



---

**CONGRESO  
IBEROAMERICANO**  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,  
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

---

**CONGRESSO  
IBERO-AMERICANO**  
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

---

BUENOS AIRES, ARGENTINA  
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

## **HERRAMIENTA WEB PARA MODELO FINANCIERO DE CONSTRUCTORES EN BOGOTÁ**

ARBELÁEZ, B.

## **HERRAMIENTA WEB PARA MODELO FINANCIERO DE CONSTRUCTORES EN BOGOTÁ**

Beatriz Alexandra Arbeláez Hurtado

Profesor Investigador Universidad Sergio Arboleda

Escuela de Ciencias Exactas e Ingeniería

[beatriz.arbelaez@correo.usa.edu.co](mailto:beatriz.arbelaez@correo.usa.edu.co)

### COMUNICACIÓN

La Escuela de Economía en la Universidad Sergio Arboleda tiene adscrito el Proyecto de Investigación “Un Modelo de Desarrollo de Proyectos Urbanos para Colombia” que propone un proceso para determinar ganancias equitativas en los proyectos de construcción en Bogotá tanto para los inversionistas como para la ciudad. La segunda fase de este proyecto se encuentra en marcha actualmente y se enfoca en la automatización del modelo financiero para realizar simulaciones, predicciones y visualización de los datos solicitados en la primera fase.

Este documento presenta la Herramienta WEB en proceso para el manejo del Modelo Financiero, cuya arquitectura y diseño permiten la flexibilidad necesaria tanto en el ingreso como en la representación de los resultados pasando por una serie de configuraciones que permitan un mayor alcance en la interpretación de los datos y su manipulación.

Al comienzo del trabajo investigativo se propuso la creación de un Sistema Inteligente que garantizara la abstracción y representación del conocimiento del experto, sin embargo, el sector constructor es celoso con el manejo de la información y sugirió en reuniones realizadas con ellos, la posibilidad de trabajar el modelo con una etapa inicial de entrada de datos configurable.

Dentro de los Sistemas Inteligentes, se seleccionó el tipo de sistema sin memoria para mantener la restricción anterior del usuario y no aprender de la experiencia, sino de la formalidad de un modelo preestablecido y fijo. Se trabajaron entonces Sistemas Expertos [4] cuya definición encajaba perfectamente dentro de los deseos del usuario.

El desarrollo del proyecto inició con la aceptación del usuario de un prototipo gráfico de la herramienta final. La Figura 1 presenta un fragmento de dicho prototipo. De esta actividad se determinó también que el tipo de Sistema Experto a implementar era basado en reglas previamente definidas. Se continuó con el ejercicio de establecer dichas reglas para lo cual se trabajó nuevamente con el usuario y en un archivo Excel se plasmaron las variables, caminos y comportamientos frente a los datos ingresados en la herramienta.

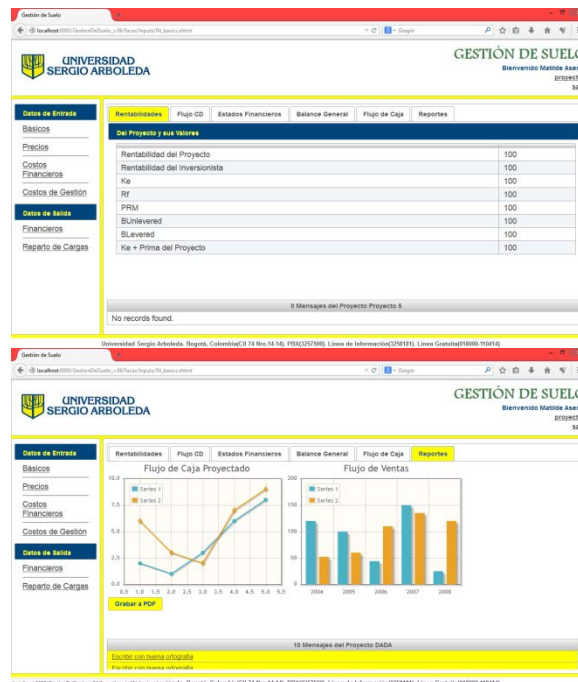


Figura 1

Las actividades anteriores conciliaron otra vez el sentir del usuario, de no ser sustituido por una aplicación, sino trabajar en colaboración con ella apoyándose en su rapidez y eficacia para la solución de tareas intermedias que antes distraían y consumían tiempo de tareas principales. Las tareas intermedias incluidas para ser automatizadas fueron; cálculos de fórmulas matemáticas, gráficos de resultados en diferentes modalidades de visualización, generación de tablas dinámicas por lapsos de tiempo determinados, actualización periódica de datos externos de configuración, copia de información en varios sitios diferentes.

La estructura del Sistema Experto a trabajar se definió con tres módulos básicos, Base de Conocimiento, Base de Hechos y Motor de Inferencia. La Base de Conocimiento constaba de los posibles caminos para solucionar el problema, en este caso los pasos ordenados y lógicos que el constructor realiza para generar el modelo financiero, para este caso, 1. Ingreso de datos iniciales. 2. Cálculos de Urbanismo. 3. Cálculos de Ventas. 4. Cálculos de Costos. 5. Cálculos de Otros No Clasificados. 6. Ejecución de Flujos. 7. Entrega de datos finales. 8. Visualización gráfica de datos finales. La Figura 2 muestra un fragmento visual de la separación en el archivo Excel de los pasos utilizados.

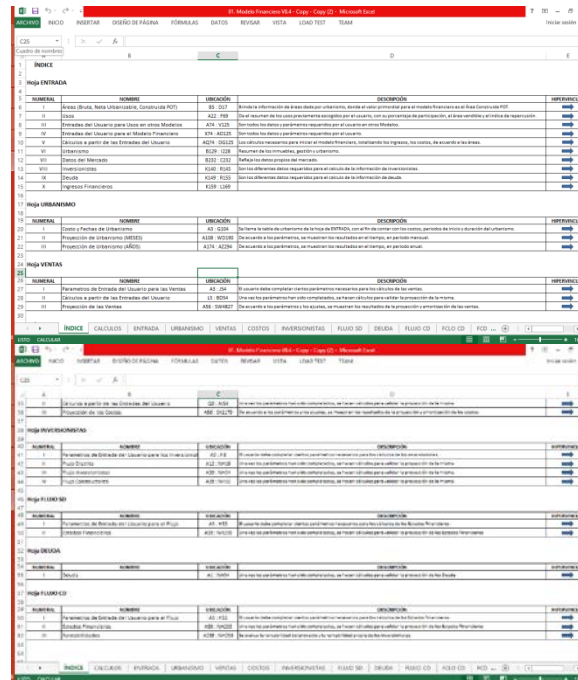


Figura 2

El segundo módulo del Sistema Experto desarrollado fue la Base de Hechos que manejaba datos no dependientes del usuario como por ejemplo, los índices de construcción, valores de materiales, cesiones mínimas de espacios determinados por ley, restricciones de normatividad para tipos de construcción. También administraba las fórmulas matemáticas utilizadas, generales para cualquier proceso económico o estadístico y otras fórmulas matemáticas que representan el conocimiento del experto. Estas últimas fórmulas determinan valores máximos y mínimos que manejan los constructores, límites que deben mantener para garantizar el correcto funcionamiento de su negocio. Cuando el proceso obtiene en ciertos puntos de su evolución, un resultado parcial, este debe validarse dentro de los rangos definidos y almacenados en el módulo de Base de Hechos.

El tercer módulo del Sistema Experto, garantiza la obtención de los resultados y lo hace utilizando dos mecanismos diferentes conocidos como encadenamiento hacia adelante y encadenamiento hacia atrás. El encadenamiento entrega los datos por medio de inferencia sobre las reglas implementadas en condicionales simples, si – entonces, si no – entonces, o cualquier si - entonces equivalente que mezcle operadores lógicos. El encadenamiento hacia adelante se usa cuando el proceso lógico del Sistema Experto no conoce cuál es la salida o no sabe los datos finales y necesita seguir un camino desde un punto de partida conocido. Dentro del Modelo Financiero, este mecanismo se aplica cuando desea visualizarse que deudas o ganancias se tendrán de acuerdo a cambios externos en el mercado de materiales, políticas gubernamentales, estrategias de financiamiento, características de los proyectos de construcción.

El encadenamiento hacia atrás es análogo al encadenamiento hacia adelante y al cual se le dio más relevancia en el Sistema Experto. Los constructores estaban acostumbrados a realizar el encadenamiento hacia adelante con sus cálculos, herramientas y mecanismos utilizados, sin embargo, encontraban muchos problemas para realizar el proceso inverso, es decir, dados unos valores de ganancia y deuda

cuales eran las condiciones y factores que se debían presentar para lograrlos. Esto determinó una modificación en las entradas y salidas, ahora la unión de ambas conforman el conjunto de entradas y salidas del Sistema Experto.

Dentro del Motor de Inferencia también se incorporó el Modelo de Razonamiento, aunque en algunos Sistemas Expertos este se encuentra como un módulo independiente, para este diseño no se evidenció la necesidad de separarlo. Por tal motivo el manejo de incertidumbre propio de estos sistemas se implementó como una simple función probabilística que toma decisiones sobre el conocimiento incierto o incompleto dependiendo de su valor. Durante el proceso de validación de la Base de Conocimiento y la Base de Hechos, se adecuó cada valor de regla para permitir un camino adicional que completará todas las posibilidades en la inferencia. La Figura 3 muestra un fragmento de la estructura final del sistema.

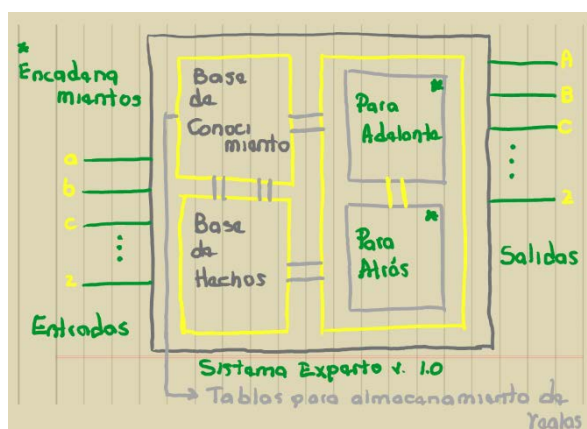


Figura 3

Es necesario mencionar que este Sistema Experto se envuelve en un ambiente WEB [2] y por eso se maneja como una Herramienta WEB [3] para el Modelo Financiero. Adicionalmente forma parte del desarrollo de la Fase II del proyecto de investigación, cuya Fase I fue realizada sobre plataforma WEB. La tecnología utilizada es Java y su implementación general mantiene las propiedades de la Programación Orientada a Objetos; modularidad, encapsulamiento, herencia y polimorfismo permitiendo que este nuevo componente encaje perfectamente dentro de la aplicación inicial, que le provee de una amplia cantidad de entradas.

El Sistema Experto se implementó también en Java y sus bases en Postgres, manejador de Base de Datos utilizado igualmente en la Fase I del proyecto de investigación. La arquitectura se diseñó para que el sistema fuera un Servicio WEB [1], independizando su ejecución y procesamiento de la aplicación WEB principal, también para facilitar las pruebas que debían tener un número exhaustivo de casos y necesitaban mayores ajustes puntuales. La Figura 4 presenta un fragmento de la arquitectura implementada.

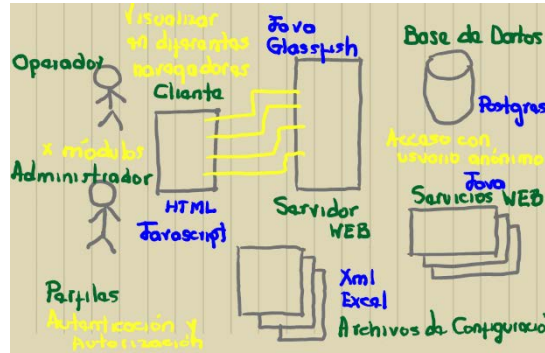


Figura 4

Actualmente la aplicación se encuentra en las pruebas finales de usuario para dar paso a su liberación. El proyecto de investigación tuvo una duración de dos años, cada fase de un año y contó con la colaboración transversal de las varias escuelas en la Universidad Sergio Arboleda y se han presentado varios pilotos a las entidades públicas distritales y nacionales de Bogotá y Colombia.

#### REFERENCIAS

- [1] F. Huimin; Y. Panpan. "Research on Application of Web Services in an Expert System". IEEE Industrial Control and Electronics Engineering (ICICEE). 2012.
- [2] D. Feng; T. Shen; Z. Hu. "The Study of Construction and Management on Web-Based Expert System". E-Product E-Service and E-Entertainment (ICEEE), 2010.
- [3] Markovic, A.; Radenkovic, B. "An approach for specification of knowledge-based simulation models in the Web environment". Telecommunications in Modern Satellite, Cable and Broadcasting Services. 1999.
- [4] Hopgood, A.A.. "An introduction to expert systems". Expert Systems for NDT. 1989.