

## FORMULACION ISOPARAMÉTRICA UNIDIMENSIONAL PARA BARRAS RECTAS Y CURVAS EN EL ESPACIO 3D

### ONE-DIMENSIONAL ISOPARAMETRIC FORMULATION FOR STRAIGHT AND CURVED BARS IN 3D SPACE

Fernando J. Albarracin<sup>a,b</sup>, M. Virginia Quintana<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Salta, Campo Castañares S/N, 4400 Salta, Argentina.

<sup>b</sup>Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta, Avda. Bolivia 5159, 4400 Salta, Argentina, [fjalbarracinb@gmail.com](mailto:fjalbarracinb@gmail.com), <https://www.ing.unsa.edu.ar>

<sup>c</sup>INIQUI (CONICET), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta, Avda. Bolivia 5159, 4400 Salta, Argentina, [vquintana@ing.unsa.edu.ar](mailto:vquintana@ing.unsa.edu.ar), <https://www.ing.unsa.edu.ar>

**Palabras clave:** Elemento Finito Unidimensional, Barras, Formulación Isoparamétrica, Gauss-Legendre

**Resumen.** En este trabajo se presenta una formulación isoparamétrica alternativa para la resolución de problemas con barras rectas y curvas en el espacio 3D basada en las hipótesis de Euler-Bernoulli. En las aplicaciones computacionales actuales, cuando es necesario resolver un arco estructural, éste debe ser subdividido en barras rectas de pequeñas longitudes cuyos extremos o nodos, coinciden en su posición con el eje baricéntrico del arco, aproximando el arco geométrico con una poligonal geométrica, lo que demanda un gran coste computacional para alcanzar una buena aproximación a la solución. En esta formulación se obtiene la matriz de rigidez de cada elemento con integración reducida en puntos óptimos de integración de la cuadratura de Gauss-Legendre, lo cual permitió diseñar un elemento finito eficiente y de bajo costo computacional. La formulación desarrollada puede ser adaptada a elementos rectos, caso en que la velocidad de resolución resulta superior al método directo de la matriz de rigidez.

**Keywords:** One-Dimensional Finite Element, Bars, Isoparametric Formulation, Gauss-Legendre

**Abstract.** This paper presents an alternative isoparametric formulation for solving problems with straight and curved bars in 3D space based on the Euler-Bernoulli hypotheses. In current computational applications, when it is necessary to solve a structural arc, it must be subdivided into straight bars of small lengths whose ends or nodes coincide in their position with the barycentric axis of the arc, approximating the geometric arc with a geometric polygonal, which demands a large computational cost to achieve a good approximation to the solution. In this formulation, the stiffness matrix of each element is obtained with reduced integration at optimal integration points of the Gauss-Legendre quadrature, which allowed the design of an efficient finite element with low computational cost. The developed formulation can be adapted to straight elements, in which case the resolution speed is superior to the direct method of the stiffness matrix.