

CAPITULO I. Generalidades sobre Edificios Altos

I.1 Breve reseña sobre Edificios Altos

Los Edificios Altos en la actualidad son el resultado de la evolución de diversas construcciones de altura hechas en todo el mundo, y aparecen como la alternativa y una solución óptima para el uso de suelo, aprovechamiento del espacio y evitar el crecimiento de la mancha urbana.

La definición de un “Edificio Alto” resulta tener mucha subjetividad, debido a que depende del lugar, tiempo y espacio del cual estemos hablando y se ubique; la construcción de este tipo de obras se encuentra aparejada al crecimiento demográfico, al desarrollo tecnológico y económico de la sociedad.

Mencionare al día de hoy algunas de las definiciones que nos proporcionaran una idea general para comprender el concepto de lo que es un “edificio” y cuando puede un edificio ser denominado “edificio alto”:

“El edificio es una construcción realizada por el ser humano, con determinados fines, que pueden tener diversas formas; a través de la historia, los estilos, materiales y técnicas han ido variando y a su vez se adaptan a las necesidades propia de cada época”



Foto 1.- Edificio Buró Dubái, Emiratos Árabes Unidos, 828 m, Hoy es el Edificio Más alto del Mundo.
www.bing.com/images/search?q=edificio+burj+dubai

“Un Edificio Alto no está definido por su altura o número de pisos, sino que es “alto” cuando su altura crea condiciones diferentes en el diseño, construcción y uso, con respecto a los que existen en “edificios comunes” de una cierta región y época.” La altura representa por sí misma una meta que el hombre se ha propuesto alcanzar. Desde los inicios de la humanidad, este concepto se ha igualado con la grandeza, la divinidad, el poder, la vanidad, la superioridad y con un sinnúmero de calificativos,

que reflejaban el deseo humano de alcanzar las estrellas, ejemplo de ellos son las construcciones que han sobrevivido el paso de los años y que hoy son sitios arqueológicos.

Ejemplo de ello son, la torre-templo llamado “Zigurat” de Ur (antigua ciudad del sur de Mesopotamia, actualmente Sur de Irak), construido por los sumerios en el año 2100 a. de C., con una altura aproximada de 21 metros de altura y muros de espesor mayor a 2 metros. De acuerdo a la historia se menciona la posibilidad de que los Jardines Colgantes de Babilonia y la Torre de Babel fueran también considerados como zigurats. Otros ejemplos, serian las Pirámides de Egipto y los Templos Mayas en México, en estos casos la altura era un medio para expresar el poder y absorber de los pueblos la esencia de los dioses.



Foto 2.- Zigurat, Ur, Irak
www.bing.com/images/search?q=zigurat



Foto 3.- Palenque, Chiapas, México
www.bing.com/images/search?q=palenque

Si bien algunas de estas construcciones eran más bien templos destinados al culto religioso, en lugar de espacios cerrados para alojar personas como ocurre con los edificios actuales, en ambos casos los requisitos de la resistencia y estabilidad son similares, sin embargo los materiales y métodos de construcción han evolucionado.

A medida que se fueron desarrollando nuevas técnicas y materiales de construcción como la piedra, la madera, el concreto y el acero, su aplicación en edificios altos fue inmediata, condicionada únicamente por limitaciones tecnológicas o económicas.

El primer edificio que se considero en su época como un “rascacielos” fue el edificio Home Insurance en 1885, hecho con estructura de hierro colado y de acero y el primer rascacielos de concreto fue el edificio Ingalls de Cincinnati, de 16 pisos, construido en 1903 y en ese mismo año se construyo también el edificio Woolworth de 57 niveles en Nueva York con estructura de acero, en este sector de edificaciones se tuvo un detenimiento debido a la primera guerra mundial, la cual desvió la

producción de acero para hacer armamento bélico, pero el crecimiento se restableció hasta 1930 con la construcción del edificio Chrysler de 77 pisos y el Empire State de 102 pisos y 381 metros de altura, ambos situados en la ciudad de Nueva York. Desde aquel momento se han construido miles de edificios en todo el mundo, siendo ubicados la mayor parte de ellos en Estados Unidos.



Foto 4.- Edificio Home Insurance, Chicago, EUA.
www.images.google.com.mx/edificioHomeInsurance



Foto 5.- Edificio Ingalls, Cincinnati, EUA, 1903, 1er. Edificio de Concreto.
www.theransomegroup.comIngalls_building_cincinnati

Los materiales más empleados para la construcción de edificios son los siguientes:

Acero

Concreto

Mixto: Acero y Concreto

1.1.1 Primeros Edificios Altos en México

En México contrasta mucho el avance respectivo a la construcción y diseño de Edificios Altos, tanto en altura y en su número; mencionaremos entonces los edificios que marcan una pauta en la historia de nuestro país. La construcción de edificios altos en México se caracteriza por que en sus inicios se empleo el acero estructural como material estructural. En 1932 se construyo el Edificio La Nacional conocido en la década de 1930 con “el primer rascacielos mexicano” que contaba con 12 pisos más un anexo hecho de estructura de acero y en el año de 1952 se construyo el edificio Abed con 29 pisos y fabricado también con estructura de acero.

Finalmente para el año de 1956 se construyó la famosa Torre Latinoamericana, con 44 pisos y estructura de acero. Otros edificios de mediana altura fueron construidos en esta época. Sin embargo el sismo ocurrido en el año de 1957 puso en evidencia las deficiencias en el diseño y sobretodo la construcción de muchos edificios en México.

A partir de este evento se marco un gran parteaguas en la historia de la construcción de todo el País, pues propicio el inicio de la investigación en materia de sismos y otras ramas de la ingeniería y esto condujo satisfactoriamente a la creación del Primer Reglamento de Construcciones que ya contenía previsiones para el diseño y construcción de edificios, basado en las últimas experiencias e investigaciones realizadas en todo el mundo.



Foto. 6.- Torre Latinoamericana, Cd. de México.
www.ateliers.org/mages/Torre_Latinoamerica_Mexico_City

Es así como a partir de los 60 comienza el despegue de la construcción de edificios de mediana y gran altura, siendo el Conjunto Habitacional Nonoalco Tlatelolco, uno de los desarrollos urbanos más significativos de la Ciudad de México y de Latinoamérica, ya que contenía numerosos edificios algunos de hasta 20 niveles. Esta obra en la que se utilizó mayoritariamente el concreto reforzado, inicio el auge de la construcción de edificios destacando principalmente los de baja y mediana altura.

Desde entonces podemos decir, que se han construido edificios diversos en la Ciudad de México, así como en otras ciudades del resto del país. La mayoría de los edificios altos de concreto de la Ciudad de México se han construido en los últimos 30 años. En el año de 1980 los edificios más altos de concreto eran:

El Hotel México con 48 niveles y 174.5 metros de altura, sin incluir el apéndice superior (aunque este edificio tiene sistemas de pisos metálicos a partir del nivel 12).

La Torre de Comunicaciones de 19 niveles y 87 metros de altura, y destaca también el Hotel María Isabel entre muchos de mas altura intermedia de 20 niveles, con una estructura notablemente muy rígida.

En Monterrey destaca la Torre Millenium, de concreto reforzado, de 40 niveles y 154 metros de altura, el uso del edificio es mixto, oficinas y vivienda.

Para el año 2003 se termina de construir el edificio más alto de país y de Latinoamérica, el edificio “Torre Mayor”, el cual cuenta con 55 niveles por arriba de la banqueta, 4 niveles en el sótano y con 255 metros de altura. (Ver foto 7 al final de este capítulo)

1.2 Problemática Estructural de los Edificios Altos

En la antigüedad lo único que se pretendía satisfacer al hacer obras de construcción era el requisito de funcionamiento, es decir, que la Resistencia y la Estabilidad de la estructura no era de mucha importancia como para fijar topes, esto conllevaba entonces al uso en forma masiva de materiales de construcción (piedras, cales, arcillas, resinas u algún otro material).

Cuando un monumento sucumbía debido a los embates de la naturaleza, se construía otro de mayor resistencia (paredes más gruesas, bases o cimientos mas profundos, y esto tiene como resultado emplear aun mas cantidad de material, en aquellos días la economía no representaba ninguna limitación al respecto.

Si comparamos estos factores a los actuales, es sorprendente la diferencia que se tiene en cuanto a criterios de diseño, seguridad, servicio y economía, por ello y con mucha razón, un edificio moderno exige atender una serie de premisas ligadas a la función actual como la estética, la innovación y sobretodo la economía.

En el diseño estructural se plantea la necesidad de obtener el menor peso de la estructura o las menores dimensiones posibles para los miembros estructurales, especialmente en las trabes y columnas, pues ello conlleva a un mejor aprovechamiento de los espacios rentables del edificio y también de la economía.

En un edificio moderno la estructura pasa a formar parte de un subsistema dentro de un sistema integral que contiene otros subsistemas igualmente importantes para su funcionamiento, como son: instalaciones hidráulicas, sanitarias, pluviales, eléctricas, electromecánicas, entre otras. En los edificios altos los elevadores tienen el importantísimo papel de representar el transporte vertical primordial, y que están estrechamente vinculados con el sistema estructural. Respecto a la estructura, esta debe poseer además de resistencia y estabilidad, la rigidez para mantenerse dentro de ciertos niveles y límites permisibles de deformaciones y desplazamientos, que son derivados de las acciones producidas por un sismo o por el viento.

Son demasiados los retos asociados al crecimiento y desarrollo de este tipo de edificaciones, que dependiendo de la zona sísmica por mencionar, aumentaran

proporcionalmente las fuerzas sísmicas que deben resistirse en la base del edificio. Si el terreno o lugar donde se pretende desplantar el edificio es un suelo que tiene características mecánicas muy pobres, como baja resistencia, se complicara en este sentido el diseño y la construcción de la cimentación, y este detalle conlleva entonces al incremento considerable del costo.

De parte de la estructura del edificio tenemos nosotros que estar consciente que, dentro de los principales problemas a los cuales tendremos que enfrentarnos cuando estamos diseñando un edificio alto, son las siguiente.

- Flexión
- Desplazamiento
- Vuelco
- Cortante (Cortadura, doblado y ruptura)
- Torsión
- Vibración
- Esbeltez
- Altura
- Peso Propio

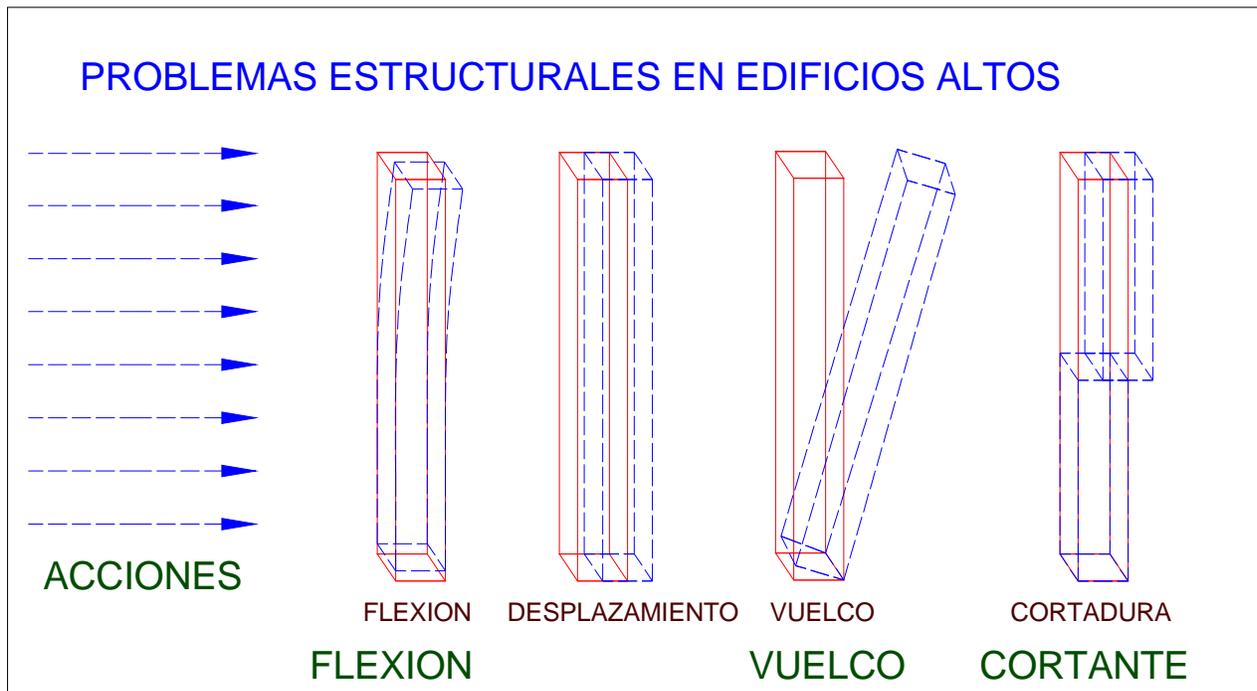


Fig. 1.- Problemas estructurales en los edificios altos, debido a las acciones accidentales a las cuales estará sometido en la naturaleza.

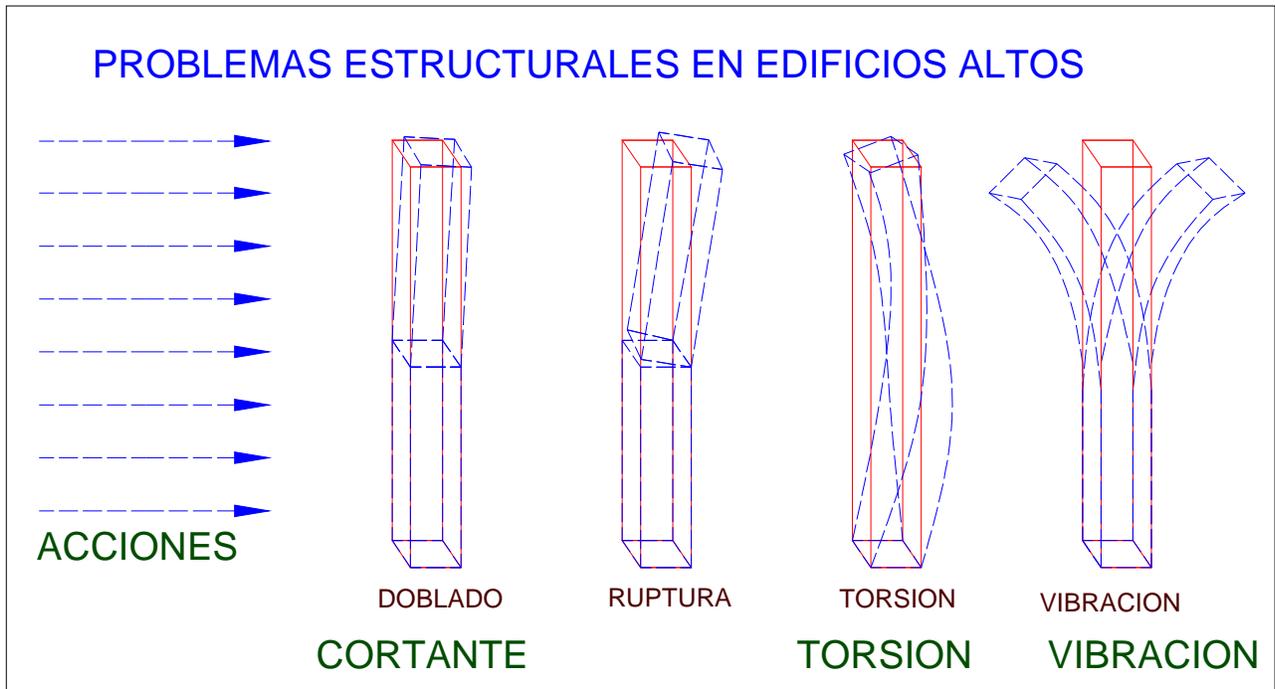


Fig. 2.- Problemas estructurales en los edificios altos, debido a las acciones accidentales a las cuales estará sometido en la naturaleza.

1.3 Alternativas de Solución

El diseño estructural tiene como objeto proporcionar soluciones que por medio del aprovechamiento óptimo de los materiales, de las técnicas constructivas disponibles, y cumpliendo con las restricciones impuestas por los otros aspectos del proyecto, den lugar a un buen comportamiento de la construcción y a una seguridad adecuada contra la ocurrencia de algún tipo de falla.

Desafortunadamente no existen reglas precisas ni parámetros absolutos que conduzcan en forma simple a definir la elección correcta. Si bien en el pasado se manejaban recomendaciones basadas en las ventajas y desventajas de estos, orientados a establecer los límites o fronteras que marcaban el entorno óptimo de acero y de concreto, en la actualidad esos límites han desaparecido, quizá porque ahora la estructura no representa la parte más importante del edificio, así como tampoco su costo.

Por otra parte las ventajas y desventajas de los materiales se han modificado en función de los avances tecnológicos. Quizás la tendencia actual trata de aprovechar de la mejor forma posible las ventajas de cada uno de los materiales y combinarlos racionalmente, lo que da lugar a los sistemas mixtos.

Daremos un ejemplo para poder ilustrar mejor cuales son los problemas comunes de los edificios altos y una solución real en uno de ellos.

A la fecha, la torre Mayor es el edificio más alto de México y de Latinoamérica. La altura que posee es de 225 metros sobre el nivel del terreno y el costo aproximado de su construcción fue de 250 millones de dólares.

Las principales características del edificio se mencionan a continuación.

- Su construcción inicio en el año de 1997 y se terminó en el año 2003.
- Cuenta con 55 pisos arriba de la banqueta, 43 de los cuales son para oficinas, los primeros pisos están destinados a comercios. También existen 9 pisos para uso exclusivo de estacionamiento sobre la banqueta y 3 más destinados a cuartos de maquinas.
- Por otra parte 4 pisos adicionales de estacionamiento se encuentran alojados en el sótano. No existen anexos, ni antenas en la azotea, lo único que se haya es un helipuerto y dos grúas para limpieza de las fachadas, ubicadas en los niveles superiores del edificio.
- El sistema estructural empleado en este edificio, es uno de los que aprovecha eficientemente el empleo del acero y del concreto en un sistema mixto, que se puede clasificar como tubos acoplados, formados por trabes, columnas de construcción y diagonales. Un tubo inferior contraventeado corresponde al núcleo de elevadores, servicios y se acopla con otro tubo exterior contraventeado. Las columnas de acero, del tubo interior y exterior se encuentran recubiertas de concreto, con el fin de aumentar su resistencia, rigidez y proporcionar economía a la estructura. Esto ocurre en los primeros 35 pisos del edificio.
- La estructura en los sótanos se resolvió con losas planas de concreto apoyadas en columnas compuestas de la torre y otras de concreto reforzado. Como un complemento de la estructura existen 72 amortiguadores ubicados en el núcleo interior y 24 más en las diagonales del tubo exterior.
- La cimentación se resolvió en una losa cuyo espesor varia en partes de 1 m a 2.5 metros recargada en pilas de hasta 1.20 metros de diámetro apoyadas en la segunda capa dura del Valle de México. Con esto se forma un cajón con la losa descrita, muros de contención perimetral y las losas de la planta baja y los sótanos.

En los capítulos de III. Estructuración de Edificios Altos y IV. Solicitaciones en Edificios Altos se ampliara mas la información sobre cómo dar solución a los problemas estructurales a los cuales se enfrentara un edificio alto y se explicara cuales serán las alternativas estructurales más modernas y también seguras que proporcionan las herramientas del diseño estructural.



Foto 7.- Torre Mayor, Ciudad de México, Cortesía de Edificios Altos Construidos en México, IMCyC.