

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo de tesis tiene como propósito y alcance un carácter informativo, el cual es el resultado del esfuerzo y motivación de realizar una investigación dentro de nuestro País México, sobre los usos y aplicaciones de los Concretos de Alta Resistencia en la actualidad. Teniendo el presente trabajo como objetivo principal, ayudar y servir como guía para los futuros ingenieros civiles y constructores, que muy pronto tendrán que estar trabajando en el diseño estructural y en proyectos de gran magnitud. Actualmente existe mucha competencia y nos enfrentamos al ahorro de recursos económicos y cuidado del medio ambiente, en el futuro ellos podrán entrar en el debate cuando empiecen a conocer el empleo de los concretos de alta resistencia en el diseño de estructuras como edificios altos.

El notable incremento en la resistencia del concreto alcanzado en los últimos años le ha permitido ir desplazando progresivamente al acero estructural en la construcción de edificios altos.

Hasta hace unos 30 años, y desde la irrupción de los rascacielos dentro del paisaje urbano, la estructura metálica ha sido la tipología fundamental de su sistema estructural. Sin embargo, el empleo del Concreto de Alta Resistencia como material base en las estructuras de los Edificios Altos se ha incrementado notablemente en los últimos años.

El principal factor que ha permitido esta evolución ha sido el incremento producido en las características mecánicas del mismo. Valores entre 600 y 800 kg/cm² son actualmente fáciles de obtener, y con una dosificación aún más estudiada, junto a las adiciones de humo de sílice y otros materiales, se pueden alcanzar valores superiores a los 800 o 1,000 kg/cm².

Un dato objetivo que confirma el hecho comentado en el párrafo anterior se obtiene del análisis de la relación de los "100 edificios más altos del mundo" (Council on Tall Buildings and Urban Habitat, 1998). Entre éstos se encuentran 17 construidos en los años setenta, 27 en los ochenta y 42 en los noventa. Donde se aprecian los porcentajes de edificios construidos con estructura de acero, concreto o mixta.

Los Edificios Altos Tipo Torre son principalmente diseñados para fine de uso como oficina y hoteles, aunque también se les puede encontrar que sean de uso

residencial. El aprovechar al máximo el área en planta de los terrenos, ha llevado a los arquitectos y a los ingenieros estructuristas, a realizar tareas inimaginables, como la construcción de enormes edificios, que sobrepasan los 100 metros de altura.

Es por ello que en el desarrollo de este trabajo será común encontrarnos, con definiciones o palabras muy repetidas, con conceptos que nos fueron enseñados en el aula de clase y con ecuaciones que nos resultaran muy familiares debido a que probablemente en alguna ocasión las utilizamos.

Los capítulos en que se desarrolla el trabajo son siete y al final incluí el capítulo ocho, en el cual escribí mis comentarios y conclusiones del trabajo realizado, a continuación describo en manera muy resumida el contenido de cada uno de los capítulos del trabajo a presentar.

En el capítulo I Generalidades sobre Edificios Altos, se realiza una breve reseña sobre los edificios altos en la actualidad y también en su evolución a lo largo de la vida del ser humano sobre la faz de la tierra, se mencionan los principales materiales con los cuales se pueden realizar tales construcciones y se brinda un acercamiento a los edificios altos tipo torre hechos en la Republica Mexicana. Se describe cuales son las problemáticas estructurales de los edificios altos y también se plantean alternativas de solución, así como un ejemplo al final de este capítulo para que nos quede más claro el cómo resolver sus problemas.

En el capítulo II. Concreto de Alta Resistencia, se hace la comparación de las características de los concretos normales y los de concretos de alta resistencia, se describen sus principales ventajas y desventajas, y una breve introducción de cuáles son los requisitos de los materiales para lograr la alta resistencia, procedimientos de mezclado, uso y la aplicación de estos en la construcción de edificios altos. Se menciona el comportamiento que se obtuvieron de pruebas a columnas de concreto de alta resistencia bajo cargas axiales y flexocompresion. Se ilustran con gráficas la comparación del concreto de alta resistencia con otros materiales y de los módulos de elasticidad que se obtienen usando los Reglamentos ACI318-05 y RCDF-2004.

En el capítulo III. Estructuración de Edificios Altos, se comentan los tipos de soluciones que se le pueden dar a la superestructura de los edificios y también cuales son los sistemas estructurales más conocidos actualmente empleados en el diseño de Edificios altos, se mencionan de manera rápida los tipos de sistemas estructurales empleados por cada material y se describe al último de este capítulo la

solución estructural dada al Edificio Más Alto actualmente en el Mundo el *Edificio Burj Khalifa (antes Burj Dubái)*.

En el Capítulo IV. Solicitaciones en Edificios Altos, este capítulo es uno de los más importantes en el diseño de un edificio alto, se describen que son las acciones, los tipos de acciones a las que está sometida una estructura a lo largo de su construcción y vida útil, así como las cargas que rigen para su diseño. Se hace mención del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, de las cargas accidentales debidas a sismo en el territorio nacional, de las cargas que producen las acciones del viento y también se aprovecha este trabajo, para utilizar los Manuales de Diseño de Obras Civiles de la CFE 2008, en sus tomos de Diseño por Sismo y Viento. Se describen de manera breve las solicitaciones debidas a los cambios de temperatura y volumétricos en las estructuras.

En el Capítulo V. Modelación y Análisis Estructural de Edificios Altos, nos introduciremos en el análisis estructural de edificios mediante la modelación asistida por una computadora y un programa de cómputo para análisis de estructuras tipo edificios, describiremos las herramientas que son usadas para la modelación estructural, así como los tipos de análisis que se pueden realizar en tales programas. Se aborda la descripción del programa de análisis estructural ETABS V9.60 el cual usaremos al final de este trabajo para analizar la estructura ejemplo, obtener de ella los datos necesarios para el diseño de algunos elementos estructurales y un acercamiento del comportamiento real que tendrá el edificio alto.

En el Capítulo VI. Diseño Estructural de Edificios Altos, en este capítulo abundaremos sobre los conocimientos que se deben poseer para empezar con el diseño de elementos estructurales, y revisión de los estados límites de falla y servicio que puede tener la estructura durante su periodo de vida útil. Es importante decir que se realizaran recomendaciones sobre la revisión de los elementos y se describirán cuales son los requisitos que debe tener una estructura para que pueda ser segura y proporcione buen servicio a quienes la ocupen.

En el Capítulo VII. Ejemplo de Aplicación, utilizaremos un proyecto que fue hecho en 2008 en el estado de Baja California Norte y que resulto ser entre muchos proyectos propuestos por mi director, el mejor para estructurarlo con concretos de alta resistencia el mejor, ya que en el utilizare los Manuales de Obras Civiles de la CFE 2008 en sus Tomos de Diseño por Viento y Sismo, estos manuales pueden ser utilizados en toda la Republica Mexicana, con ayuda de esté calcularemos el

Espectro de Diseño para el Análisis estructural del edificio a diseñar y las fuerzas que producirán las acciones del viento dominante en la región.

Al final de este capítulo se realiza la obtención de reacciones en una columna y una viga de la estructura, y se procederá a su diseño empleando las propiedades mecánicas de los concretos de alta resistencia.

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México y en Especial a la Facultad de Ingeniería por haberme dado la oportunidad de obtener conocimientos de parte de los Catedráticos que allí imparte con satisfacción y orgullo sus conocimientos y experiencias de trabajo, que fueron motivo fundamental de este tema de tesis, además que les agradezco el apoyo incondicional para realizar con este estudio mi trabajo para titulación.