

Uso Prudente del Computador para Prevenir Fallas en Ingeniería

Rubén Darío Acosta García*

RESUMEN

El artículo corresponde a la ponencia presentada por J.KRATKY en el Primer Congreso de Ingeniería Forense de la ASCE realizado el 5 de Octubre de 1998 en Minneapolis en el *Task Commítte on Avoiding Failures by Computer Missue*, como resultado del trabajo del comité, referente a las repercusiones que conlleva emplear imprudentemente las aplicaciones mediante los computadores en el campo de la Ingeniería, e invita a los actores partícipes de la Ingeniería Civil a tener en cuenta las providencias del caso para hacer un buen uso de las ayudas computacionales.

En vista de que el uso de los computadores en la ingeniería ha prácticamente transformado la Ingeniería como profesión, y que en ella, el uso indebido del computador y de las aplicaciones, ha llegado a ser óbice de fallas en obras de Ingeniería originadas en el diseño, es conveniente por ende, tener mucha prudencia tanto en el empleo del computador como en sus aplicaciones al constituirse en una herramienta fundamental hoy en día de trabajo y como tal vale la pena tener en cuenta las siguientes reflexiones:

I. EL COMPUTADOR DEBE USARSE COMO UNA HERRAMIENTA DEL ESTADO DEL ARTE, COMO UNA AYUDA PARA ENTENDER EL COMPORTAMIENTO DE UNA ESTRUCTURA BAJO LA ACCIÓN DE CARGAS.

Un modelo computacional de una estructura, debe representar las condiciones físicas adecuadas suficientes tal que reflejen la respuesta y el comportamiento. En el modelo matemático se deben definir correctamente todas las cargas externas, la caracterización de todas las uniones, la rigidez de los miembros de la estructura, y una predicción segura de fuerzas y desplazamientos de todos los nudos y apoyos.

El usuario que tenga limitaciones en cuanto a experiencia o al conocimiento del comportamiento de las estructuras, debe procurar el consejo de ingenieros con mayor práctica profesional, que le puedan aportar sus propias vivencias en juicios ingenieriles al establecer metodologías y simplificaciones en los modelos. Las lecciones y aprendizajes obtenidos por ingenieros de reconocida trayectoria, por medio de sus observaciones y

correlaciones en proyectos realizados, benefician altamente a los jóvenes ingenieros en cuanto a la formación de experiencia, juicio e intuición.

En la aplicación de los computadores a los modelos estructurales es importante comprender los parámetros que se involucran en el modelo, para lo cual se requiere mucha visión y reflexión, elementos que no están involucrados en los programas. El Ingeniero es el responsable en la determinación de las soluciones apropiadas y en entender la lógica y los algoritmos de los programas, como también en conocer las capacidades y limitaciones del mismo. Los modelos computacionales deben siempre revisarse y verificarse por un ingeniero experimentado, mediante correlaciones con otros modelos conocidos, para así evaluar su comportamiento.

II. INDEPENDIENTE DEL SOFTWARE QUE SE USE, ES NECESARIO VERIFICAR QUE LOS PROGRAMAS DE COMPUTADOR DEN UNA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL CORRECTA.

En estructuras complejas es preferible hacer verificaciones adicionales para esfuerzos y desplazamientos causados por las cargas. Las verificaciones se pueden realizar mediante cálculos manuales simplificados o mediante el empleo de otro programa ampliamente conocido, comparando los respectivos resultados.

Para estructuras más complejas, con algún grado de aproximación, mediante estructuras estáticamente determinadas obtenidas como simplificación de las estructuras estáticamente indeterminadas, se pueden hacer estimativos de las fuerzas y desplazamientos obtenidos por la aplicación de las cargas. Las versiones actualizadas de los programas deben siempre verificarse para un absoluto aseguramiento en la carencia de errores.

III. LA TECNOLOGÍA AVANZADA DE LOS COMPUTADORES PERMITE CON MAYOR FACILIDAD A LOS INGENIEROS EVALUAR MÁS AMPLIAMENTE MUCHAS CONDICIONES DE CARGA Y COMBINACIONES, QUE ANTES ERA DIFÍCIL REALIZAR.

Sin embargo, éstas deben ir acompañadas con incremento en el aprendizaje acerca del significado de la solución en

*Traducido y Adaptado por: Profesor Asociado Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Colombia

términos del comportamiento estructural y su efectividad. Aunque el computador es altamente veloz para ayudar a determinar análisis profundos por ejemplo en grandes estructuras o en rascacielos o puentes de grandes luces no se debe deslumbrar en la confianza que una gran cantidad de datos de salida reemplacen los requerimientos básicos para el entendimiento y predicción del comportamiento de la estructura bajo cargas estáticas o dinámicas. El computador no puede tomar la decisión de escoger cual es el nivel de análisis necesario para lograr el objetivo de una incólume ingeniería. Lo anterior requiere un llamado a una amplia experiencia profesional en la que la visión y buen juicio de la ingeniería permiten mejores análisis y diseños.

El tamaño, satisfacción y costo del modelo computacional debe ponderarse con la necesidad misma de los resultados. La más importante consideración en el empleo del computador está en el grado y nivel de análisis y modelamiento requerido para determinar adecuadamente los esfuerzos y la respuesta de la estructura real.

IV. HOY, CON MEJORES PERSPECTIVAS QUE EN EL PASADO SE OBTIENEN RESPUESTAS Y SOLUCIONES A PROBLEMAS DE INGENIERÍA (CON VARIADO GRADO DE COMPLEJIDAD).

Si se usa apropiadamente el avance de la tecnología de los computadores, se estará usando una invaluable herramienta para adquirir nuevos conocimientos en el comportamiento estructural, requiriéndose claro está de mucha diligencia, reflexión y comprensión. Si los modelos computacionales y los resultados se aceptan incuestionablemente con complacencia, sin revisión alguna y con renuencia a correlacionar los resultados, se está empleando de forma errada el computador como herramienta y se está fomentando la posibilidad de falla en el comportamiento de las estructuras. Hoy en día existe la tendencia, con la moda del *Internet* y de las paginas web, de aceptar el *Software* disponible que mediante esos medios se puede conseguir para resolver problemas complejos. Esa actitud involucra en cierto modo la mentalidad del empleo del computador y mística que invita a problemas y riesgos potenciales con consecuencias peligrosas. El analista debe asegurarse que las leyes de la física y la mecánica deben satisfacerse en las soluciones obtenidas mediante el computador.

Actualmente muchos *software* no muestran mensajes de error cuando no se cumplen las condiciones de equilibrio externo-interno.

V. EN EL ÁREA DEL SOFTWARE DE ESTRUCTURAS, EXISTEN SECTORES SUBDESARROLLADOS QUE REQUIEREN UN TRATAMIENTO PROFESIONAL,

Uno de ellos que aún no está bien cubierto, es la transferencia de fuerzas en las uniones, de las que existe una gran variedad. Para el diseño de una unión, es muy importante determinar cuáles son las fuerzas que se deben transmitir a través de ésta y como están equilibradas en los pasadores que unen miembros y componentes.

IV. LA TENDENCIA A EMPLEAR CADA VEZ MÁS LAS HOJAS ELECTRÓNICAS Y LAS BASES DE DATOS COMO UNA AYUDA MANUAL PARA DETERMINACIONES REPETITIVAS DE DATOS , PROPIEDADES, FUERZAS Y ESFUERZOS POR EJEMPLO.

Las hojas electrónicas tipo son de gran ayuda y reducen enormemente los tiempos requeridos para las determinaciones pertinentes, sin embargo, no permiten el ejercicio de la lógica, de los diagramas de flujo y de la verificación de las formulas. Cuando no se disponen de estas facilidades, la hoja electrónica puede fácilmente contener errores indetectables de lógica o en los resultados numéricos. Las hojas electrónicas deberían venir acompañadas de graficas, bosquejos, diagramas de flujo y dimensionamientos requeridos para explicar su estructura.

VII. EL PROCESO DE DESARROLLO Y ERUDICIÓN EN INGENIERÍA, SOLAMENTE SE LOGRA DESPUÉS DE HABER DEDICADO UN BUEN TIEMPO A LA PRACTICA PROFESIONAL.

El ingeniero debe ser capaz de entender cómo la estructura estará en equilibrio ante la acción de las fuerzas externas, cómo es el recorrido y distribución de las fuerzas, qué debilidades y vulnerabilidad pueden existir en la estructura en sus estados límite y cómo con un efectivo diseño se le dará a la estructura la resistencia requerida para comportarse adecuadamente bajo la acción de cargas estáticas, dinámicas y a cualquier evento extremo. El ingeniero debe reconocer que los computadores nunca sustituirán el buen juicio y comprensión de los ingenieros.