

## EXPERIENCIA EN EL DISEÑO SISMICO EN EDIFICIOS DE SERVICIOS EN PLANTAS DE LA INDUSTRIA PETROLERA

Jorge López Ríos

### Comentarios al criterio de riesgo sísmico para el diseño de edificios industriales

El criterio tradicional de riesgo sísmico para el diseño de edificios de plantas industriales, es efectuar un estudio de costo-beneficio, para imponer el cortante basal con que deberá diseñarse la resistencia de los componentes de cada miembro de la estructura; este estudio únicamente toma en cuenta el costo de la estructura y no el del equipo al cual fueron destinados, sin embargo en muchos casos de la industria petrolera, este equipo tiene un costo de 15 a 20 veces el costo de la estructura como es el caso de edificios destinados a casas de compresoras. Si después de un sismo, el edificio sólo sufre daños que sean reparables sin que en ningún momento se haya puesto en peligro la estabilidad del mismo, no hay mucho problema, pero si la estructura se colapsará las implicaciones pueden ser de consecuencias más allá de la simple pérdida del inmueble, con su respectivo equipo, ya que normalmente la demolición de lo que haya quedado en pie del edificio, así como la remoción de escombros, y la adquisición de nuevo equipo puede representar algunos meses o quizás años, con pérdidas no tanto en inversión sino principalmente en producción. En algunas otras ocasiones los materiales que se están manejando en el proceso químico son tóxicas y por lo tanto su difusión representa un riesgo que deberá tomarse en cuenta al diseñar cualquier edificio a efectos sísmicos. Ya que puede representar que

peligro potencial en su area tributaria y que habrá que cuidar este aspecto sobre todo si existen asentamientos humanos importantes cerca de las plantas industriales.

Otro aspecto importante para el estudio del riesgo sísmico , es considerar las plantas de la industria petrolera como un sistema integrado a nivel nacional dado que por ejemplo para el abastecimiento de combustibles se tienen refinerías estratégicamente situadas en la República Mexicana que no son redundantes y que trabajan practicamente a su capacidad total casi todo el tiempo para satisfacer la demanda nacional. Si adicionalmente su situación geográfica ha obligado a que estén localizadas en las zonas de mayor riesgo sísmico potencial en caso de falla simultánea por un macro-sismo fuerte, las zonas afectadas comprenderían no sólo las áreas locales de las plantas sino aquellas a las cuales se les da servicio. Estas mismas consideraciones deben ser aplicadas a las consecuencias económicas a nivel nacional que tendrá una falla de los grandes complejos petroquímicos situados en zonas potencialmente sísmicas.

Creemos que si el estudio de costo-beneficio toma en cuenta las condiciones mencionadas se harán diseños mas racionales y realistas.

Hasta la fecha ningún código obliga a efectuar un estudio como el mencionado para el diseño de plantas industriales.

Comentarios a la modelación de estructuras reticulares de edificios industriales.

La mayoría de los edificios destinados a satisfacer necesidades de la industria, no se parecen a los edificios urbanos - para los cuales han sido desarrollados programas de computadora, y se les ha destinado una amplia bibliografía para su

modelamiento en el análisis y se ha estudiado ampliamente - su comportamiento para su diseño. En el caso de edificios industriales no existen patrones de referencia más o menos estereotipados ya que el edificio se proyecta para cubrir ciertas necesidades específicas, podríamos decir que es un - traje hecho a la medida y que consecuentemente tienen muy - variadas formas de rigidez, distribución de masas, etc. que afectan directamente su modelación para el análisis y el -- criterio de diseño que deberá emplearse.

En una experiencia particular aplicada durante algunos años a la industria petrolera se han presentado con mayor frecuencia los siguientes casos interesantes

- 1).- Edificios bajos y cortos cuya planta de distribución no es rectangular sino en L y que no pueden dividirse en dos -- edificios rectangulares equivalentes por razones de operación.
- 2).- Edificios bajos y cortos que tienen losas a diferentes - niveles que generalmente son de compresoras.
- 3).- Edificios bajos largos para apoyos en recipientes (el -- más largo de 90 m)

4).- Edificios altos esbeltos para servicios de equipo que - se apoya directamente en el suelo en otro edificio.

Algunos problemas comunes a todos estos edificios son los siguientes:

A.- Decidir si el análisis sísmico-modal se debe efectuar en 2D ó 3D para obtener resultados confiables es decir al me-- nos del lado de la seguridad. No es posible fijar aquí un - criterio general, pero en caso de duda siempre deberá efectuarse un análisis 3D ya que la inversión económica de un análi-- sis mas sofisticado siempre estará justificada.

B.- Otro problema común e importante para el análisis dinámico de edificios industriales radica en elegir el número de grado de libertad que deberán considerarse para obtener un resultado confiable y si el equipo que soporta el edificio debe integrarse al modelo matemático para obtener las fuerzas sísmicas dinámicas de diseño del apoyo de los recipientes.

C.- En todos los casos hay que decidir si el modelo que representa al edificio debe considerar los modos torsionales acoplados para su análisis sísmico-dinámico, dado que en algunos casos, como ya se mencionó, los edificios no son simétricos en su distribución estructural.

D.- En el caso de edificios largos se ha empleado el criterio de translación de cuerpo rígido aunque es necesario modificar este criterio a uno más racional de acuerdo a estudios desarrollados últimamente a este respecto.

#### Comentarios a la interacción suelo-estructura en el análisis sísmico-dinámico de edificios en plantas industriales.

La localización de las nuevas plantas industriales de la industria petrolera se están haciendo considerando la optimización de la distribución del producto y la transportación de los mismos por lo que han quedado en su mayoría sobre suelo de origen sedimentario lo que ha obligado a la utilización de pilotes para soportar las estructuras, esto ha creado incertidumbres referentes al manejo de los códigos existentes que toman en cuenta el suelo para determinar el coeficiente sísmico y el espectro que se debe emplear en el caso de análisis dinámico, así mismo se presenta el problema de la interac

ción suelo-estructura para lograr una buena representación de los pilotes en el modelo dinámico tanto en rigidez como en amortiguamiento, por lo que sería muy conveniente que los nuevos códigos referentes a estructuras industriales - fueran mas explícitos en este sentido dando modelos linealizados para la modelación de pilotes y algunas fórmulas - sencillas para ajustar espectros o bien algún criterio para el empleo de los mismos tomando en cuenta la profundidad de los estratos compresibles y la del hincado de pilotes.