


**1er. CONGRESO DE
ADMINISTRACIÓN Y
TECNOLOGÍA PARA LA
ARQUITECTURA, DISEÑO E
INGENIERÍA**

8



**CONCEPTUALIZACIÓN DE UNA
HERRAMIENTA COMPUTACIONAL
PARA EL DISEÑO,
CUANTIFICACIÓN Y COSTEO DE
SISTEMAS DE CIMBRADO**

M. en Ing. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ADMINISTRACIÓN PARA EL DISEÑO

CONCEPTUALIZACIÓN DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA EL DISEÑO, CUANTIFICACIÓN Y COSTEO DE SISTEMAS DE CIMBRADO

M. en Ing. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé

Profesor Investigador Titular "A"

Cuerpo Académico de Construcción

Facultad de Ingeniería de la UADY

zgrife72@uady.mx zgrife@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo muestra un conjunto de ideas estructuradas que darían forma a una herramienta computacional (Software) para el diseño, cuantificación y costeo de sistemas de cimbrado de madera, acero, aluminio y otros elementos prefabricados disponibles ya en México. El objetivo de este trabajo es dar el primer paso para proveer al constructor de una herramienta que le permita reducir significativamente la incertidumbre relacionada con el manejo de los sistemas de cimbrado en las obras en tres importantes aspectos: El estructural, el económico y la estrategia administrativa de utilización. En la parte estructural, se pretende que la herramienta realice un análisis del sistema de cimbrado propuesto de acuerdo al reglamento vigente Normas Técnicas Complementarias Para Diseño y Construcción de Estructuras (NTC-2004) del Distrito Federal así como también algunos lineamientos y recomendaciones del American Concrete Institute (ACI-347) para que se tenga un punto de referencia en cuanto a la resistencia y comportamiento del sistema de cimbrado para las solicitaciones y acciones a las que sea sujeto. La cuantificación y costeo será realizada mediante un análisis de los componentes del sistema de cimbrado para poder dar un costo al sistema completo, tomando en cuenta los costos de la adquisición

y/o renta de los componentes, mano de obra de la fabricación, colocación, descimbrado y rescate de todo el sistema propuesto. Esta parte está directamente relacionada con la estrategia administrativa de utilización del sistema de cimbrado, ya que se pretende que los costos del sistema de cimbrado utilizado se perciban de manera global dentro del proyecto de obra y no desde el punto de vista atómico tradicional como puede ser el metro cuadrado de cimbra de contacto. La herramienta permitiría definir diferentes etapas de utilización para el aprovechamiento de los moldes fabricados. Finalmente, se emiten unas recomendaciones para la implementación de esta conceptualización para que sea factible su programación en algún lenguaje computacional.

Palabras Clave: Cimbras, Software para ingeniería, Administración de cimbras, Diseño de cimbras.

CONCEPTUALIZACIÓN DE UNA HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA EL DISEÑO, CUANTIFICACIÓN Y COSTEO DE SISTEMAS DE CIMBRADO

M. en Ing. Jesús Nicolás Zaragoza Grifé

INTRODUCCIÓN

Para las empresas pequeñas y medianas (PyMES) es de vital importancia tener la mayor certidumbre posible en todo lo que respecta al cimbrado de estructuras de concreto ya que de acuerdo al (Concrete Reinforcing Steel Institute (CRSI), 2000) “la cimbra y su trabajo asociado es el mayor centro de costo asociado al concreto estructural, generalmente mas del 50%”. En la actualidad, con respecto a las cimbras, una gran parte de las veces el sistema escogido para cimbrar una estructura de concreto reforzado, viene de un catálogo de conceptos de precios unitarios donde se pide al constructor por especificación que el material para la elaboración de la cimbra sea de madera de pino de tercera. En este proceso el constructor se ve obligado a dar un precio muchas veces por metro cuadrado de superficie de contacto de la cimbra con el concreto. Esto da lugar a tener una visión estrecha del problema ya que los sistemas de cimbrado y su administración deben verse desde una perspectiva más amplia que simplemente desde la unidad de medición. Es decir, en vez de pensar en el metro cuadrado de un determinado tipo de cimbra, es mejor analizar con un nivel de detalle pertinente los planos de la estructura para darse una idea de que es lo que se pretende construir en un momento dado.

También es sabido que muchas veces se deja al personal de obra la cuantificación de los materiales que intervienen en la construcción de la cimbra, por ejemplo las piezas de madera. Puesto que en oficina los ingenieros y arquitectos no tienen ni idea de cuanto material es necesario pedir o también por que no se dan el tiempo para hacerlo. Esto lleva compras innecesarias y a aumentar la incertidumbre con respecto al costo final de la cimbra.

El autor de este trabajo propone que es necesario ver el cimbrado de la estructura de concreto en una obra de manera globalizada para poder plantear una solución factible dentro de las tres dimensiones asociadas que son costo, tiempo y calidad. Otro tópico que aparece de manera implícita es que la mayoría de la cimbra en el caso de la madera tiene como vida únicamente la obra donde es utilizada, por lo tanto al final el desperdicio de recursos puede ser significativo afectando la sustentabilidad. Por el contrario, si se logra escoger una buena estrategia de cimbrado esto permitiría usar la menor cantidad de material para optimizar su utilización.

Para poder tener la visión global del sistema de cimbrado en una obra es necesario contar con un sistema de información que permita escoger la mejor opción en función de los parámetros del proyecto que se pretende construir a través de una revisión a detalle de planos y especificaciones de la obra. La cantidad de información que es necesario manejar para poder determinar una estrategia de cimbra puede ser considerable, por lo que se necesita organizarla para manejarla adecuadamente. Esta da lugar a una parte de la justificación de la construcción del sistema. La otra parte es que la cantidad de cálculos involucrados es significativa en el proceso de diseñar, cuantificar y costear la cimbra. Para un programa computacional con la información organizada esto no representa problema alguno.

Se han realizado esfuerzos similares para el diseño de software para el tema de las cimbras (Epstein, 2003) de manera académica presenta un sistema basado en hojas de cálculo para enseñar el diseño de cimbras y (Zaragoza, 2001) desarrolla un programa para el diseño cimbras orientado al elemento. Sin embargo de forma comercial para el diseño de cimbras orientado a la administración no se encontró software alguno.

Es por todo esto que ahora se propone el desarrollo de un sistema capaz de organizar toda la información referente a la elección, diseño, cuantificación, costeo y administración de un sistema de cimbrado elegido por el constructor en el momento de la planeación de la obra.

En la Figura 1 se presentan las partes más importantes del sistema propuesto desde el punto de vista de las tareas en las que servirá de apoyo. Esto es un adelanto de los resultados obtenidos en la fase de requerimientos del sistema. Más adelante se da a detalle una explicación de las partes.

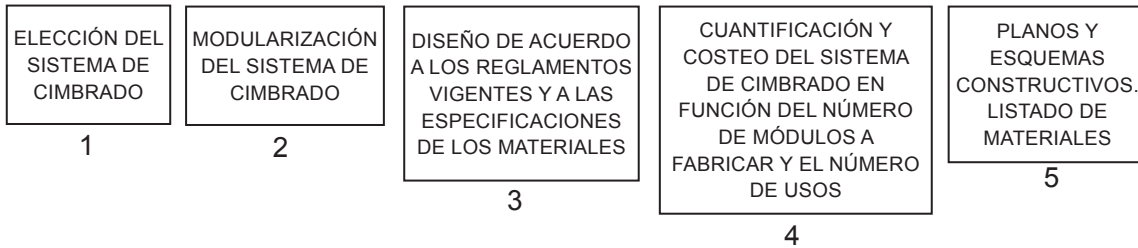


Figura 1. Partes esenciales del sistema propuesto

METODOLOGÍA

Se presenta una serie de pasos realizados para la obtención del diseño del esquema principal detallado del sistema propuesto. Además cabe mencionar que se utilizaron conceptos de Ingeniería de Software para plantear este sistema. El alcance de este trabajo es el de lo que se conoce como Especificación de Software, ya que es aquí donde se define su funcionalidad y sus restricciones en las operaciones que llevará a cabo. (Sommerville, 2002).

Se llevó a cabo la Especificación del Software o Ingeniería de Requerimientos, ya que es la más crítica dentro de todas las partes del desarrollo de software puesto que cualquier deficiencia en esta parte conllevará a problemas severos de implementación del software en sus etapas finales.

Los procesos realizados se detallan a continuación:

Estudio de factibilidad

Se realizó un pequeño estudio con empresas de la región para ver si con la tecnología actual disponible se es posible la solución del problema. También se realizó un presupuesto de tiempo de desarrollo y recursos necesarios.

Obtención y análisis de requerimientos

Se analizó la existencia de software similar para realizar la comparación de lo que se pretende hacer con este sistema. Se sostuvieron pláticas con potenciales usuarios del sistema para revisar las tareas más comunes que se tienen que llevar a cabo para poder

escoger una estrategia de cimbrado adecuada. No se ha realizado ningún prototipo por el momento para este sistema.

Especificación de requerimientos

Se realizó el análisis desde dos puntos de vista principales los requerimientos del usuario y los del sistema. En el caso de los requerimientos del usuario se analizaron todos los elementos abstractos que en su momento manifestaron que el sistema debía de contener. Por otro lado los requerimientos del sistema también fueron analizados para determinar que partes debería de tener finalmente.

Validación de requerimientos

Se llevó a cabo la revisión detallada de todos los requerimientos para poder desechar las partes que pudieran no ser coherentes y se detectaron algunos errores. También se determinó que los requerimientos estuvieran completos.

RESULTADOS

El documento de requerimientos es el resultado de la especificación del sistema. Dos puntos de vista fueron tomados en cuenta: El usuario y el sistema. La información se presenta primeramente desde el punto de vista del usuario ya que es considerado como el ente esencial en el diseño del sistema.

El usuario con el sistema podrá...

- Trabajar con la visión global del sistema de cimbrado que requiere la obra. Pero al nivel del elemento (Por ejemplo: zapata, columna, trabe, losa, etc.)
- Definir geométricamente toda la estructura de concreto reforzado que se pretende construir en la obra, definiendo etapas constructivas asociadas al sistema de cimbrado. A esta definición se le conocerá como el modelo.
- Elegir el tipo de material que pretende utilizar en el sistema de cimbrado.
- Cargar la especificación estructural, geométrica y de utilización de algún otro material para proveer de más opciones al sistema. (Por ejemplo.- Sistemas de apuntalamiento metálico, tornillos botella, paneles prefabricados, etc.)

- Especificar qué partes del modelo se pretenden cimbrar. Por ejemplo a veces una parte de las trabes queda embebida en la losa y no se cimbra.
- Definir que tipo de estructuración de cimbra se utilizará. Por ejemplo en los paneles de cimbra lateral de una trabe como se colocarán los elementos y en que posición irán.
- Contar con la ayuda interactiva del sistema para modular la cimbra de acuerdo a las dimensiones geométricas del modelo global y a las dimensiones comerciales de los materiales que intervengan en el cimbrado.
- Especificar las condiciones de colado (rapidez, temperatura, pesos volumétricos, etc.) así como también las condiciones de carga a las que estarán sujetos los módulos de cimbra. (Equipo, personal, andamios, etc.).
- Asignar duraciones de tiempo a cada una de las etapas que defina en la estrategia de cimbrado, para poder conocer el tiempo total de construcción.
- Replantear la estrategia de cimbrado en el momento que éste lo desee en busca de una solución óptima. Implementación del “What if...”.
- Proporcionar toda la información de costo de los componentes que intervienen en la construcción del sistema de cimbrado.

El sistema deberá...

- Ser programado en un lenguaje de tipo visual para su rápida implementación y bajo costo.
- Contar con una interfase para el usuario de tipo interactiva, donde se le presente al usuario toda la información pertinente para el trabajo con la estrategia de cimbrado.
- Contar con un componente tipo CAD en 2D y 3D para manipular las entidades asociadas al modelo y a la cimbra de manera visual, para una mejor comprensión de la estrategia de cimbrado.
- Tener precargados algunos tipos de material disponible para diseñar la cimbra como por ejemplo: madera, acero, aluminio, etc.
- Realizar la cuantificación y costeo de los materiales que intervienen en la estrategia de cimbrado propuesta, así como también la cuantificación de la mano de obra, cuando el usuario se lo pida.
- Realizar la obtención de esquemas y croquis constructivos de la estrategia de cimbrado, cuando el usuario se lo pida.

Proveer de un conjunto de reportes que le sirvan finalmente al constructor para reducir la incertidumbre asociada al proceso de cimbrado en las obras.

Los algoritmos y funciones del sistema para el diseño y revisión de los componentes de la cimbra estarán basados estrictamente en los reglamentos vigentes del comité ACI 347 y también en las Normas Técnicas del reglamento del Distrito Federal 2004.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que el sistema propuesto permitirá al constructor contar con una documentación de planeación para poder reducir la incertidumbre asociada a la construcción de las cimbras.

Esta herramienta pudiera facilitar la administración del sistema de cimbrado elegido por el constructor, puesto que las cantidades de material a utilizar estarían más apegadas a la realidad.

Lo expuesto anteriormente pudiera tener algunos cambios en función de la adaptación del sistema en las fases próximas a su desarrollo e implementación. Sin embargo el autor considera que sería cambios mínimos que no afectarían sustancialmente al sistema.

Se recomienda considerar la adaptación del sistema para que tenga comunicación con los sistemas de planeación actuales permitiendo incluir la parte de cimbrado pero de una manera más detallada.

Se recomienda implementar la especificación de software en un lenguaje de tipo visual orientado a objetos para aprovechar toda la tecnología de la ingeniería de software actual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI Committee 347, "Guide to Formwork for Concrete (ACI 347R-03)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2003, 32 pp.

Concrete Reinforcement Steel Institute, "Formwork Digest", Engineering Data Report No. 47, Schaumburg, IL, 2000, 6pp.

Concrete International, "Using Interactive Spreadsheets for Teaching Concrete Formwork Design", October 2003, Vol. 25, No. 10, p 41-46, USA

Hurd, M.K., Formwork for Concrete, SP-4, Sixth Edition, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1995, 492 pp.

Summerville, Ian Ingeniería de Software, Pearson Educación, México, 2002, 712 pp.

"Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de madera", Gaceta oficial del Departamento del Distrito Federal, México, 2004, 54-87

Zaragoza, N. Solís, R, Pech J. "Desarrollo de un programa visual para el diseño y la presupuestación de cimbras de madera", Ingeniería, Revista Académica de la Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán, Vol. 7 Num. 1, Enero – Abril 2003.