

Un poco de historia sobre el cálculo de estructuras

Desde los griegos hasta nuestros días, el autor realiza un breve repaso histórico de los principales hitos y autores que realizaron alguna aportación importante para el cálculo de estructuras

En demasiadas ocasiones los ingenieros utilizamos fórmulas, teoremas y métodos para resolver los problemas cotidianos, sin detenernos en sus nombres propios, ni en los creadores que puedan estar detrás de ellos. Generalmente, se trata de científicos e ingenieros que con sus conocimientos y esfuerzos han contribuido a ofrecernos herramientas de trabajo que nos permiten resolver problemas sumamente complejos. En este artículo me limitaré a los ingenieros en mecánica aplicada al campo del cálculo de las estructuras.

La construcción de estructuras es una de las más antiguas ramas o especialidades de la ingeniería. Un punto de comienzo para la ingeniería estructural puede fijarse en el año 500 a.C., cuando los griegos empezaron a utilizar piedras para construir estructuras cuyas columnas soportaban vigas horizontales, sin operaciones analíticas y guiándose prácticamente solo por su intuición. Hoy podemos concluir que se trataba de elementos isostáticos trabajando siempre a compresión, regímenes D.

El primer tratado sobre mecánica es el llamado Problemas de Mecánica, atribuido a Aristóteles. Este filósofo nació un siglo antes que Arquímedes, quien hizo la primera demostración de la Ley de la Palanca, que puede considerarse el punto de origen de la estática.

Construcción sin deformaciones

La época romana, esplendorosa en cuanto a construcciones arquitectónicas, no conlleva, sin embargo, un avance del análisis en la ingeniería estructural. Es por ello por lo que podemos aseverar que antes del Renacimiento todas las estructuras fueron construidas sin cálculos, basándose los constructores en un código de buenas prácticas y construyendo estructuras que trabajaban muy holgadamente, sometiendo sus elementos a deformaciones prácticamente nulas.

En el Renacimiento es cuando se introduce por primera vez la denominación

de ingeniero a la par que se imprime en todas las ramas de las artes, las ciencias y la técnica un impulso renovador que todavía no se ha extinguido y del cual no es una excepción la ingeniería estructural.

Fue Leonardo Da Vinci (1452-1519) el que, por primera vez, comienza a plantearse el porqué de las cosas referente al equilibrio de la estática, y acomete dos análisis importantes: el primero, la resolución de la viga isostática, sin llegar a conseguirlo, y el otro la introducción del concepto de momento de una fuerza.

Galileo Galilei (1564-1642), siguiendo los estudios realizados por Leonardo, acomete el análisis de la viga ménsula. La solución a la que llega es errónea. Si bien desarrolla el concepto de momento de la fuerza, no tiene en cuenta el grado de empotramiento, aparentemente porque el modo de deformación de los sólidos no estaba suficientemente desarrollado. No obstante, a Galileo se le reconoce como el padre de la resistencia de materiales.

**“ANTES DEL RENACIMIENTO,
TODAS LAS ESTRUCTURAS
FUERON CONSTRUIDAS SIN
CÁLCULOS, BASÁNDOSE
LOS CONSTRUCTORES EN
UN CÓDIGO DE BUENAS
PRÁCTICAS”**

Se puede decir que con Da Vinci y Galileo se le da sentido al cálculo estático de las estructuras, haciendo que posteriores ingenieros, como Ritter y Luigi Cremona, crearan métodos que han llegado hasta nuestros días.

Robert Hooke (1635-1703) formuló la conocida como Ley Hooke o teoría de la elasticidad. Originariamente establecida para estiramientos longitudinales, dice: “El alargamiento de un cuerpo elástico es directamente proporcional a la fuerza aplicada”. Con esto se vendría a dar so-

lución a muchas de las preocupaciones e interrogantes de Leonardo y Galileo. A partir de la teoría de la elasticidad, Henri Navier (1785-1836) establece la ecuación de la línea elástica y relaciona los esfuerzos con las tensiones. Basándose en la teoría de flexión de vigas de Navier, Emile Clapeyron (1799-1864) introduce el Teorema de los tres momentos, que permite la resolución de vigas continuas.

Inicio del cálculo elástico

También en este grupo es importante señalar a Cristian O. Mohr (1835-1918), que desarrolló un método para la representación gráfica en tres dimensiones de las tensiones, denominado Círculo de Mohr, fundamental para resolver estructuras hiperestáticas. Con esta técnica, estamos ante lo que podríamos señalar como el periodo del inicio del cálculo elástico de las estructuras.

Alberto Castigliano (1847-1884), creó nuevos métodos de análisis para sistemas elásticos, relacionando el desplazamiento con la energía de deformación respecto a la fuerza, lo que se denominó Métodos energéticos.

Hardy Cross (1885-1959), pretendiendo aglutinar todas las teorías habidas hasta la fecha, crea un método de cálculo para resolver las grandes estructuras isostáticas e hiperestáticas basado en operaciones iterativas hasta conseguir que el equilibrio de los nudos sea conocido también como el Método de distribución de momentos, que sirvió de base para el desarrollo posterior del cálculo matricial. El matemático Richard Courant creó un método de resolución de ecuaciones denominado Método de Elementos Finitos (MEF), el cual fue llevado al cálculo de Estructuras por el ingeniero Alexander Hennikoff (1896-1984).

Francisco Pascual Molina

Ingeniero técnico industrial, con especialidad en Estructuras, ingeniero de grado en mecánica y máster en Estructuras de Edificación.