



## **Simulación numérica del comportamiento de una sección transversal de bóveda de cañón bajo cargas gravitacionales**

Francisco Adolfo Granados García<sup>1</sup>, Jatziri Yunuén Moreno Martínez<sup>1</sup>, Arturo Galván Chávez<sup>1</sup> y Israel Enrique Herrera Díaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Guanajuato. francisco-adolfo55@hotmail.com

Las iglesias son consideradas parte importante de los lugares donde se encuentran construidas debido al valor cultural y religioso que aportan. Aunque inicialmente estas construcciones se diseñaron para soportar sus propias cargas gravitacionales, hoy en día cierto número de ellas se encuentra en peligro debido a fallas estructurales relacionadas con el peso propio de su estructura; una de las principales razones de esta problemática es la degradación de los materiales con el paso del tiempo. Es por esto que surge la importancia de realizar análisis que nos permitan conocer hasta cierto punto, el daño que se puede llegar a producir en estas estructuras debido a su peso propio. La esencia de este trabajo de investigación está dentro de un ámbito estrictamente numérico, es decir, la modelación aproximada del comportamiento no-lineal de una sección de la bóveda de cañón corrido de la Iglesia de Yecapixtla que data del siglo XVI ubicada en el Estado de Morelos. El método utilizado para el análisis es mediante la simulación numérica de la estructura implementando un modelo constitutivo desarrollado en un software de elementos finitos; el cual, utilizando el criterio de falla de Drucker Prager y la superficie de falla de Willam Warnke, simula el comportamiento no lineal de materiales cuasi-frágiles. Este modelo emplea elementos tridimensionales isoparamétricos que cuentan con ocho nudos, cada nudo tiene tres grados de libertad de traslación en las direcciones de los ejes x, y, z, tienen la capacidad de agrietarse (en tres direcciones ortogonales) y aplastarse en todos sus puntos de integración según sean los esfuerzos a los que estén sometidos; así mismo, de simular la deformación plástica. Debido a que no se cuentan con pruebas in situ, las propiedades para la caracterización de los materiales fueron basadas en la literatura. Para el análisis, el modelo se sometió a la carga total correspondiente a su peso propio aplicada en varios porcentajes de incremento y se obtuvo una curva carga-desplazamiento, en la clave del arco de la bóveda. De igual manera, a través del programa de elementos finitos se obtuvieron los agrietamientos producidos en la estructura debido a los esfuerzos de tensión, así como el aplastamiento en las zonas de compresión. Finalmente, los resultados del modelo numérico se compararon con resultados obtenidos de la literatura, observando una gran similitud en la trayectoria de la curva carga-desplazamiento y en la ubicación de los agrietamientos en la estructura original; lo que nos lleva a concluir que el modelo serviría para evaluar el grado de daño debido al peso propio en estructuras con características similares a este caso de estudio.