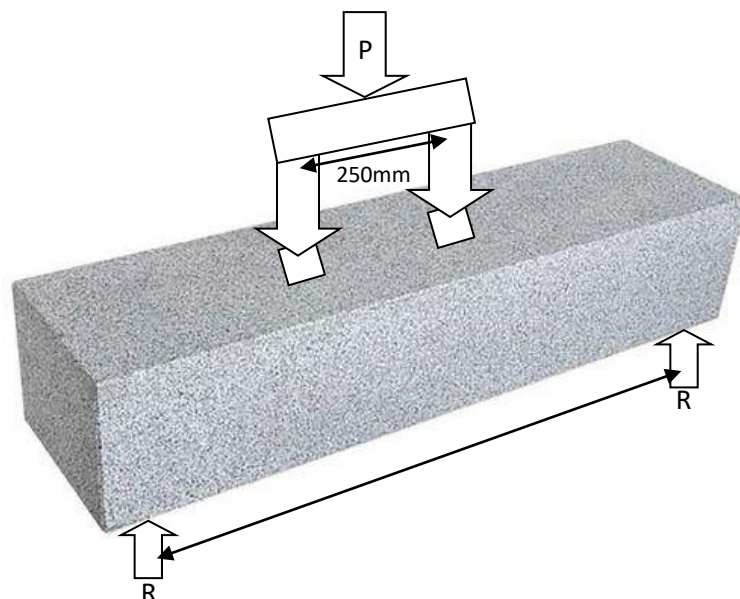
El Tutor de Investigación deberá estar presente en la competencia, en caso de que no lo realice puede delegar a otro docente de la carrera para que acompañe al equipo.

El equipo presentará el día del concurso:

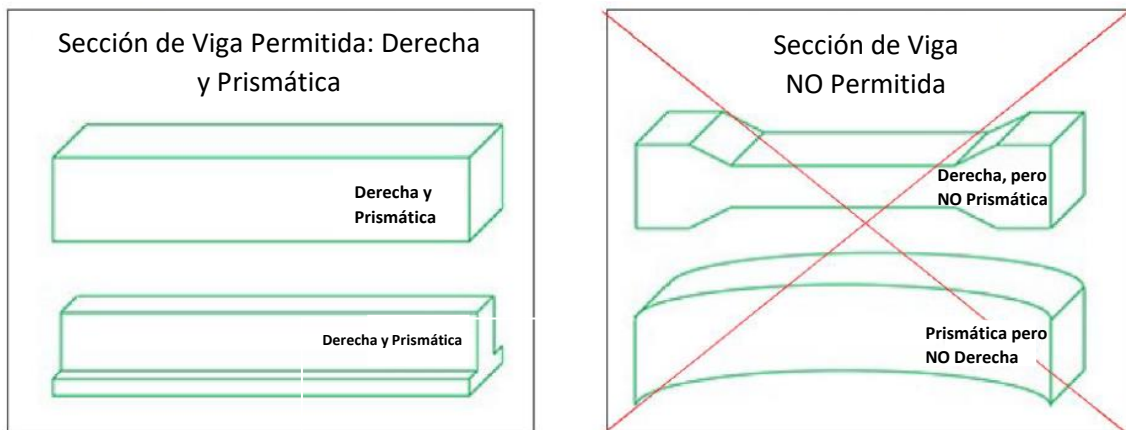
- Un cilindro de 100mmx200mm cortado en la mitad de su altura.
- El Formulario Oficial de Mezcla y Costo (FOMC) y sus Anexos Impresos.

iv. GEOMETRÍA DEL ESPÉCIMEN

Diagrama Representativo:



- La carga total "P", se aplicará centrada con dirección al centro de la luz de la viga, esta se dividirá en dos bloques de carga aplicados a placas de 50mm*50mm como se muestra en la figura.
- Los apoyos "R" serán aplicados a 950mm de distancia entre ejes. Y se centrarán sobre placas de 50mm*50mm
- La estructura debe tener al menos 950 mm de largo y caber en una caja de 200 mm de alto por 1000 mm de largo.
- Identificar la viga con el nombre del equipo en la cara frontal con respecto de la ubicación en el marco de carga.
- Marcar con una "X" la superficie superior de la viga (la que recibe la influencia de la carga P), esto anticipará que los bloques de carga superior se apoyarán en este sitio.
- A continuación, se establecen las secciones permitidas y no permitidas para el concurso:



v. CONSIDERACIONES DE LA ESTRUCTURA

- Estructura:

La estructura puede tener una sección transversal rectangular o no rectangular; sin embargo, si la sección transversal no es rectangular, se aplicará un ajuste de costo de encofrado con la penalidad correspondiente.

- Tamaño de la estructura:

La estructura debe caber en una caja de 200 mm (7,87 pulg.) de ancho por 200 mm (7,87 pulg.) de alto por 1000 mm (39,4 pulg.) de largo. La longitud total de la

estructura no puede ser inferior a 950 mm (37,4 in.) ni superior a 1000 mm (39,4 in.), incluido cualquier refuerzo que sobresalga.

La estructura debe poder colocarse sobre soportes y cargarse como se muestra en el anteriormente expuesto. Todas las medidas dimensionales serán realizadas por el comité de competición con aparatos de medida comunes. Las mediciones hechas por el comité son definitivas.

c) Marcas de la estructura:

Debajo de los dos puntos de carga, se pintarán dos "X" separadas 250 mm en la superficie superior donde se aplicarán las cargas concentradas.

Además, los equipos de estudiantes deben identificar la viga en su cara frontal con el nombre del equipo, este debe marcarse de manera que sea claramente visible en ambos lados de la estructura. Aparte de lo mencionado, no se permitirán otras marcas o tratamientos superficiales.

d) Peso de la estructura: El peso total de la estructura debe estar entre 5 kg (11,0 lb) y 15 kg (33,1 lb). Todas las mediciones de peso serán realizadas por el comité de competición utilizando dispositivos de medición comunes. Las mediciones realizadas por el comité son definitivas.

vi. MATERIALES

Use solo los materiales enumerados en el **Formulario Oficial de Mezcla y Costo (FOMC)**.

a) Los materiales cementantes deben consistir en cualquier combinación de cemento portland que cumpla con los requisitos de las normas INEN 490 o INEN 2380. Los materiales cementantes complementarios que también se pueden usar incluyen cemento de escoria ("escoria") que cumple con los requisitos de ASTM C989, cenizas

volantes que cumplen con los requisitos de ASTM C618 y/o humo de sílice que cumple con los requisitos de ASTM C1240. Estos materiales cementantes y cementantes complementarios solo se deben usar para producir una mezcla de concreto y no se

pueden usar para otros fines, como recubrir el refuerzo como agente mejorador de la adherencia.

b) Se puede utilizar cualquier tipo de agregado, material pétreo no metálico.

c) Se permiten aditivos que cumplan con las normas ASTM C260, C494 o C1017. No se pueden usar epóxicos y otros polímeros, pegamentos o aglutinantes.

d) Los equipos deben mostrar en el **Formulario Oficial de Mezcla y Costo (FOMC)**, el peso total de TODOS los materiales utilizados para mezclar el lote de concreto a partir del

- e) cual se moldeó su estructura de competencia. Esto incluye material de lote para la estructura de competencia, cilindro(s), cualquier otro elemento de fundición y material restante.
- f) Cada equipo recibirá un kit de materiales de refuerzo de FRP de ACI. INECYC se encargará del envío, por ello, es importante que cada equipo en el FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN llene los datos de envío de las varillas de refuerzo de FRP
- g) Los equipos participantes pueden usar cualquier combinación de materiales de refuerzo de FRP suministrados para la competencia en su estructura, sin embargo, la estructura de la competencia debe fabricarse con al menos una (1) pieza completa de los materiales de refuerzo de FRP suministrados para la competencia. El material de refuerzo de FRP se puede cortar de cualquier manera. No se permiten otros materiales de refuerzo que no se incluyen en el kit de materiales de refuerzo de FRP, en el caso de que un equipo se presente con materiales ajenos a lo mencionado será motivo de descalificación, no solo en esta competición sino en las siguientes organizadas. Los materiales de refuerzo de FRP no se pueden pretensar.

vii. FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA

- a) El curado debe ser a presión atmosférica, y la temperatura de curado no debe exceder el punto de ebullición del agua a temperatura atmosférica.
- b) Ninguna estructura deberá tener más de 56 días de antigüedad al momento de la prueba.
- c) No se permiten soportes de refuerzo en la luz libre de 850 mm. Se puede usar cualquier tipo de soporte de barra, incluidas sillas, alambres y bloques de hormigón prefabricado, fuera del espacio libre, siempre que el soporte de barra no actúe para mejorar el comportamiento de la estructura, como anclando la barra en el hormigón; estos soportes de barra NO están incluidos en el costo total. Todos los soportes de refuerzo deben estar hechos de materiales no metálicos o deben estar galvanizados (recubiertos de zinc) o recubiertos con materiales no metálicos.

viii. PRESENTACIÓN EL DÍA DE LA COMPETENCIA

- a) Los equipos deben portar el día de la competencia un molde de cilindro de 100 x 200 mm (4 x 8 pulg.) cortado a la mitad (la idea es observar la distribución del material con el corte) del mismo lote de concreto que se usó para moldear la estructura de la competencia.
- b) El cilindro debe tener inscrito el nombre del equipo con la misma marca de identificación de la estructura y debe presentarse con la estructura el día de la competencia. El cilindro será utilizado por INECYC según lo requieran los jueces para confirmar los materiales utilizados. Los equipos que no presenten el cilindro requerido

c) serán descalificados de la competencia. El cilindro debe pesar lo mismo que lo que arroje el cálculo en el informe que se presente.

d) Los equipos también deben proporcionar los siguientes documentos:

e) DIAGRAMA

Que muestre la ubicación y las dimensiones de todos los materiales de refuerzo de FRP utilizados. El diagrama debe incluir la marca de identificación de la estructura y debe enviarse junto con el **Formulario Oficial de Mezcla y Costo** (FOMC) antes de la fecha especificada en el sitio web de la competencia, este diagrama será realizado en autocad y guardado en PDF.

f) INFORME

En formato "PDF", la presentación deberá incluir:

Carátula:

- El nombre y el logotipo del equipo participante (este último es opcional),
- La marca de identificación de la estructura,
- Los nombres de los miembros del equipo estudiantil y el asesor de la facultad.

Contenido:

- Procedimiento de diseño: Descripción de máximo 2 páginas, máximo una carilla de fotografías)
- Cálculo, Ensayos y Estimación:
 - Fotografías de la Fabricación de la viga y los materiales usados con sus fichas técnicas (estas últimas irán en ANEXOS).
 - Determinación de la carga máxima calculada
 - La carga máxima prevista
 - Cálculo de la amasada para la fabricación de un cilindro.
 - La determinación mediante cálculo del peso del cilindro
 - Fotografías del ensayo de los especímenes durante la investigación
- Conclusiones: Se concluirá a través de una explicación de las diferencias entre las cargas calculadas y previstas.

NOTA 1: Los equipos deben estar preparados para discutir este contenido con los jueces durante la competencia.

NOTA 2: Las fotografías también serán usadas como medio para que el jurado calificador evidencie el uso de los materiales que indica el informe, por tanto deben ser lo más claras posible.

- g) Las participaciones que no cumplan con los requisitos especificados, incluida la falta de envío de un **Formulario Oficial de Mezcla y Costo (FOMC)** correctamente completado o la falta de envío de la presentación en formato pdf, pueden ser evaluadas si el tiempo lo permite, pero no serán considerados como parte de los ganadores del concurso (1er, 2do y 3er puesto).

ix. PRESENTACIÓN EL DÍA DE LA COMPETENCIA

a) Etapa de Registro

Las vigas se pesarán y medirán, si el Jurado Calificador establece que cumplen con los requisitos del concurso, se colocarán en un área de espera, y posteriormente bajo el orden de participación se colocará en el marco de carga de la máquina.

b) Ensayo

Se propinará una carga utilizando accesorios superiores colocados puntualmente distanciados a 250mm centrados entre ejes de la viga. El tramo de centro a centro en los apoyos inferiores será de 900 mm (35,4 pulg.) y las fuerzas de reacción se ejercen a través de superficies de apoyo que miden no menos de 50 mm x 50 mm, y no proporcionan restricción contra la rotación en los extremos de la estructura.

c) El equipo participante será el encargado de centrar la viga de prueba en el marco de carga, una persona que forme parte del Jurado calificador indicará que se encuentra tal cual lo especifique el reglamento. Se aplicará carga hasta que la estructura falle o se cargue hasta la capacidad del marco de carga. Se estimará que la falla ha ocurrido después de la fisuración inicial, asumiendo que esta ocurrió cuando la carga total sobre la estructura haya disminuido al 75% de la carga máxima alcanzada. La velocidad establecida para el ensayo será de 1,2 [MPa/min], en ciertos casos la rigidez puede aumentar o disminuir el tiempo esperado de ensayo.

d) La carga máxima alcanzada (CARGA MÁXIMA) se registrará como la carga que soporte el espécimen y será usada en el cálculo de la relación R1.

x. PUNTUACIONES Y COSTOS

El costo se calculará como la suma del costo del material para los materiales utilizados, se enviará un modelo para que los equipos participantes sigan la recomendación correspondiente. El jurado calificador asignará las bonificaciones y penalidades que correspondan, considerando que se cuenta con:

- a) Bonificaciones a las 5 relaciones w/c más bajas
- b) Bonificaciones a las 5 cuantías de cemento más baja
- c) Bonificación a los 5 pesos de viga más bajos.

- d) Penalidad por uso de encofrados de sección con complejidad de forma (15%).

Estas serán consideradas directamente en la tabla de puntuaciones por el Jurado Calificador.

- e) El costo de los materiales de refuerzo de FRP se calculará por pieza y **NO podrá ser prorrateado** cuando se use menos de la pieza completa de un refuerzo de FRP.

xi. CALIFICACIÓN

- a) La Relación Costo-Carga (R1) se calculará con el Costo Final de la estructura, y la carga máxima soportada por el espécimen de prueba

$$R1 = \text{COSTE} / \text{CARGA MÁXIMA}$$

- b) La relación de predicción de carga máxima (R2) se calculará como el valor absoluto de la diferencia porcentual entre los valores previstos y medidos para Pult de la siguiente manera:

$$R2 = 100\% * \text{ABS}[(\text{CARGA PREDICCIÓN} - \text{CARGA ÚTIMA}) / \text{CARGA PREDICCIÓN}]$$

- c) Los resultados de R1 y R2, se conjugarán en la siguiente ecuación:

$$A = [50 * (1 / R1) * ((1 / R2)^{(1/3)})].$$

xii. COMPETENCIA

a) La competencia se llevará a cabo en el Laboratorio de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la UCE, el viernes 1 de septiembre del 2023, comenzando a las 9h30am. Todos los especímenes deben entregarse en el área de registro de la competencia a las 8h15am. El tiempo de registro y los requisitos pueden cambiar dependiendo de la cantidad total de equipos registrados para la competencia.

b) El jurado calificador estará compuesto por profesionales de renombre en la industria del hormigón a nivel nacional y sus aplicaciones, dentro de las funciones que desempeñará se encuentra:

1. Promover el cumplimiento del Reglamento del Concurso
2. Asignar sanciones por faltas en contra del Reglamento del Concurso
3. Permitir la participación de un equipo descalificado al final del listado de participantes el día del concurso siempre y cuando el tiempo lo permita. Esta participación no

4. grabará ningún tipo de puntaje que otorgue una determinada posición dentro del escalafón de equipos.
5. Decidir en consenso cuál de los equipos es el Ganador del Concurso, quien ocupa el segundo y tercer lugar respectivamente y se hace acreedor a los premios que se enlistan a continuación:

1er LUGAR: Pasajes y estadía para la participación en el concurso que organiza el ACI en EE. UU. para dos personas que integren el equipo, dos certificaciones ACI de Técnico en Ensayos al Hormigón en Obra Grado 1.

2do LUGAR: Dos certificaciones ACI de Técnico en Ensayos al Hormigón en Obra Grado 1.

3er LUGAR: Una Certificación ACI de Técnico en Ensayos al Hormigón en Obra Grado 1.

xiii. INFORMACIÓN ADICIONAL

La información que se encuentra en este reglamento, así como también sus requisitos y generalidades serán las bases sobre las cuales se sustente la competencia, mismas que, se comprende son que inalterables e inamovibles, sin embargo, en el caso de que amerite una aclaración a los equipos participantes para mejora del entendimiento del documento y su aplicación, se estará dirigiendo de forma oportuna una circular donde figure los cambios y sus salvedades. Esta comunicación se la realizará vía correo electrónico, así como también vía telefónica al tutor del equipo en caso de que así se presentare.

Requerimientos técnicos por favor comunicarse a concurso.hormigones@inecyc.org.ec