

**Facultad de Ingeniería – Udelar**

**Departamento de Diseño industrial – IIMPI**

**MODELADO DE SISTEMAS MECÁNICOS EMPLEANDO EL  
MÉTODO DE LOS ELEMENTO FINITOS**

**REFERENTE CLASE #7**

**CLASE PRACTICA 4**

**ELEMENTOS 2D EN ESTADO PLANO. FORMULACIÓN DE  
ELEMENTOS TRIANGULARES.**

**PROFESOR**

**Dr. Henry Figueredo Losada**

**Montevideo. Uruguay.  
Noviembre 2019**

# **TEMA III. FORMULACIÓN DE ELEMENTOS FINITOS 2D-ESTÁTICOS.**

## **CLASE 7. FORMULACIÓN DE ELEMENTOS TRIANGULARES.**

### **Sumario.**

#### **1. Introducción.**

#### **2. Ejemplos expositivos.**

#### **3. Ejercicios propuestos.**

### **Objetivos.**

Ampliar y profundizar los conceptos dados en las clases teóricas con ejemplos expositivos que realicen los pasos principales en el análisis de sistemas discretos MEF.

### **Bibliografía.**

1. G.R.Liu "The Finite element Method- A practical course".
2. Chandrupatla, Tirupathi R.; Belegundu, Ashok D. (1999). "Introducción al estudio del elemento finito en ingeniería". México: Prentice Hall, 1999. ISBN: 978-970-17-0260-4.
3. O.C.Zienkiewicz, R.L.Taylor , J.Z.Zhu. (2010) "El método de los Elementos finitos. Vol 1: Las Bases". Editorial CIMNE. ISBN: 978-84-96736-71-9.
4. Larry J. Segerlind (1984) "Applied Finite Element Analysis", 2nd Edition. published by Wiley. ISBN: 978-0-471-80662-2

## 1. Introducción.

Cada tema estará provisto de algunos problemas que sirven como ejemplos para mejorar la comprensión de los temas tratados en las clases teóricas. En la mayoría de las veces el *Ejemplos 1.1* puede ser utilizado para la generación del programa en Octave que será desarrollado en los LABORATORIOS. El estudiante deberá hacer un esfuerzo para resolver los problemas propuestos. Alentamos el uso de sus programas elaborados y paquetes comerciales para evaluar y suplementar el proceso de aprendizaje. En la Bibliografía encontrarán libros recomendados.

## 2. Ejemplos expositivos.

Consideremos un ejemplo de una chapa delgada sujeta a una tensión como muestra la figura 4.1, determine los desplazamientos nodales y la tensión en los elementos triangulares. El espesor de la chapa  $t=1$  in,  $E=30 \times 10^6$  psi, coeficiente de Poisson  $\nu=0.30$ .

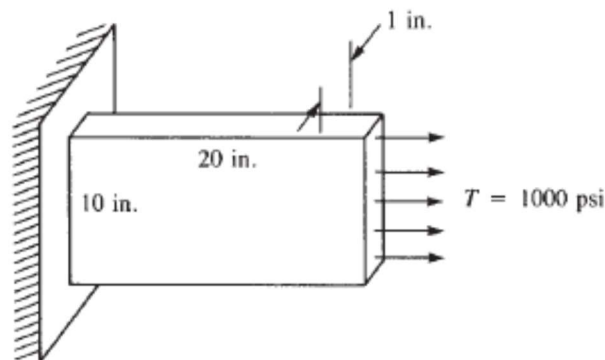


Figura 4.1 Plato delgado sujeto a tensión

*Nota: Este problema que sirve como ejemplo para el teste de la generación del programa Octave. Se encuentra resuelto en el texto "A First Course in the Finite Element Method 6th ed 2017" autor Daryl L.LOGAN. - Ejemplo 6.2.*

## Caso de estudio con un programa de Elementos Finitos

Con el objetivo de evaluar el comportamiento del elemento de estado plano de tensiones triangular, será efectuado el cálculo de una chapa larga con un agujero central por el método de los elementos finitos.

Determinar con diferentes mallas (comenzado desde 1 elemento hasta n) usando siempre elemento triangular CST y diferentes números de elementos y compare los resultados con el obtenido por la teoría de elasticidad. Construya una gráfica de tensión vs número de nodos (estudio de la sensibilidad). Datos  $F_t=10000$  kgf, factor de concentración de tensiones teórico ( $k_t=2.4$ ).

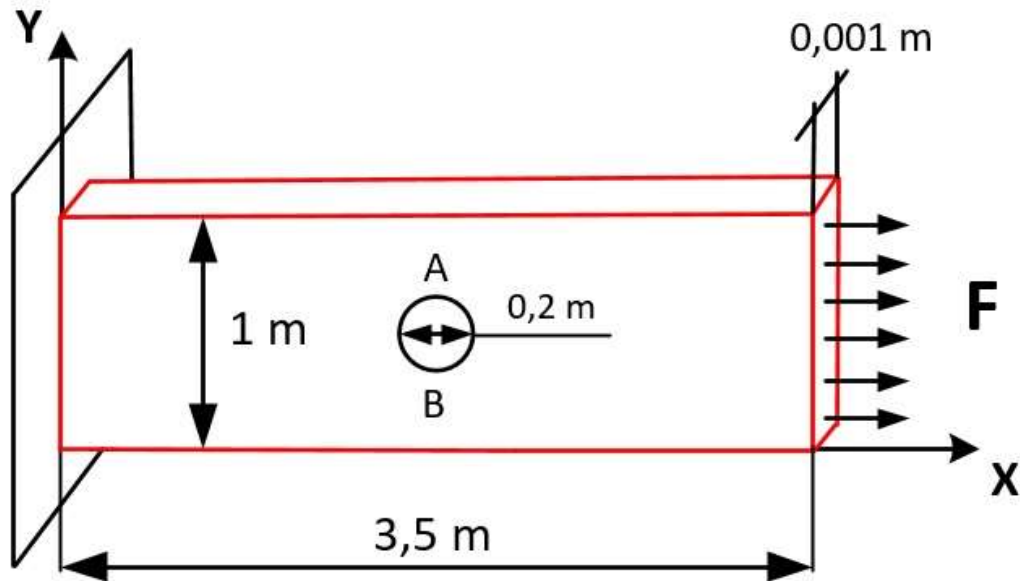


Figura 4.2. Chapa delgada sometida a una fuerza de tracción.

Resuelva el problema propuesto utilizando un programa de Elementos Finitos. Comente sus resultados.

### 3. Ejercicios Propuestos.

**Ejercicio Propuesto 4.1:** Determinar el desplazamiento nodal y la tensión en los elementos, incluyendo la tensión principal, para las chapas delgadas mostradas en las figuras. Use  $E=30 \times 10^6$  psi;  $\nu=0.30$  y  $t=0.25$  in. Asuma estado plano tensión como condición aplicar. La discretización de las chapas es mostrada en las figuras, utilice su programa para resolver.

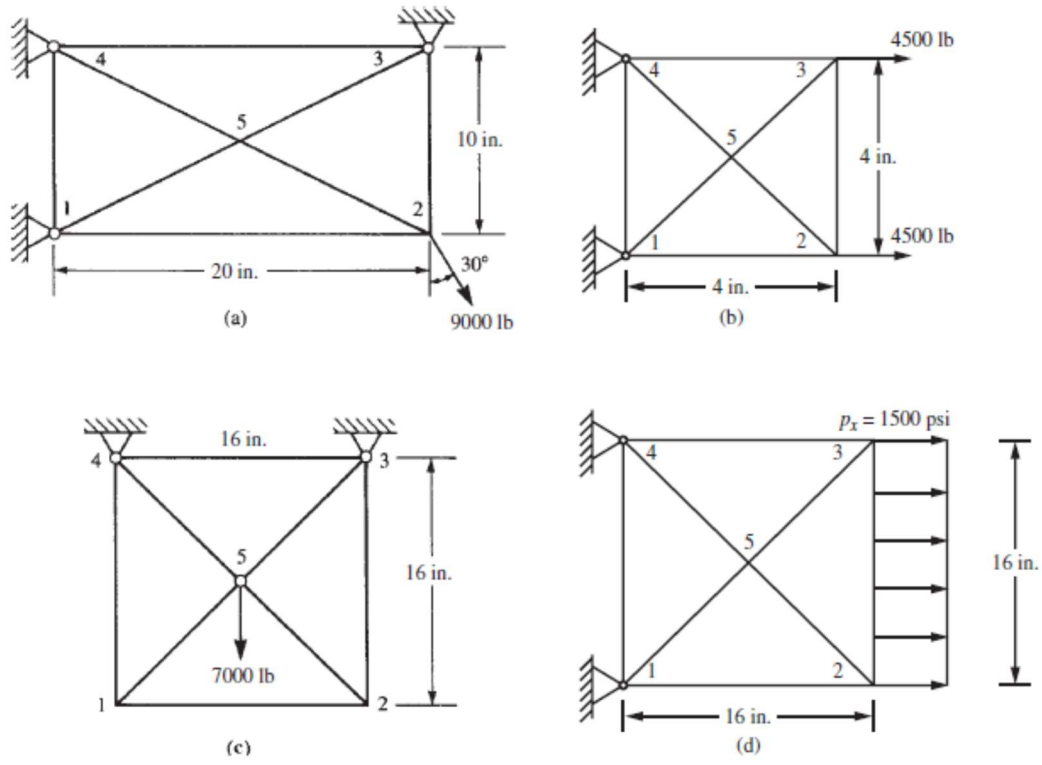


Figura 4.1 Chapas delgadas cargadas.