

Daniel Godínez Barranco

A01167599

Mecánica de materiales

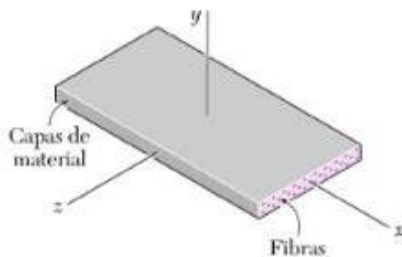
Profesor Miguel Ángel Ríos

Ley de Hooke y el Módulo de Elasticidad, Comportamiento Elástico y Plástico, Fatiga

En la sección recta del diagrama esfuerzo deformación el esfuerzo ( $\sigma$ ) es directamente proporcional a la deformación ( $\epsilon$ ):

$$\sigma = E \epsilon$$

En honor al matemático inglés Robert Hooke, a esta relación se le llama *Ley de Hooke*. La letra E es el módulo de elasticidad o también conocido como *Módulo de Young*, como reconocimiento al científico inglés Thomas Young. El esfuerzo máximo para el que puede aplicarse la *Ley de Hooke* es conocido como su *límite de proporcionalidad*. En los materiales dúctiles este punto coincide con su punto de cedencia. En otras palabras, el módulo de elasticidad es la capacidad para resistir una deformación dentro del rango lineal del diagrama esfuerzo deformación.

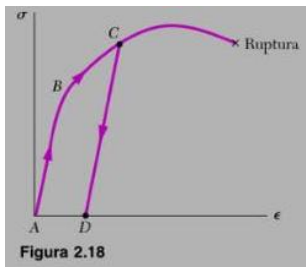


**Figura 2.17** Capa de material compuesto reforzado con fibras.

Si la relación entre el esfuerzo y la deformación es independiente de la dirección en que es aplicada la carga estaremos hablando de un material isotrópico. En cambio, si las propiedades de un material dependen de la dirección en que las cargas son aplicadas se trata de un material anisotrópico, por ejemplo los materiales reforzados con fibras (figura 2.17). En este tipo de materiales, si se aplican cargas en los ejes x, y y z obtendremos sus correspondientes  $\epsilon$ . Sin embargo, los módulos de elasticidad  $E_x$ ,  $E_y$  y  $E_z$  serán distintos, siendo mayor E en el eje x debido a las fibras.

mayor E en el eje x debido a las fibras.

### Comportamiento elástico contra comportamiento plástico de un material



**Figura 2.18**

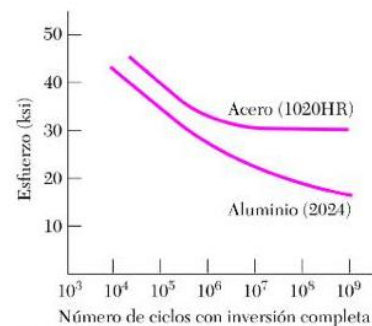
Si tras aplicar una carga a una porción de material desaparecen sus deformaciones, se trata de un material con comportamiento elástico. El máximo valor de esfuerzo para el que se comporta de manera elástica un material se le conoce como límite elástico. En materiales cuyo punto de cedencia está bien definido, su límite elástico, límite de proporcionalidad y punto de cedencia son los mismos. En el momento en que se retira la carga, el esfuerzo y la deformación disminuirán linealmente, en una línea paralela a la recta AB (figura 2.18). Si  $\epsilon$  no regresa a cero significa que ocurrió una deformación permanente o *deformación plástica*. A la parte dependiente del esfuerzo de la deformación se le conoce como *deslizamiento*, mientras que la parte que depende del tiempo y la temperatura se le conoce como *termoelasticidad*.

Si un material no tiene bien definido su punto de cedencia, no podremos determinar con precisión su límite elástico; aunque si suponemos que el límite elástico es igual a la resistencia a la fluencia obtendremos un pequeño error. Si el punto D en la figura 2.18 coincide con el origen, parecerá que el material regresa a su estado inicial pero en realidad han ocurrido cambios internos por las cargas a las que ha sido sometido. Pueden repetirse las cargas pero en algún momento se fracturará, ya que las deformaciones plásticas excesivas han modificado las características del material.

### **Cargas repetidas, fatiga**

De acuerdo con lo que hemos comentado anteriormente, si a una probeta de material se le aplica una carga sin que el esfuerzo supere el límite elástico del material, esta regresará a sus condiciones iniciales. Esto es correcto y puede repetirse cientos y miles de veces; sin embargo, si hablamos de que la probeta sea sometida a esas cargas millares o millones de veces, la fractura se presentará aunque el esfuerzo no supere el límite elástico. A este fenómeno se le conoce como *fatiga*.

Es importante tomar en cuenta este fenómeno en la construcción de estructuras y mecanismos sometidos a cargas repetitivas o fluctuantes. Es posible calcular el número de ciclos necesarios para que ocurra una falla experimentalmente. Graficando una curva de esfuerzo contra número de ciclos. Como podemos observar en la figura 2.21, entre mayor sea el esfuerzo al que está sometido el elemento de prueba, menor será la cantidad de ciclos en la que se presentará la falla. Si reducimos el esfuerzo máximo al que será sometido, el número de ciclos aumentará hasta alcanzar el punto de esfuerzo llamado *límite de resistencia o fatiga*. Este punto es el esfuerzo para el cual la falla o fractura no se presentará, aun cuando se someta a un gran número de ciclos de carga. En el análisis de fallas causadas por fatiga se ha comprobado que la falla comienza con una pequeña grieta, incluso microscópica en la pieza. Conforme es sometida a más ciclos de carga, la grieta comienza a propagarse hasta que la carga es mayor a lo máximo que puede soportar el material que permanece sin daños y entonces es cuando sucede la fractura. Por lo tanto es muy importante tomar en cuenta las condiciones superficiales del espécimen.



**Figura 2.21**

Referencia:

P. Beer, Ferdinand; Russel Johnston Jr. , E.; T. de DeWolf, John; F. Mazurek, David . (2009). Mecánica de Materiales. México, Distrito Federal: McGraw-Hill.