



## APLICACIÓN PARA LA SIMULACIÓN DE EDIFICIOS DE CONCRETO REFORZADO CON PROPIEDADES ALEATORIAS.

José G. Rangel Ramírez<sup>1</sup>, Luis Esteva Maraboto<sup>2</sup> y Edwin M. R. Martínez<sup>3</sup>

### RESUMEN

En este artículo se presenta una aplicación de código libre para la simulación de edificios de concreto reforzado con propiedades geométricas, mecánicas y carga interna aleatoria. El propósito de la simulación por medio de herramientas tecnológicas plantea la evaluación de seguridad en poblaciones de edificios dentro de un marco probabilista para propósitos diversos. Se muestra un ejemplo de aplicación de simulación de edificios.

### ABSTRACT

In this article, an open-source application is introduced for the simulation of reinforced concrete buildings with random geometrical, mechanical and internal load characteristics. The purpose of simulations with this tool is to help in the safety assessment of a population of buildings within a probabilistic framework, for different types of applications. An illustrative example is presented.

### INTRODUCCIÓN

Cuando se modela un edificio con el propósito de evaluar su comportamiento estructural, típicamente se asignan valores determinísticos a las propiedades geométricas de los elementos estructurales, parámetros que definen a los materiales y algunas solicitaciones. Esta asignación de valores geométricos, mecánicos y de carga, está orientada a la evaluación de comportamiento de una población de edificios con esas propiedades específicas, las cuales sitúan al estudio en un espacio muestral característico en el cual se puede intersectar o distar de las condiciones de falla, dependiendo del problema en estudio y la variable aleatoria que se examine, e.g. excitación sísmica, variación de refuerzo, calidad de materiales. Desde el punto de vista probabilista, el valor del margen de seguridad no depende subjetivamente de la elección del parámetro de estudio, sino de la aleatoriedad y naturaleza conjunta de las diversas variables estocásticas que se encuentran en todo el espacio muestral. Debido a esto, se debe representar la naturaleza de variación de los diversos parámetros estructurales con pertinencia para analizar los factores que gobiernan las condiciones que aproximen y alejen el comportamiento de la estructura del estado límite de estudio.

En este trabajo se presenta una aplicación computacional y modelos probabilistas para simulación de propiedades mecánicas, geométricas y cargas gravitacionales para analizar la respuesta sísmica de edificios en tres dimensiones. Esta aplicación permite obtener poblaciones de edificios con variación de sus propiedades geométricas (dimensiones de elementos estructurales, área de acero de refuerzo, área de estribos, espaciamiento de estribos, recubrimientos), propiedades mecánicas (parámetros del acero de refuerzo y concreto) y solicitaciones internas (carga muerta y carga viva). SIB (del acrónimo en inglés "Simulation of Buildings") es una aplicación de código libre realizada en FORTRAN 90/95 que considera la naturaleza propia de variación de las características del edificio y permite la modulación de los parámetros que definen las incertidumbres. Esto permite el análisis de poblaciones de edificios para propósitos de evaluación de vulnerabilidad basada en probabilidad, confiabilidad estructural y la sensibilidad de la confiabilidad a las propiedades estadísticas de las distintas variables aleatorias, bajo problemáticas diversas que se desee.

Se presentan las características de esta herramienta y potencial uso en área de ingeniería estructural. Además se muestra un ejemplo de aplicación donde se usa un modelo que consiste en un edificio de 5 niveles y la aplicación de SIB en el análisis de la respuesta en este edificio. Los resultados y aplicación muestran la influencia de la incertidumbre en las propiedades del edificio sobre su desempeño esperado ante una excitación sísmica.

<sup>1</sup> Profesor-Investigador, Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería-Región Córdoba-Orizaba; Calle 16 de Septiembre no. 100, Col. Benito Juárez, 94740 C.Z. Mendoza, Veracruz. Teléfono: (272) 7272434; [gurangel@uv.mx](mailto:gurangel@uv.mx)

<sup>2</sup> Profesor-Investigador Emérito, Instituto de Ingeniería-UNAM, Circuito Escolar s/n, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, México D.F., C.P. 04510, (55) 5623-3600.; [LEstevaM@iingen.unam.mx](mailto:LEstevaM@iingen.unam.mx)

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Nuevo León, Pedro de Alba s/n, San Nicolás de Los Garza, Nuevo León; [ing.emrm@gmail.com](mailto:ing.emrm@gmail.com)