

Introducción

En esta investigación se ha desarrollado un software completo que permite el análisis estructural y la optimización del material utilizado para la construcción de torres para el transporte de energía eléctrica formadas por barras metálicas.

Modelo Matemático-Numérico

El problema de optimización del material de las torres se lleva a cabo mediante la minimización de un funcional, en este caso el peso de la estructura, sujeto a ciertas restricciones que son los condicionantes de tipo estructural y geométricos que el diseño ha de cumplir.

El problema general de optimización se plantea como:

$$\min W = F(\mathbf{x}) = \rho \sum_{i=1}^n l_i \cdot A_i$$

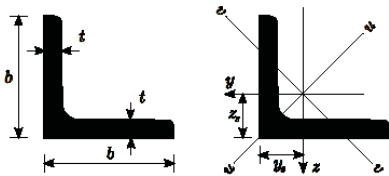
sujeto a:

$$g_j(\mathbf{x}) \leq 0, \quad j = 1, m$$

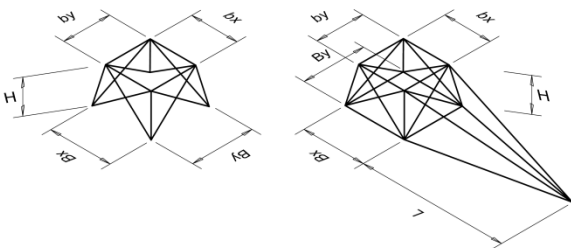
$$(\mathbf{x}_i)_{\min} \leq \mathbf{x}_i \leq (\mathbf{x}_i)_{\max}, \quad i = 1, n$$

En este caso se han implementado restricciones derivadas de los condicionantes impuestos por el Eurocódigo 3 de estructuras metálicas y de la norma ASCE 10-97.

El formulación del problema de optimización requiere que se definan las características del modelo susceptibles de cambio o variables de diseño. En primer lugar se plantea la optimización de las secciones de las barras que forman la estructura restringiendo su selección a secciones discretas pertenecientes a un catálogo previamente determinado.



Por otro lado también se plantea la optimización de la geometría de la torre. Atendiendo a la realidad constructiva de esta tipología de estructuras, éstas están formadas por un número determinado de bloques que se ensamblan en vertical. Por tanto, se plantea la optimización de la forma de las torres utilizando como variables de diseño las dimensiones de dichos bloques.



Algoritmo de Optimización

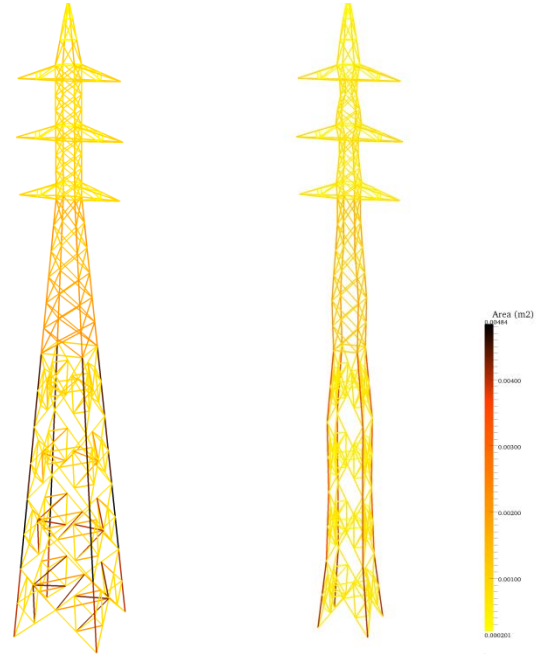
Debido a la distinta naturaleza de las variables de diseño seleccionadas, discretas para las secciones y continuas para la geometría, es necesario utilizar algoritmos de optimización que permitan su tratamiento conjunto. En este caso se ha utilizado el Simulated Annealing, un algoritmo de tipo estocástico basado en la modificación aleatoria de las variables de diseño. La velocidad del algoritmo se ha mejorado con la implementación de un análisis de sensibilidad de primer orden.

Autores

S. Martínez(UDC) J. Paris(UDC)
I. Couceiro(UDC) M. Casteleiro (UDC)
F. Navarrina (UDC) I. Colominas(UDC)

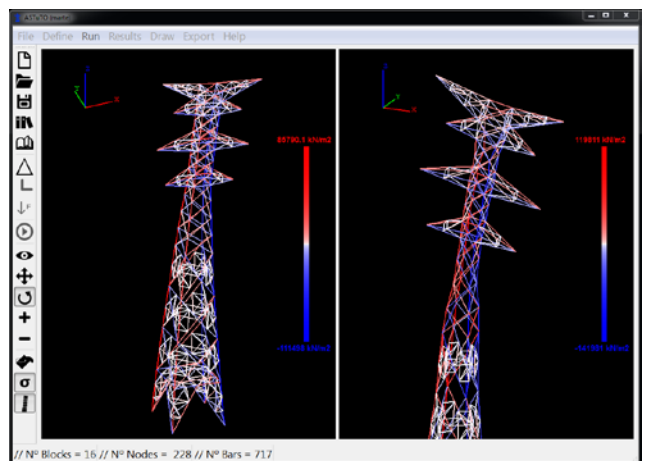
Resultados

El modelo ha sido utilizado en la optimización de diseños reales de torres de alta tensión obteniendo ahorros de material en torno al 25% en la mayoría de los casos e incluso del 40% en algunos casos.



Software CAD

El modelo matemático-numérico de optimización se ha implementado en una interfaz gráfica creando un software completo capaz de diseñar, analizar y optimizar diseños de torres de alta tensión y procesar y visualizar todos los resultados del proceso.



Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por las siguientes entidades: Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España con el Proyecto DPI2012-33622. Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria da Xunta de Galicia.GRC2014/039. Fundación de la Ingeniería Civil de Galicia. Enmacosa Consultoría Técnica.