

PRÁCTICA 3

COMPORTAMIENTO ESTÁTICO DE SISTEMAS ESTRUCTURALES A BASE DE MARCOS

Esta práctica fue elaborada con recursos del Fondo CONACyT-SENER, a través del proyecto 260155

Laboratorio de Estructuras de
Materiales y Sistemas Estructurales

Facultad de Arquitectura, Universidad
Nacional Autónoma de México

Autores:

Dr. Alberto Muciño Vélez
M. en I. Perla Santa Ana Lozada

Formato:

Luis Francisco López Gutiérrez



ÍNDICE

Objetivos.....	2
Palabras clave.....	2
Introducción.....	2
-Comportamiento estático	
Material.....	4
Procedimiento.....	4
Análisis de resultado.....	5
Conclusiones.....	6
Bibliografía.....	7

OBJETIVOS

Determinar la respuesta en el comportamiento de marcos rígidos y semi-rígidos bajo cargas gravitacionales y estáticas horizontales como es el empuje del viento. Se observarán las deformaciones y por ende el trabajo que realiza cada elemento que forma parte del sistema, verificando el mejor comportamiento para cada condición de carga.

PALABRAS CLAVE

- Marco rígido
- Empotramiento
- Columnas
- Cargas eólicas
- Deflexión
- Marco semi-rígido
- Trabes
- Cargas gravitacionales
- Distorsión
- Deformación

INTRODUCCIÓN

COMPORTEAMIENTO ESTÁTICO.

Un sistema estructural es el conjunto de elementos portantes tanto principales como secundarios que soportarán la carga de una edificación llevando esta hasta cimentación. Existen distintos tipos de sistemas estructurales, como puede ser armaduras, bóvedas, cajones, marcos, velarias, etc. Dependiendo el nivel de carga y proyecto arquitectónico es el tipo de sistema estructural que se emplea. El más común es el formado por trabes y columnas denominado como marco.

Un marco rígido es aquel cuyas trabes y columnas se encuentran ligadas de tal forma que todos los esfuerzos internos que se producen en la trabe al soportar carga exterior los transmite a la columna. Un marco semi-rígido es aquel que la trabe solo se encuentra

apoyada sobre la columna, por lo que no puede transmitir todos sus esfuerzos, solamente transmite su cortante a la columna que sirve únicamente como apoyo.



FIGURA 1 Y 2. MARCOS RÍGIDOS DE CONCRETO Y MARCO SEMI-RÍGIDO METÁLICO.

Para resolver el trabajo de estos marcos se requiere conocer antes la respuesta que tiene cada elemento considerando sus uniones con el terreno así como con las travesas que forman los marcos determinando así sus rigideces axial, cortante y angular (momento). Para una barra empotrada:

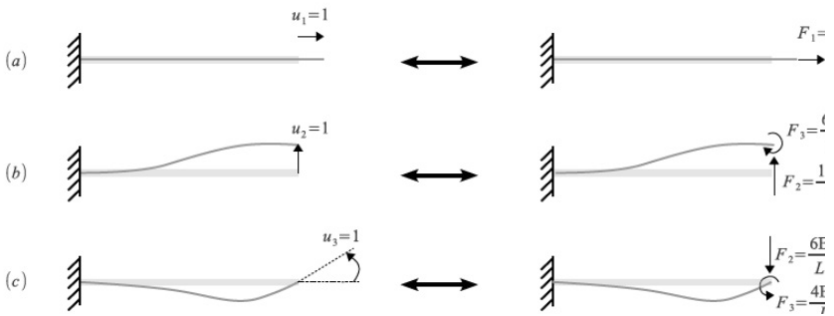


FIGURA 3.

$$K \text{ axial} = E \cdot A / L \quad K \text{ angular} = 4 EI / L ; \quad K \text{ cortante} = 12EI / L^3 ; \quad K \text{ flexión-cortante} = 6EI / L^2$$

Dónde:

E = módulo de elasticidad del material

A = área de la sección transversal

L = Longitud del elemento

I = segundo momento de inercia del área.

De acuerdo a las rigideces que interactúan en un elemento para determinar el comportamiento de todo el sistema al relacionarse entre elementos, es importante de acuerdo a las expresiones comprender lo que significa cada rigidez por elemento y después observarlo en un sistema en conjunto.

En esta práctica se observará primeramente el comportamiento de cada elemento determinando que rigidez es la que se observa para después poner a prueba en un modelo de un nivel con una cruja en cada dirección sin diafragma rígido bajo distinto tipo de cargas de forma que se determine mediante la observación el comportamiento que presenta cada elemento.

MATERIAL

- Modelo Mola 1 nivel una cruja en cada dirección perpendiculares formando marcos rígidos con diafragma rígido.
- Modelo Mola 1 marco rigidizado en su parte posterior.
- Cámara o teléfono con cámara para grabar el movimiento.
- Nivel de burbuja pequeño (en caso de ser necesario).

PRODCEDIMIENTO

1. En equipo de tres personas, construirán primero un marco atirantado en su parte posterior y se aplicará carga como se muestra en las siguientes imágenes:

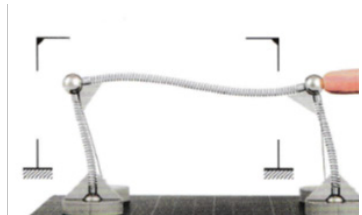


FIGURA 4. MARCO BI-EMPOTRADO CARGA GRAVITACIONAL.
FIGURA 5. MARCO BI-EMPOTRADO CARGA LATERAL VIENTO.

2. Verifique las deformaciones que sufren las trabes y las columnas, viendo los marcos aislados ante cargas gravitacionales y laterales como de viento o sismo.
3. Ahora quiten los empotramientos del marco y apliquen nuevamente fuerza tanto gravitacional como lateral, verificando las deformaciones que sufre el marco como se muestra:

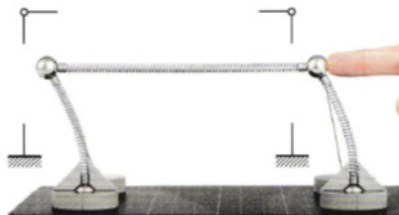


FIGURA 6.

4. En equipo establezcan la diferencia de comportamientos, relacionando con el factor de rigidez que corresponde.
5. Conociendo el comportamiento individual, genere un modelo tridimensional formado por 4 columnas y 4 travesaños empotrados. Coloque el diafragma rígido.



FIGURA 7.

6. Aplique carga tanto gravitacional como lateral y verifique la deformación de travesaños y columnas .
7. Al modelo tridimensional generado en el paso 5 quite las restricciones en las travesaños de forma que queden marcos semi-rígidos. Aplique nuevamente carga gravitacional y lateral verificando la deformación de los elementos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. A partir de observar la deformación de los marcos rígidos y semi-rígidos (ver grabación mínimo 2 veces) responda las siguientes preguntas:
 - a) ¿Cuál modelo sufrió mayor desplazamiento bajo carga gravitacional?
 - b) ¿Qué elementos sufrieron mayor deformación bajo carga gravitacional?
 - c) ¿Cuál modelo sufrió mayor desplazamiento bajo carga lateral?
 - d) ¿Qué diferencia existió en el comportamiento de ambos marcos?
2. A partir de observar la deformación de la estructura tridimensional formada por marcos rígidos responda:
 - a) ¿Qué diferencia observa en el comportamiento de cada uno de los elementos del marco con respecto al sistema tridimensional al aplicar carga gravitacional? Explique detalladamente su respuesta para cada caso.
 - b) ¿Cómo es la transmisión de fuerzas en el sistema al aplicar carga lateral y que diferencia tiene con respecto al marco aislado?.
3. A partir de observar la deformación de la estructura tridimensional formada por marcos semi-rígidos responda:
 - a) ¿Qué diferencia observa en el comportamiento de cada uno de los elementos del marco con respecto al sistema tridimensional al aplicar carga gravitacional? Explique

detalladamente su respuesta para cada caso

- b) ¿Cómo es la transmisión de fuerzas en el sistema al aplicar carga lateral y que diferencia tiene con respecto al marco aislado?
- c) ¿Cuál de todos los modelos permite soportar más fuerza gravitacional?
- d) ¿Cuál modelo permite transmitir mejor la fuerza lateral hasta la cimentación sin sufrir deformaciones importantes?

CONCLUSIONES

A partir de la observación del comportamiento estático de un sistema de un grado de libertad y compararlo contra el comportamiento sencillo de un solo marco rígido y uno semi-rígido se puede determinar de manera lúdica la relación entre la deformación, su relación con la rigidez que se evalúa para resolver un sistema de “n” barras, su repercusión al soportar distinto tipo de cargas y el tamaño de elementos que se puede esperar dentro del proyecto arquitectónico de acuerdo al comportamiento del sistema. El colocar la losa como diafragma rígido genera mucha diferencia en la transmisión de cargas.



FIGURA 8.

Es importante comprender la transmisión de fuerzas gravitacionales para poder proponer la transmisión de fuerzas en sistemas más complejos, como los empleados en los edificios “La Puerta de Europa”, emplazados en Madrid, España.

A partir de comprender el tipo de conexiones, elementos para unirlos y respuesta a las distintas fuerzas a las que estará expuesta la edificación, podrán generarse soluciones innovadoras, pudiendo relacionar los aspectos numéricos con el comportamiento físico de la estructura.

BIBLIOGRAFÍA

Meli 2010, Diseño Estructural. Edit. Limusa. Ciudad de México. 4ª Edición.

Reglamento de Construcción para el DF, 2016, Ciudad de México.

Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, 2017. RCDF, Ciudad de México.

