

Mecánica de Sólidos y Sistemas Estructurales

Estructuras trianguladas: Rigidez

Mariano Vázquez Espí

Ondara, 2 de noviembre de 2010.

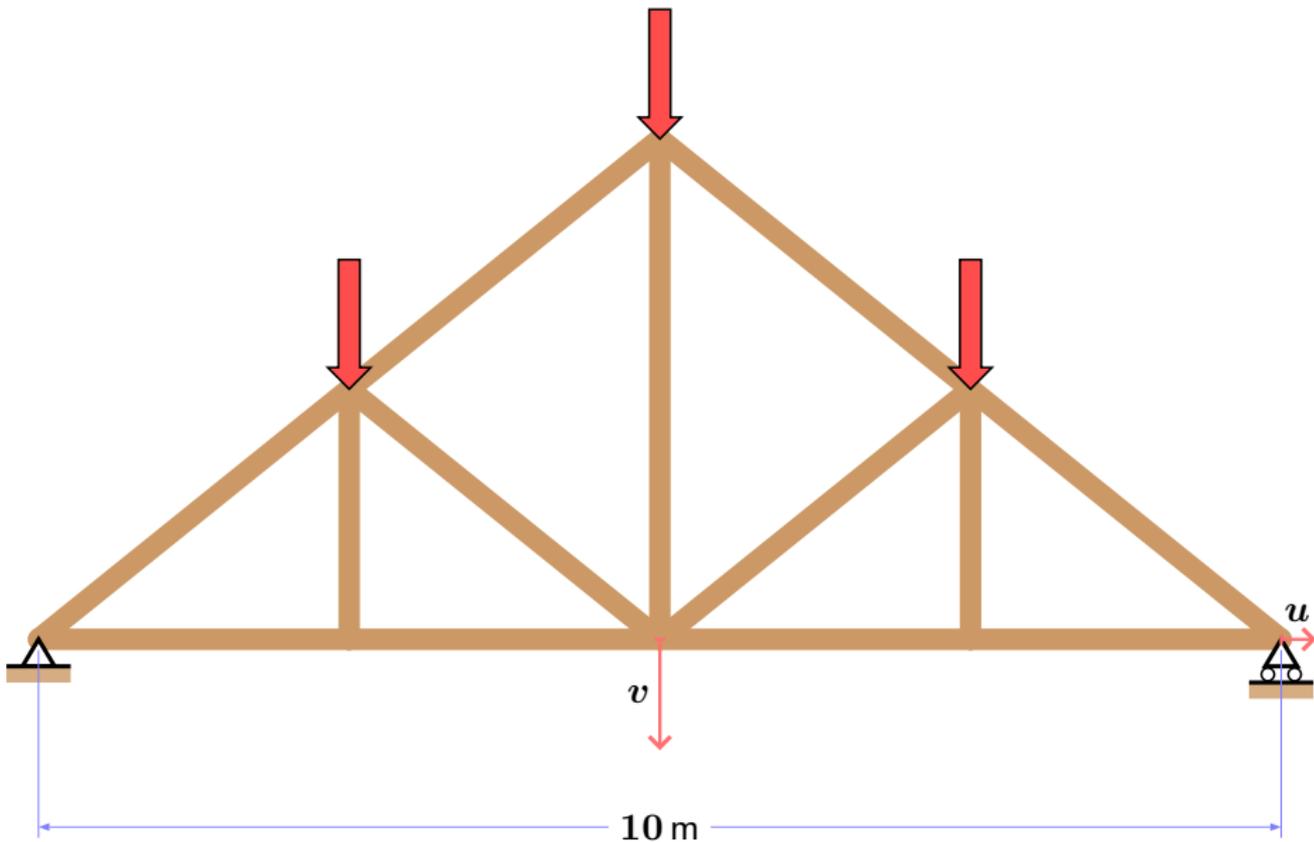
El requisito de rigidez

Una estructura es suficientemente rígida si sus movimientos bajo la carga de servicio son menores que valores considerados como **tolerables** según el uso a que se destina.

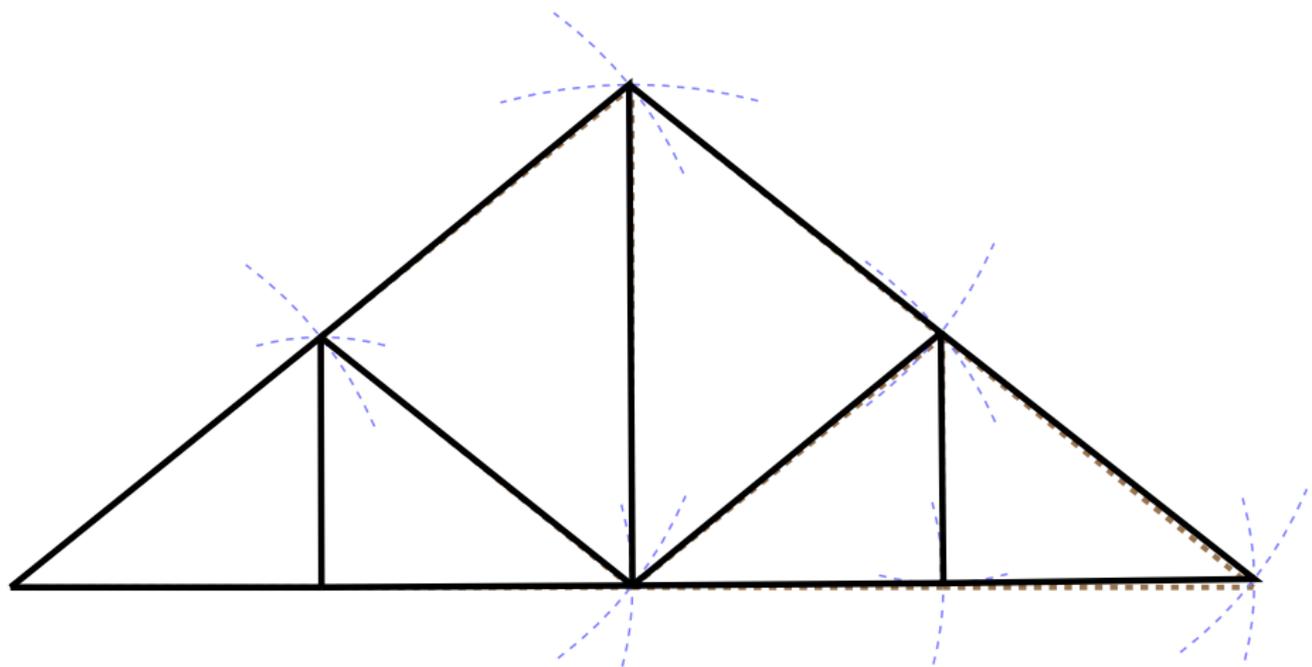
Hay dos tipos de movimientos a controlar:

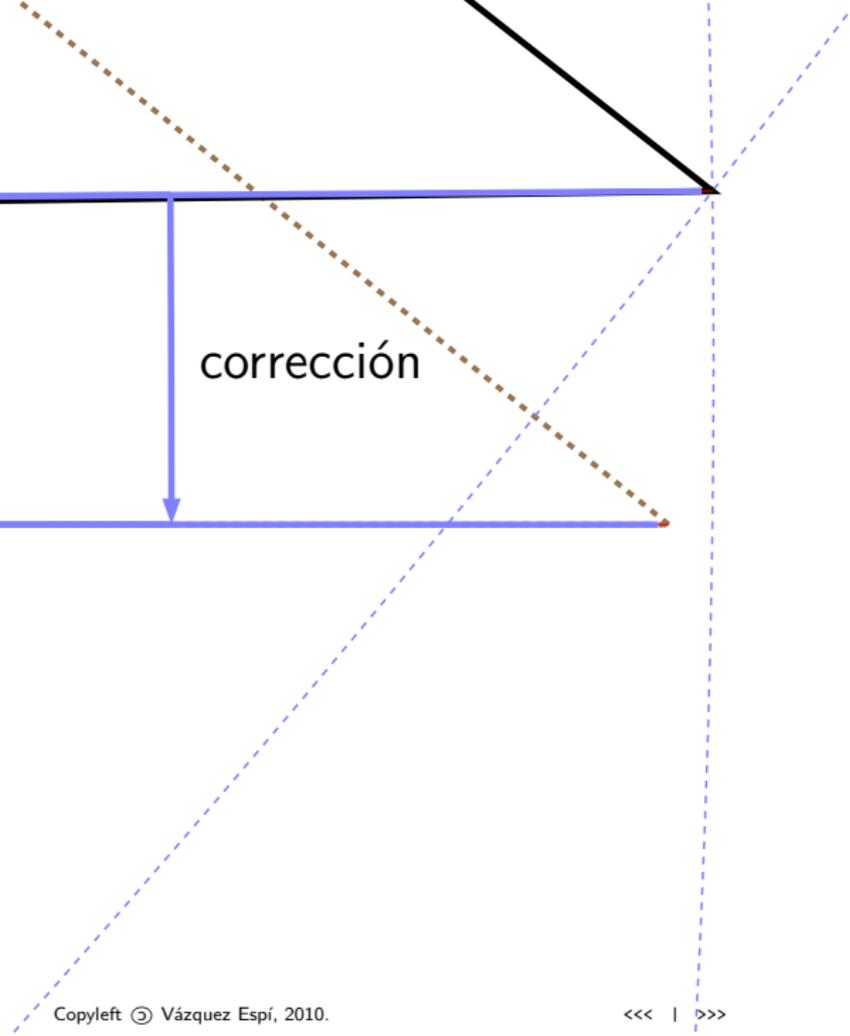
- giros que produzcan **distorsión** de la geometría inicial: específicamente la **distorsión media** de la estructura
- **desplazamientos** que puedan comprometer el comportamiento de uniones con **otras estructuras** (aparatos de apoyo, etc)
- **siempre** hay que comprobar que la deformación es pequeña si los esfuerzos se calcularon con esa hipótesis

Un cuchillo español

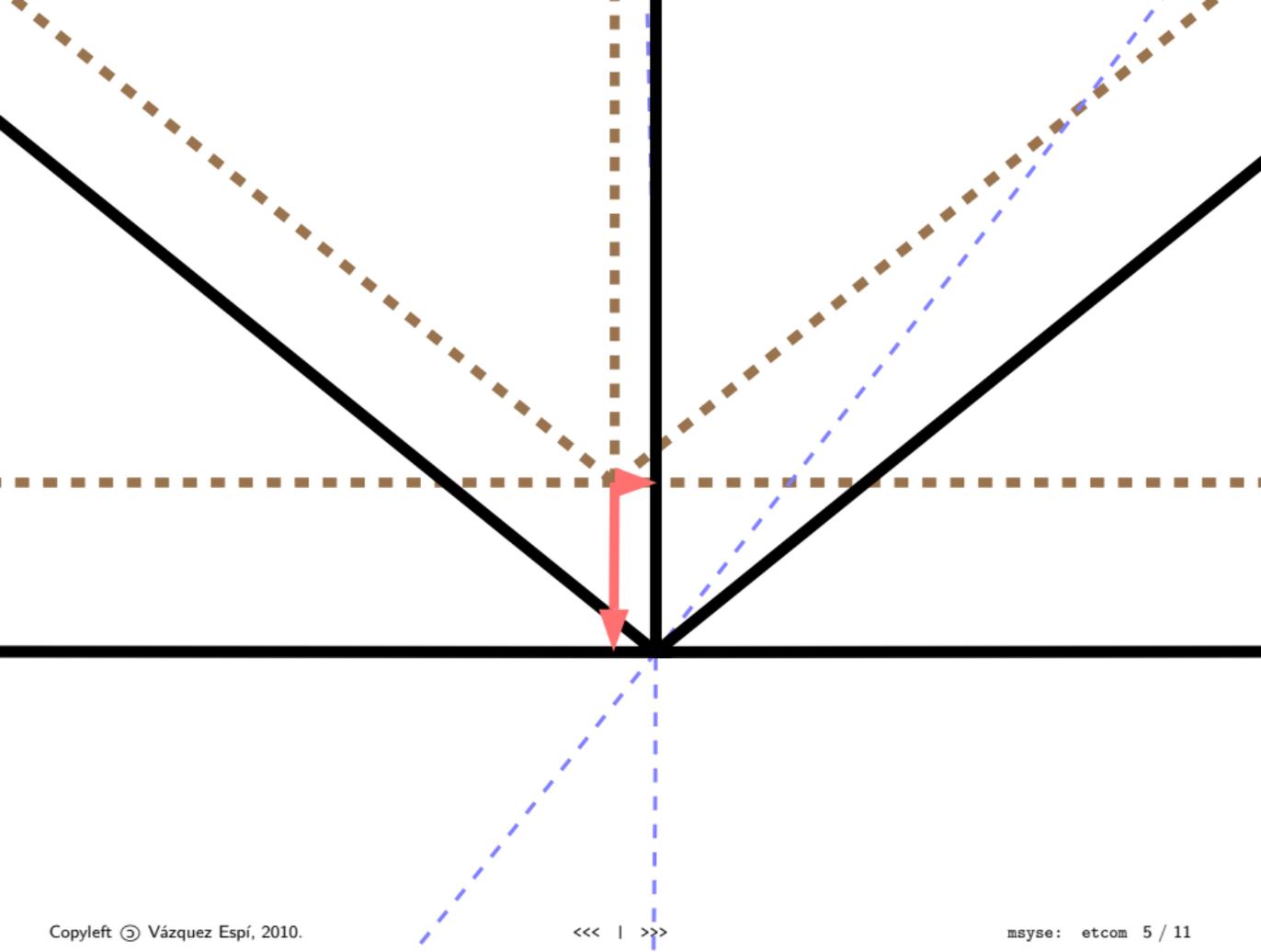


Un cuchillo español



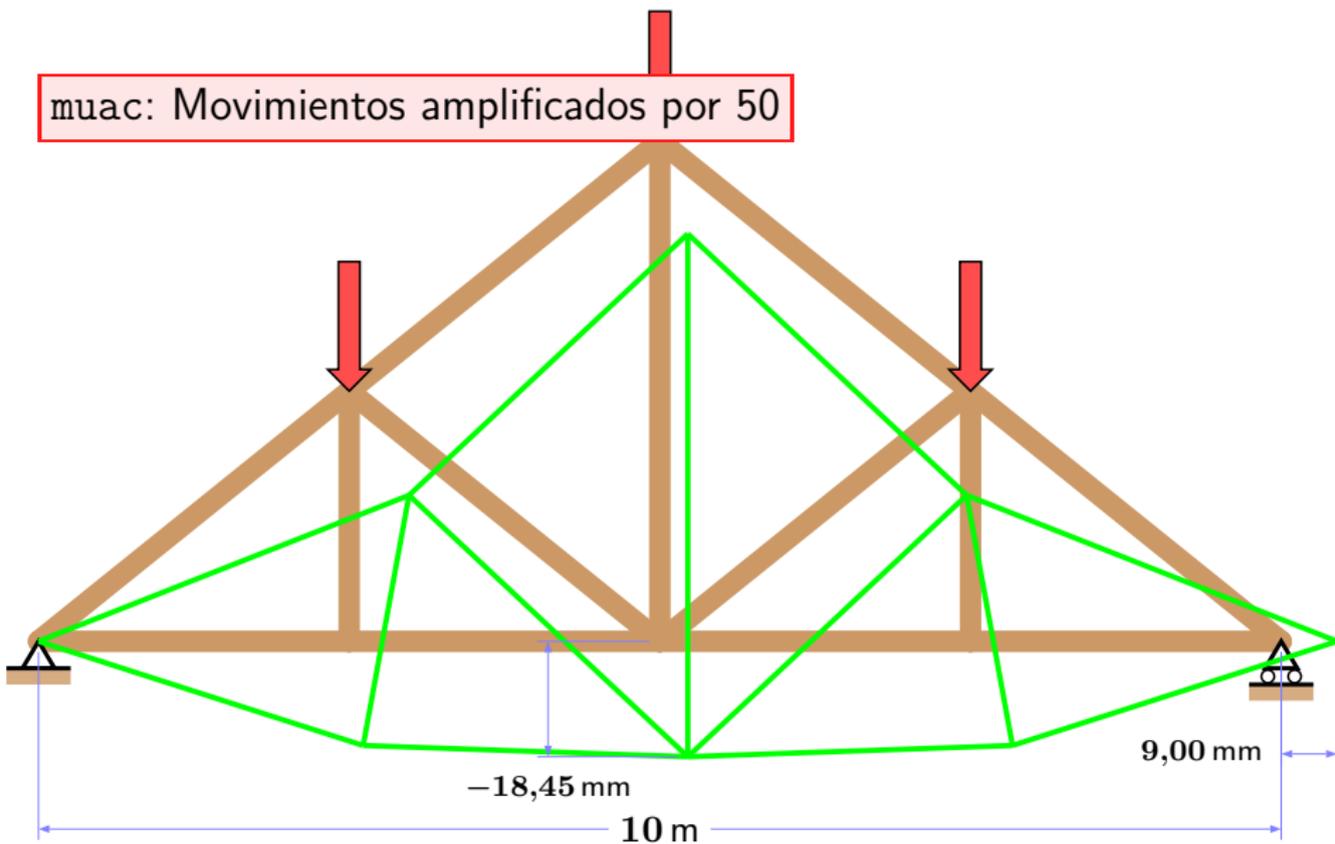


corrección



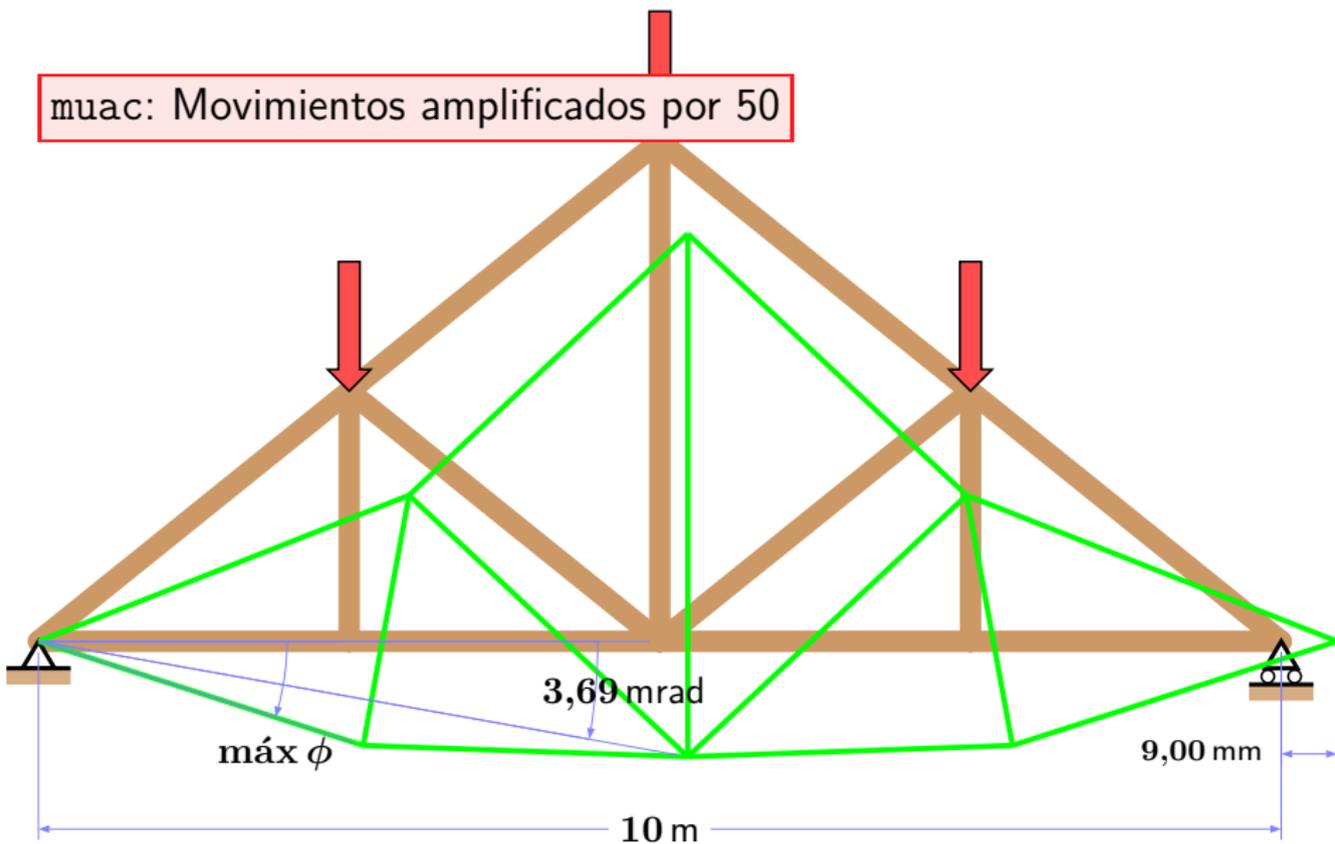
Un cuchillo español

muac: Movimientos amplificados por 50



Un cuchillo español

muac: Movimientos amplificados por 50



equilibrio/compatibilidad

$$\left. \begin{array}{l} \sum N_e \cos(\alpha_e) = H_i \\ \sum_e N_e \sin(\alpha_e) = V_i \end{array} \right\} 2N - V \text{ ecuaciones} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{si } E = 2N - V: \\ N_e = \frac{1}{z_e} \sum_i a_i z_i \end{array} \right.$$

$$\begin{matrix} E \times (2N - V) & E \times 1 & (2N - V) \times 1 \\ [H] & \cdot [N] = & [a] \end{matrix}$$

Si $E = 2N - V$, la matriz H es cuadrada, y si el equilibrio es posible existe H^{-1} :

$$\boxed{\begin{matrix} E \times 1 & E \times E & E \times 1 & E \times 1 & E \times E & E \times 1 & E \times E & E \times 1 \\ [N] = [H^{-1}] \cdot [a] & & [\delta] = [B] \cdot [g] = [H^T] \cdot [g] \end{matrix}}$$

$$\begin{matrix} E \times 1 & E \times E & E \times 1 \\ [g] = [B^{-1}] \cdot [\delta] \end{matrix}$$

$$\boxed{\begin{matrix} E \times 1 & E \times E & E \times 1 \\ [N] = [H^{-1}] \cdot [a] \end{matrix} \quad \begin{matrix} E \times 1 & E \times E & E \times 1 \\ [\delta] = [B] \cdot [g] = [H^T] \cdot [g] \end{matrix} \quad \begin{matrix} E \times E & E \times 1 \\ [g] \end{matrix}}$$

$$g^{*T} a = \delta^{*T} N$$

$$g^T a^* = \delta^T N^*$$

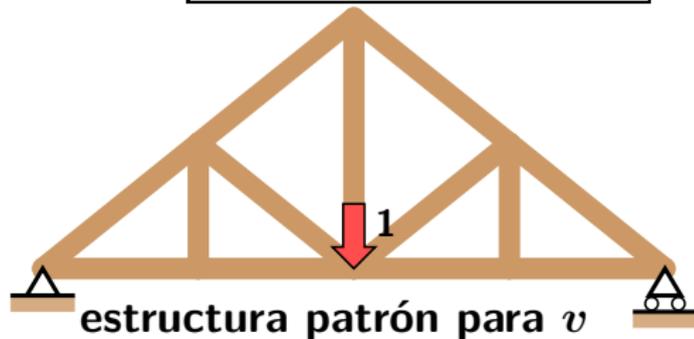
Si elegimos a^* de modo que sólo exista una acción unidad en la dirección del movimiento g_i :

$$g^T a^* = g_i \cdot 1 \quad \Rightarrow \quad \boxed{g_i \cdot 1 = \delta^T N^*}$$

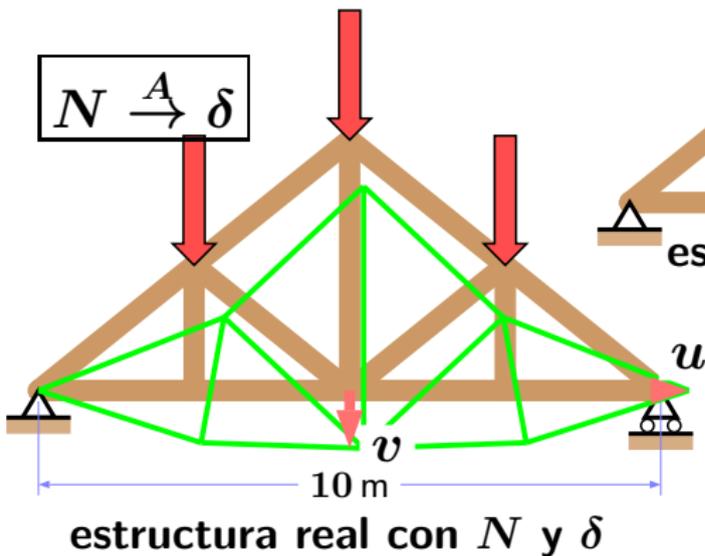
Truco que nos permite calcular un movimiento g_i mediante el cálculo de los esfuerzos N^* de la misma estructura pero con sólo una carga unidad en i . (En jerga el truco se denomina “cálculo de movimientos por trabajos virtuales”.)

Un cuchillo español por trabajos virtuales

$$N^* \Rightarrow v = \delta^T N^*$$



$$N \xrightarrow{A} \delta$$



$$N^{**} \Rightarrow u = \delta^T N^{**}$$



Cálculo de movimientos: conclusión

En resumen, disponemos de tres métodos prácticos:

- Método gráfico mediante programas de dibujo
- Método universal mediante programas de ordenador
- Trabajos virtuales: para cada movimiento hay que resolver un caso 'patrón' de carga

(Hay un método tradicional del XIX: el diagrama de WILLIOT, hoy totalmente en desuso. . .)

El requisito de rigidez se comprueba comparando los movimientos calculados con aquellos que sean tolerables según el uso de la estructura.

Mecánica de Sólidos y Sistemas Estructurales
Estructuras trianguladas: Rigidez

Mariano Vázquez Espí

GIAU+S (UPM)

Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad

Universidad Politécnica de Madrid

<http://habitat.aq.upm.es/gi>

Edición del 2 de noviembre de 2010

Compuesto con *free software*:
GNULinux/L^AT_EX/dvips/ps2pdf

Copyright © Vázquez Espí, 2010