

## INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS ESTRUCTURAL

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Para la realización exitosa de las grandes (y pequeñas) obras de la ingeniería civil, deben ejecutarse varias tareas. Estas tareas son como los eslabones de una gran cadena y van desde la concepción de la idea hasta la entrega del producto terminado al cliente y listo para ser utilizado.

Los “eslabones” intermedios más importantes de esta cadena son: estudios de factibilidad económica, la búsqueda de capital para realizarla, estudios del sitio tales como los topográficos y geotécnicos, elección del tipo de estructuración para nuestra obra, elaboración de los modelos físico-matemáticos para la predicción de fuerzas y deformaciones en las diferentes partes de la estructura, diseño de los elementos estructurales, elaboración de los planos constructivos, ejecución del proyecto en el sitio de la obra, control de la calidad durante la construcción.

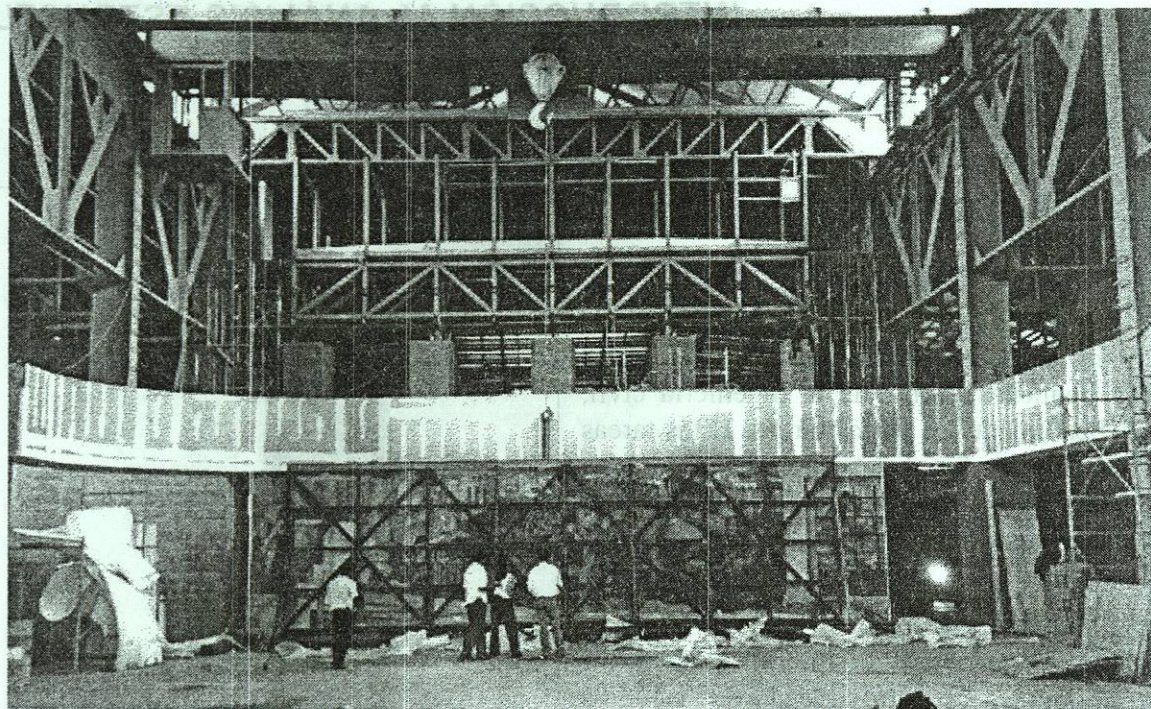
Para lograr una obra terminada con las mejores condiciones de calidad, seguridad y economía, requerimos esforzarnos para lograr que las diferentes etapas de nuestro proyecto sean realizadas tan bien como lo permita el *estado del arte* de la ingeniería. Esto nos motiva a trabajar para lograr una comprensión suficiente de las diferentes técnicas de la ingeniería necesarias para realizar estas tareas.

En este curso trabajaremos y aprenderemos lo necesario para realizar la etapa de modelado matemático de estructuras formadas por “barras rectas”. Este es un grupo de estructuras de gran aplicación en proyectos industriales, comerciales y residenciales. En las imágenes siguientes se muestran ejemplos de estructuras que podemos modelar utilizando el concepto de “barra recta”.

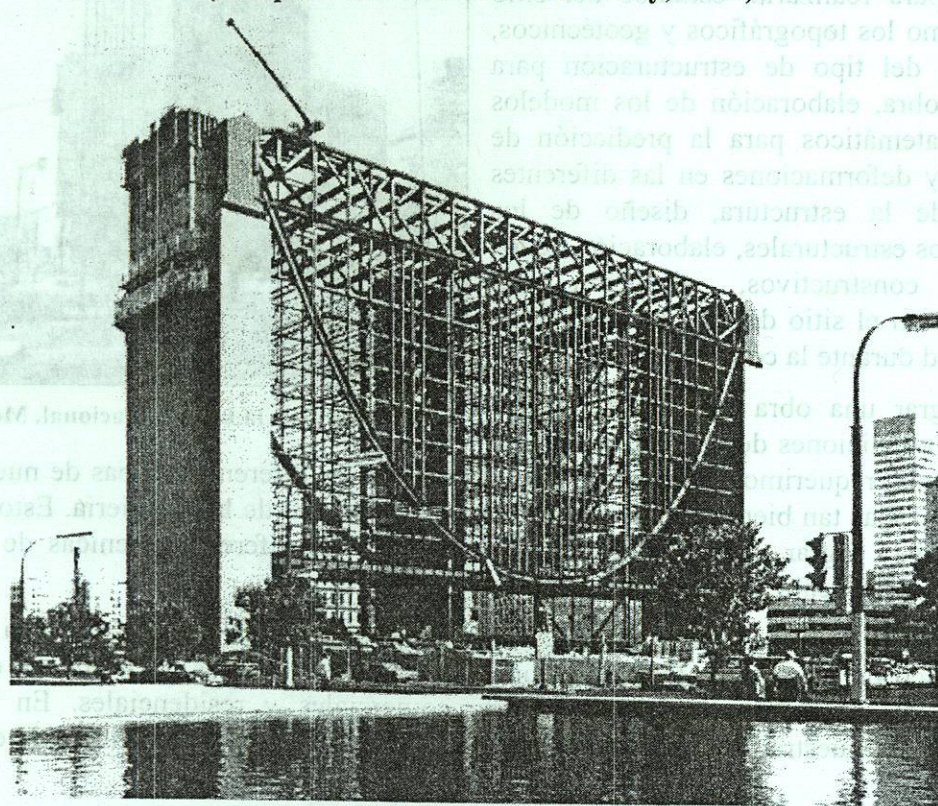


Edificio de la Lotería Nacional, México, D.F



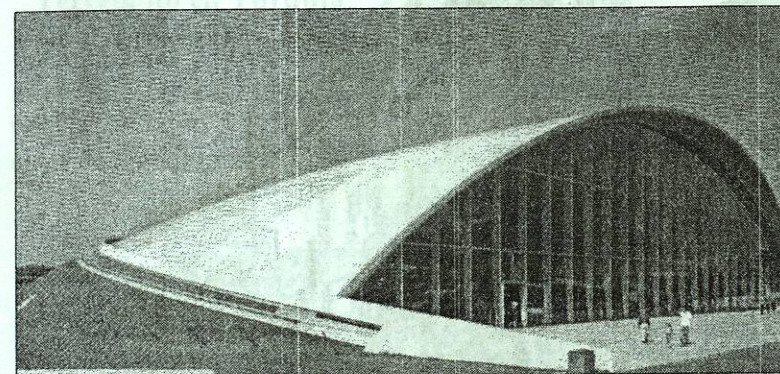


**Edificio Industrial adaptado como centro de las artes  
(Parque Fundidora en Monterrey, 2000)**



**Banco de la reserva Federal en Minneapolis, EUA**

En la práctica profesional de la ingeniería nos encontraremos con otras estructuras que no se pueden modelar apropiadamente con barras rectas, i.e. silos, chimeneas, cascarones, etc.



Para el análisis de este tipo de estructuras necesitamos manejar herramientas analíticas que no están incluidas en el alcance de este curso. Estas herramientas de análisis se pueden adquirir en cursos de maestría en el área de estructuras o de manera autodidacta mediante la consulta de libros especializados en el tema. Una de estas

herramientas es el llamado "Método del Elemento Finito", aplicable a estructuras formadas por placas o cascarones.

Cuando iniciamos el estudio de un nuevo tema de la ingeniería, surge de manera natural la pregunta acerca de la pertinencia de este a nuestra formación profesional. Es evidente para quien quiera verlo, que la ingeniería civil ha tenido y tiene un enorme impacto en la calidad de vida de las sociedades modernas. Los grandes edificios, autopistas, puentes, presas, estadios, etc. que llenan nuestras ciudades y el país, se tuvieron que "construir" primero en las mentes de los ingenieros que las diseñaron, utilizando para ello, las herramientas analíticas que la ingeniería civil ha ido desarrollando a través de su historia.

En los primeros tiempos estas herramientas eran mas bien burdas, aunque con el tiempo evolucionaron y se volvieron más precisas, gracias a las experiencias exitosas (y los fracasos) obtenidas durante su uso en la realización de las obras de ingeniería que la sociedad necesitaba.

En los tiempos actuales, estas herramientas se encuentran en un estado de desarrollo tal que pudieran llevar a pensar a los ingenieros jóvenes que con ellas podemos preveer completamente el "comportamiento" de las estructuras durante su vida útil.

Sin embargo no creemos sensato confiar ciegamente en estas herramientas de modelado de estructuras, pues la experiencia nos ha enseñado que la naturaleza no se puede predecir fielmente a través del uso de modelos matemáticos simplistas por necesidad. Nuestras teorías son simples aproximaciones de lo que ocurre en la compleja realidad.

Hay demasiadas variables que deben ser tomadas en cuenta a la hora de diseñar una estructura, lo que obliga al ingeniero a simplificar, utilizando hipótesis de trabajo que solo se cumplen en ciertas condiciones, o, ignorando consciente o inconscientemente algunas de las variables. Todo esto introduce incertidumbres a nuestros modelos matemáticos.

A lo largo de nuestra vida profesional como ingenieros, nos especializaremos en ciertos tipos de estructuras y, con todo derecho, ganaremos experiencia y confianza en nuestra habilidad para construirlas exitosamente. Sin embargo jamás deberíamos perder el respeto a la naturaleza y las enormes fuerzas que en ella se desencadenan de tiempo en tiempo. Por eso al intentar la construcción de obras que se salgan de nuestra experiencia debemos proceder con



cautela ya que el costo por no hacerlo es demasiado. En las siguientes fotografías se muestran estos efectos sobre estructuras pobremente diseñadas.



Terremoto en Turquía (1999)



Terremoto en Turquía (1999)

A este edificio le falta el primer piso.

La pedacería que se observa en la base del edificio son los restos del piso faltante.

### Terremoto en Turquía (1999)

¿Y que pasó con las personas que habitaban estas edificaciones?



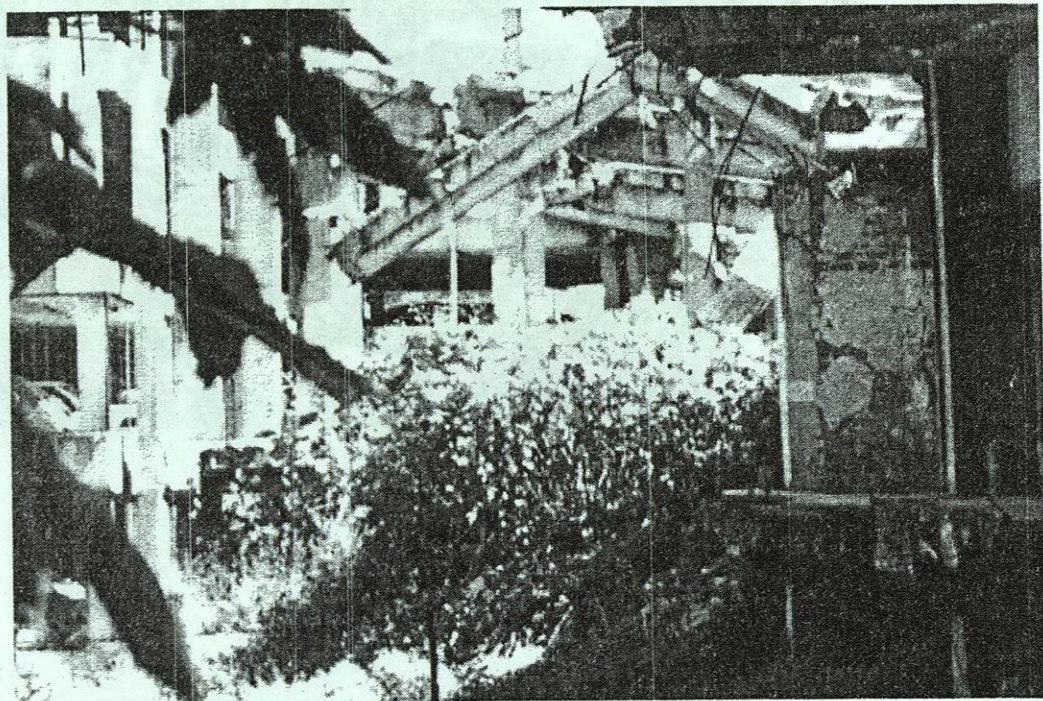


### Efectos del Terremoto en México (1985)

Figura de la derecha: Hotel ubicado frente a la Alameda Central de la Cd. De México. Actualmente el edificio (año 2001) se encuentra desocupado, y, como se puede observar en la fotografía, seriamente dañado.

¿Por qué no ha sido demolido o reparado después de 16 años de ocurrido el terremoto que lo dañó?

Figura inferior: Restos de un edificio que servía como cine. Actualmente se encuentra abandonado. En los dos casos mostrados, los propietarios han perdido una fuerte inversión realizada para la construcción del edificio.



En esta serie de fotografías se pretende mostrar al estudiante la seriedad y trascendencia del trabajo de un ingeniero civil, trabajo en el que existe permanentemente la probabilidad de falla, probabilidad que aumenta enormemente cuando las estructuras son diseñadas o construidas por ingenieros que no han entendido la responsabilidad que la sociedad les ha encomendado, y, realizan su trabajo con ignorancia o irresponsabilidad.

Por otro lado, el estudiante no se debe quedar con la impresión de que sus estructuras necesariamente fallarán, como las mostradas en las fotografías, y, para entender que la ingeniería civil, ejercida con conocimiento y responsabilidad, permite dar bienestar a la sociedad para la que trabaja el ingeniero, bastará con observar la enorme cantidad de estructuras que están en pie a lo largo y ancho de nuestro país, cumpliendo la función para la que fueron construidas.

Así, el reto planteado al estudiante en este curso es: aprender y entender las herramientas analíticas que están a nuestra disposición, entendiendo sus limitaciones y utilizándolas con sensatez.