



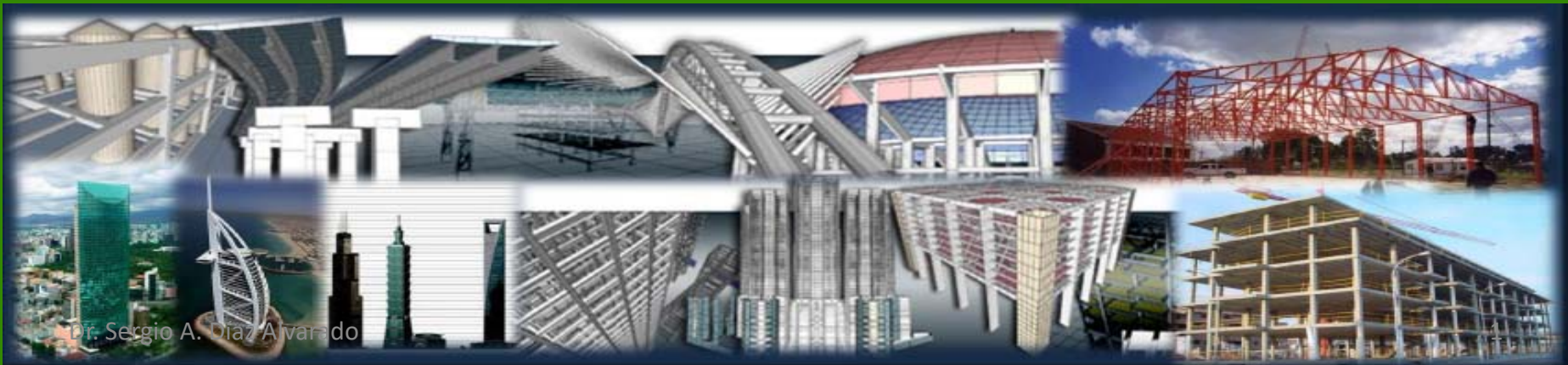
UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



MATERIA

MECÁNICA DE MATERIALES

Dr. Sergio A. Díaz Alvarado



Dr. Sergio A. Díaz Alvarado

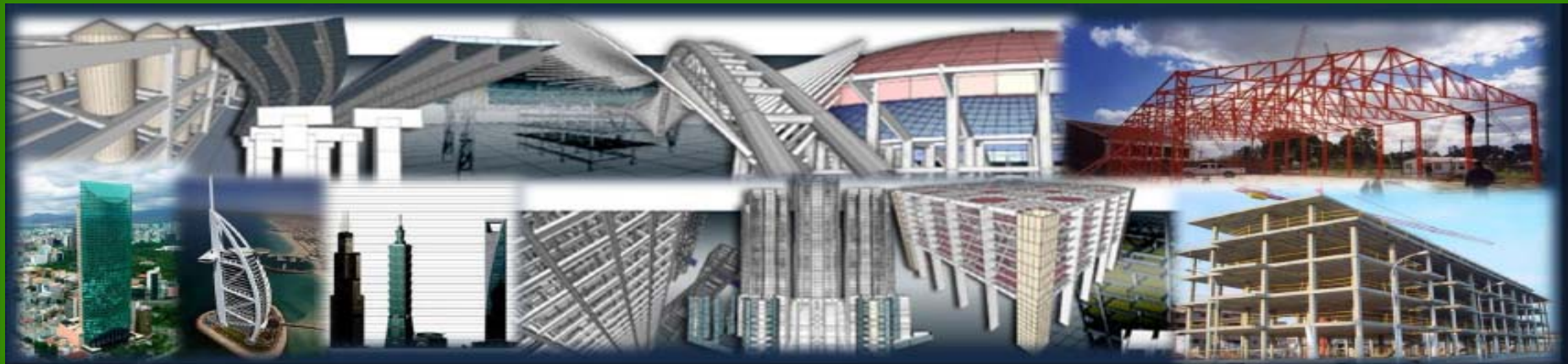


UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA



TEMA III

ESFUERZOS Y CARGAS PERMISIBLES





ESFUERZO Y CARGAS PERMISIBLES



LOS FACTORES QUE SE CONSIDERAN EN UN DISEÑO SON:

- **FUNCIONALIDAD**
- **RESISTENCIA**
- **APARIENCIA**
- **ECONOMÍA**
- **IMPACTO AMBIENTAL**

**MAS IMPORTANTE PARA LA
MECÁNICA DE SÓLIDOS**

➤ **RESISTENCIA.-** CAPACIDAD DE UNA ESTRUCTURA
PARA SOPORTAR O TRANSMITIR CARGAS





FACTOR DE SEGURIDAD



LA RESISTENCIA VERDADERA DE UNA ESTRUCTURA DEBE DE EXCEDER LA RESISTENCIA REQUERIDA

$$\text{Factor de Seguridad} = \frac{\text{Resistencia Verdadera}}{\text{Resistencia Requerida}}$$

FACTOR DE SEGURIDAD > 1, PARA QUE NO OCURRA LA FALLA



ESFUERZO PERMISIBLES



EL FACTOR DE SEGURIDAD SE ESTABLECE CON RESPECTO A LA FLUENCIA DE LA ESTRUCTURA, PARA ESTA PERMANEZCA EN EL RANGO LINEAL ELÁSTICA.

$$\text{Esfuerzo Permisible} = \frac{\text{Resistencia a la Fluencia}}{\text{Factor de Seguridad}}$$

$$\sigma_{perm} = \frac{\sigma_Y}{F.S} \quad \text{ó} \quad \tau_{perm} = \frac{\tau_Y}{F.S}$$

EN OCASIONES, EL FACTOR DE SEGURIDAD SE APLICA AL ESFUERZO ÚLTIMO; ESTO CUANDO SE ESTA DISEÑANDO MATERIALES FRÁGILES COMO EL CONCRETO O ALGUNOS PLÁSTICOS.



CARGAS PERMISIBLES



LA CARGA PERMISIBLE ES IGUAL AL ESFUERZO PERMISIBLE MULTIPLICADO POR EL ÁREA SOBRE LA QUE ACTÚA.

$$\text{Carga Permisible} = (\text{Esfuerzo Permisible})(\text{Área})$$

**ESFUERZOS DE
TENSIÓN Y
COMPRESIÓN (SIN
PANDEO)**

$$P_{perm} = \sigma_{perm} A$$

**ESFUERZOS DE
CORTANTE**

$$P_{perm} = \tau_{perm} A$$

**ESFUERZOS DE
APLASTAMIENTO**

$$P_{perm} = \sigma_b A_b$$



CARGAS PERMISIBLES



Ejercicio 1

Una barra de acero que trabaja como barra de suspensión para maquinaria pesada en una fábrica, está acoplada a un soporte mediante la conexión con perno que se muestra en la figura 1.32. La parte principal del colgante tiene una sección transversal rectangular con un ancho $b_1 = 1.5$ in y un espesor $t = 0.5$ in. En la conexión con perno la barra de suspensión se alarga hasta un ancho $b_2 = 3.0$ in. El perno, que transfiere la carga de la barra a las dos placas de unión, tiene un diámetro $d = 1.0$ in.

Determine el valor permisible de la carga de tensión P en la barra de suspensión con base en las siguientes consideraciones:

(a) El esfuerzo de tensión permisible en la parte principal de la barra de suspensión es 16,000 psi.

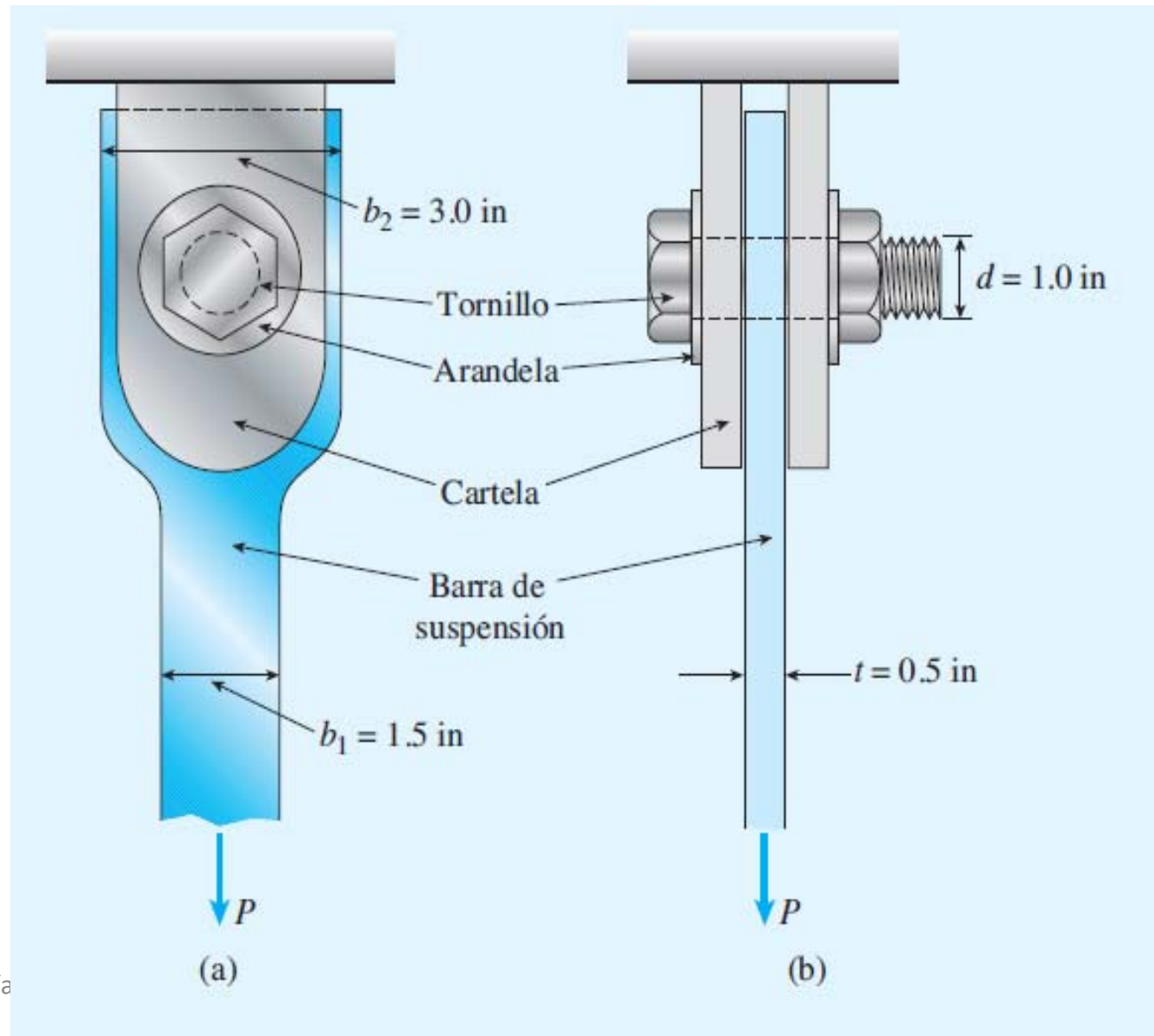
(b) El esfuerzo de tensión permisible en la barra de suspensión en su sección transversal que pasa por el agujero del perno es 11,000 psi. (El esfuerzo permisible en esta sección es menor debido a las concentraciones de esfuerzos alrededor del agujero).

(c) El esfuerzo de soporte permisible entre la barra de suspensión y el perno es 26,000 psi.

(d) El esfuerzo cortante permisible en el perno es 6500 psi.



CARGAS PERMISIBLES





CARGAS PERMISIBLES



Solución

(a) La carga permisible P_1 con base en el esfuerzo en la parte principal de la barra de suspensión es igual al esfuerzo permisible en tensión por el área de la sección transversal de la barra de suspensión (ecuación 1.26):

$$P_1 = \sigma_{\text{perm}} A = \sigma_{\text{perm}} b_1 t = (16,000 \text{ psi})(1.5 \text{ in} \times 0.5 \text{ in}) = 12,000 \text{ lb}$$

Una carga mayor que este valor provocará una tensión excesiva en la parte principal de la barra de suspensión, es decir, el esfuerzo real excederá el esfuerzo permisible y, en consecuencia, se reduciría el factor de seguridad.

(b) En la sección transversal de la barra de suspensión a través del perno debemos hacer un cálculo similar, pero con un esfuerzo permisible y un área diferentes. El área neta de la sección transversal es igual al ancho neto por el espesor. El ancho neto es igual al ancho total b_2 menos el diámetro d del agujero. Por tanto, la ecuación para la carga permisible P_2 en esta sección es

$$\begin{aligned} P_2 &= \sigma_{\text{perm}} A = \sigma_{\text{perm}} (b_2 - d)t = (11,000 \text{ psi})(3.0 \text{ in} - 1.0 \text{ in})(0.5 \text{ in}) \\ &= 11,000 \text{ lb} \end{aligned}$$

(c) La carga permisible basada en el soporte entre la barra de suspensión y el perno es igual al esfuerzo de soporte permisible por el área de soporte. El área de soporte es la proyección del área real de contacto, que a su vez es igual al diámetro del perno por el espesor de la barra de suspensión. Por tanto, la carga permisible (ecuación 1.28) es

$$P_3 = \sigma_b A = \sigma_b d t = (26,000 \text{ psi})(1.0 \text{ in})(0.5 \text{ in}) = 13,000 \text{ lb}$$



CARGAS PERMISIBLES



(d) Por último, la carga permisible P_4 con base en el cortante en el perno es igual al esfuerzo cortante permisible por el área de corte (ecuación 1.27). El área de corte es dos veces el área del perno debido a que el perno está en cortante doble; por tanto:

$$P_4 = \tau_{\text{perm}} A = \tau_{\text{perm}} (2)(\pi d^2/4) = (6500 \text{ psi})(2)(\pi)(1.0 \text{ in})^2/4 = 10,200 \text{ lb}$$

Ahora hemos determinado las cargas de tensión permisibles en la barra de suspensión con base en las cuatro condiciones dadas.

Al comparar los cuatro resultados anteriores, observamos que el valor menor de la carga es

$$P_{\text{perm}} = 10,200 \text{ lb}$$



Esta carga, que se basa en el cortante en el perno, es la carga de tensión permisible en la barra de suspensión.

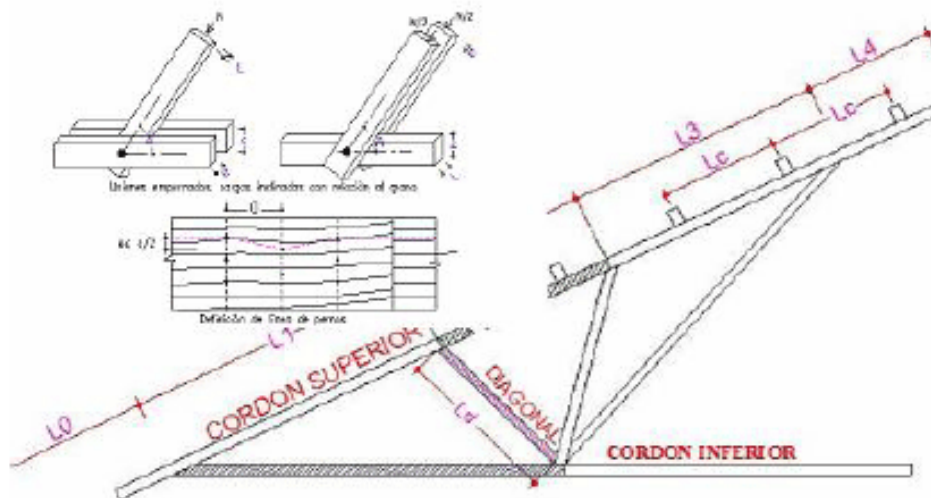


DISEÑO PARA CARGAS AXIALES Y CORTANTE DIRECTO



EN EL PROCESO DE DISEÑO, DEBEMOS DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE LA ESTRUCTURA PARA QUE SOPORTE LAS CARGAS Y CUMPLA LA FUNCIÓN PARA LA QUE FUE DISEÑADA.

$$\text{Área Requerida} = \frac{\text{Carga por Transmitirse}}{\text{Esfuerzo Permisible}}$$





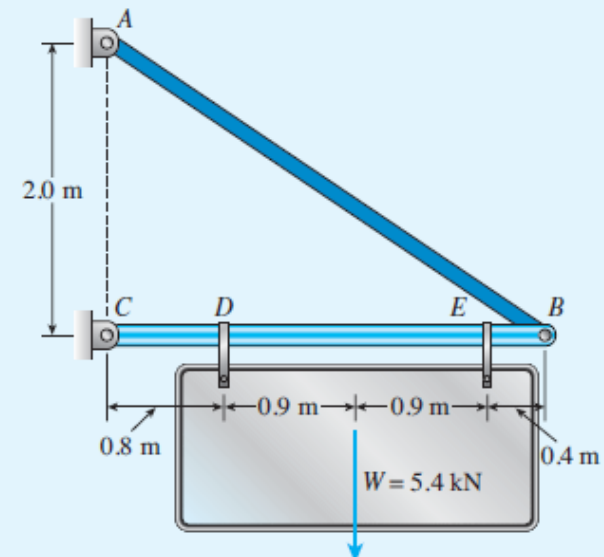
DISEÑO PARA CARGAS AXIALES Y CORTANTE DIRECTO



Ejercicio 2

La armadura de dos barras ABC que se muestra en la figura 1.33 tiene soportes articulados en los puntos A y C , que están separados 2.0 m . Los elementos AB y BC son barras de acero, interconectadas por un pasador en el nodo B . La longitud de la barra BC es de 3.0 m . Un anuncio que pesa 5.4 kN está suspendido de la barra BC en los puntos D y E , que están ubicados a 0.8 m y 0.4 m , respectivamente, de los extremos de la barra.

Determine el área de la sección transversal necesaria de la barra AB y el diámetro necesario del pasador en el soporte C si los esfuerzos permisibles en tensión y cortante son 125 MPa y 45 MPa , respectivamente. (Nota: los pasadores en los soportes están en cortante doble. Además, no tome en cuenta los pesos de los elementos AB y BC .)





DISEÑO PARA CARGAS AXIALES Y CORTANTE DIRECTO



Ejercicio 2

Solución

Los objetivos de este ejemplo son determinar los tamaños necesarios de la barra AB y del pasador en el soporte C . Como primer punto, debemos determinar la fuerza de tensión en la barra y la fuerza cortante que atúa sobre el pasador. Estas cantidades se encuentran a partir de diagramas de cuerpo libre y ecuaciones de equilibrio.

Reacciones: iniciamos con un diagrama de cuerpo libre de la armadura completa (figura 1.34a). En este diagrama mostramos todas las fuerzas que actúan sobre la armadura, que son, las cargas del peso del anuncio y las fuerzas reactivas ejercidas por los soportes de los pasadores en A y C . Cada reacción se muestra mediante sus componentes horizontal y vertical, mostrando la reacción resultante mediante una línea discontinua. (Observe el uso de líneas a través de las flechas para distinguir las reacciones de las cargas).

La componente horizontal R_{AH} de la reacción en el soporte A se obtiene sumando momentos con respecto al punto C , como sigue (los momentos en sentido contrario al de las manecillas del reloj son positivos):

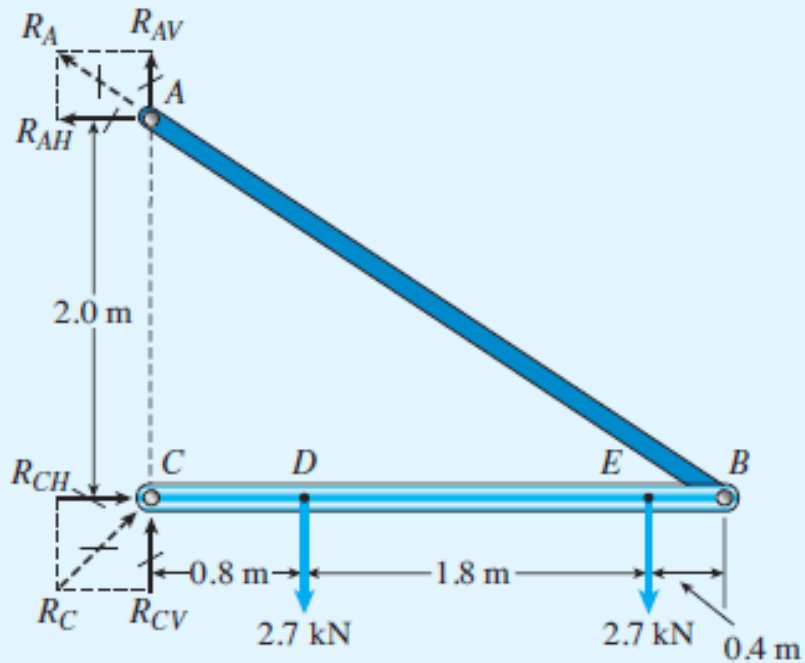
$$\sum M_C = 0 \quad R_{AH}(2.0 \text{ m}) - (2.7 \text{ kN})(0.8 \text{ m}) - (2.7 \text{ kN})(2.6 \text{ m}) = 0$$



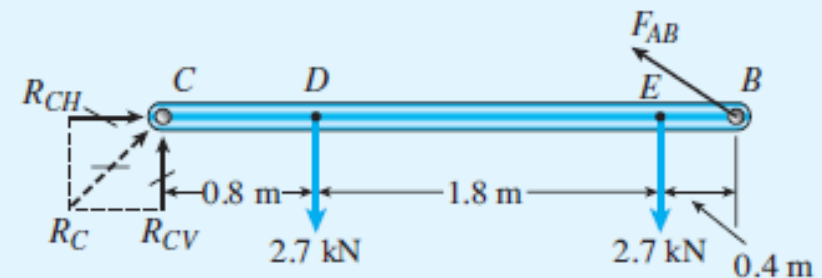
DISEÑO PARA CARGAS AXIALES Y CORTANTE DIRECTO



Ejercicio 2



(a)



(b)

FIGURA 1.34 Diagramas de cuerpo libre para el ejemplo 1.8.



DISEÑO PARA CARGAS AXIALES Y CORTANTE DIRECTO



Resolviendo esta ecuación, obtenemos

$$R_{AH} = 4.590 \text{ kN}$$

Enseguida sumamos las fuerzas en la dirección horizontal y tenemos

$$\sum F_{\text{horiz}} = 0 \quad R_{CH} = R_{AH} = 4.590 \text{ kN}$$

Para obtener la componente vertical de la reacción en el soporte C podemos emplear un diagrama de cuerpo libre del elemento BC , como se muestra en la figura 1.34b. La suma de momentos con respecto al nodo B da la componente deseada de la reacción:

$$\begin{aligned} \sum M_B = 0 \quad & -R_{CV}(3.0 \text{ m}) + (2.7 \text{ kN})(2.2 \text{ m}) + (2.7 \text{ kN})(0.4 \text{ m}) = 0 \\ & R_{CV} = 2.340 \text{ kN} \end{aligned}$$

Ahora regresamos al diagrama de cuerpo libre de la armadura completa (figura 1.34a) y sumamos fuerzas en la dirección vertical para obtener la componente vertical R_{AV} de la reacción en A :

$$\begin{aligned} \sum F_{\text{vert}} = 0 \quad & R_{AV} + R_{CV} - 2.7 \text{ kN} - 2.7 \text{ kN} = 0 \\ & R_{AV} = 3.060 \text{ kN} \end{aligned}$$



DISEÑO PARA CARGAS AXIALES Y CORTANTE DIRECTO



Como una verificación parcial de estos resultados, observamos que la razón R_{AV}/R_{AH} de las fuerzas que actúan en el punto A es igual a la razón de las componentes vertical y horizontal de la línea AB que es: 2.0 m/3.0 m o 2/3.

Conociendo las componentes horizontal y vertical de la reacción en A , podemos calcular la reacción misma (figura 1.34a):

$$R_A = \sqrt{(R_{AH})^2 + (R_{AV})^2} = 5.516 \text{ kN}$$

De manera similar, la reacción en el punto C se obtiene a partir de sus componentes R_{CH} y R_{CV} , como sigue:

$$R_C = \sqrt{(R_{CH})^2 + (R_{CV})^2} = 5.152 \text{ kN}$$

Fuerza de tensión en la barra AB . Como no tomamos en cuenta el peso de la barra AB , la fuerza de tensión F_{AB} en la barra es igual a la reacción en A (consulte la figura 1.34):

$$F_{AB} = R_A = 5.516 \text{ kN}$$

Fuerza cortante que actúa sobre el pasador en C . Esta fuerza cortante es igual a la reacción R_C (consulte la figura 1.34); por tanto,

$$V_C = R_C = 5.152 \text{ kN}$$



DISEÑO PARA CARGAS AXIALES Y CORTANTE DIRECTO



De esta manera, ahora hemos determinado la fuerza de tensión F_{AB} en la barra AB y la fuerza cortante V_C que actúa sobre el pasador en C .

Área necesaria de la barra. El área de la sección transversal necesaria de la barra AB se calcula dividiendo la fuerza de tensión entre el esfuerzo permisible, ya que el esfuerzo está distribuido uniformemente sobre la sección transversal (consulte la ecuación 1.29):

$$A_{AB} = \frac{F_{AB}}{\sigma_{perm}} = \frac{5.516 \text{ kN}}{125 \text{ MPa}} = 44.1 \text{ mm}^2$$



La barra AB se debe diseñar con un área de sección transversal igual o mayor que 44.1 mm^2 a fin de que soporte el peso del anuncio, que es la única carga que consideramos. Si se incluyen otras cargas en los cálculos, el área necesaria será mayor.

Diámetro necesario del pasador. El área de la sección transversal necesaria del pasador en C , el cual está en cortante doble, es

$$A_{pasador} = \frac{V_C}{2\tau_{perm}} = \frac{5.152 \text{ kN}}{2(45 \text{ MPa})} = 57.2 \text{ mm}^2$$

de donde podemos calcular el diámetro requerido:

$$d_{pasador} = \sqrt{4A_{pasador}/\pi} = 8.54 \text{ mm}$$

