



**UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE ESTABILIDAD**



ESTABILIDAD II – 84.03 / RESISTENCIA DE MATERIALES – B037

**TRABAJO PRACTICO N° 01:
“SOLICITACIÓN AXIL EN RÉGIMEN ELÁSTICO - SA”**

EJERCICIOS OBLIGATORIOS:

- Ejercicio N°12
- Ejercicio N°13
- Ejercicio N°19
- Seleccionar un ejercicio entre: N°2 - N°11 - N°15

NOTAS PRELIMINARES:

En todos los esquemas y dibujos que se realicen, deberán indicarse los valores característicos;

PARTE “A”:	“SISTEMAS ISOSTÁTICOS”
-------------------	-------------------------------

EJERCICIO N° 01: Para los siguientes esquemas estructurales indicados en las Figuras N° 01.01 a 01.04, se pide:

- 01.01 – Determinar la función esfuerzo normal, $N = N(x)$, a lo largo del eje de las estructuras y dibujar el diagrama de esfuerzos normales, verificando, además, la correspondencia entre función y diagrama;
- 01.02 – Ídem 01.01 pero para la función tensión normal y su diagrama, $\sigma = \sigma(x)$;
- 01.03 – Dibujar los volúmenes de tensiones normales para la sección “D”;
- 01.04 – Ídem 01.01 pero para la función desplazamientos absolutos y su diagrama, $\delta = \delta(x)$;
- 01.05 – Ídem 01.01 pero para la función deformaciones específicas y su diagrama, $\varepsilon = \varepsilon(x)$;
- 01.06 – Especificar de manera particular los desplazamientos absolutos para las secciones “B”, “C” y “D”;
- 01.07 – Hallar los desplazamientos relativos entre las secciones “C” y “D”;
- 01.08 – Verificar la sección más solicitada por resistencia;
- 01.09 – Verificar la sección más solicitada por desplazamiento.

05.01-SA	TP N° 01: Solicitación Axil en Régimen Elástico – SA	0	2024	2	Todos	Pág.: 1
TP N°	CARPETA – SUB-CARPETA - DENOMINACION	REV.	AÑO	CUATRIM.	CURSOS	de: 21



EJERCICIOS N° 01.01 - 01.02 - 01.03 - FIGURAS N° 01.01 - 01.02 - 01.03:

DATOS:

L =	2,00 m	Sección Circular		Material: ACERO			
X _B =	0,80 m	D =	32,00 mm	E =	2,00E+04 kN/cm ²		
X _C =	1,40 m			Calidad: F-24 / CS = 1,6	P =	60,0 kN	
				δ _{ADM} =	L / 400	p =	25,0 kN/m

Causa: FUERZA

EJERCICIO N° 01.04 - FIGURA N° 01.04:

CARGAS:

P₁ = 7,50 t
P₂ = 3.500,00 kg
P₃ = 6,00 t

GEOMETRIA:
Secciones Circulares Huecas: Caños

l₁ = 1,20 m
D₁ = 4"
e₁ = 3/16"
l₂ = 0,90 m
D₂ = 4"
e₂ = 2,00 mm
l₃ = 1,00 m
D₃ = 2"
e₃ = 1/8"

MATERIAL:
Acero de Calidad F-36
σ_F = 3.600,0 kg/cm²
(Tensión de Fluencia)
CS = 1,60
(Coeficiente de Seguridad)
E = 2,00E+06 kg/cm²



EJERCICIO N° 02: El esquema de la Figura N° 02 representa una barra de acero "B1" que se encuentra vinculada mediante tuerca y arandela contra una placa infinitamente rígida en la sección "B-B", la cual apoya contra un tubo de aluminio "T1". Asimismo, el tubo descansa en su otro extremo "A-A" contra un bloque rígido de hormigón. A este bloque se le ha practicado un orificio de manera de permitir pasar la barra "B1". En el extremo "C" de la barra "C1" se aplica una fuerza "P" en la dirección y sentido indicados. Se pide:

02.01 – Calcular el desplazamiento del punto "C";

02.02 – Determinar las tensiones actuantes en el tubo y en la barra;

02.03 – Verificar las tensiones de ambas barras indicando la relación entre las tensiones de trabajo y las admisibles.

EJERCICIO N° 02 - FIGURA N° 02:

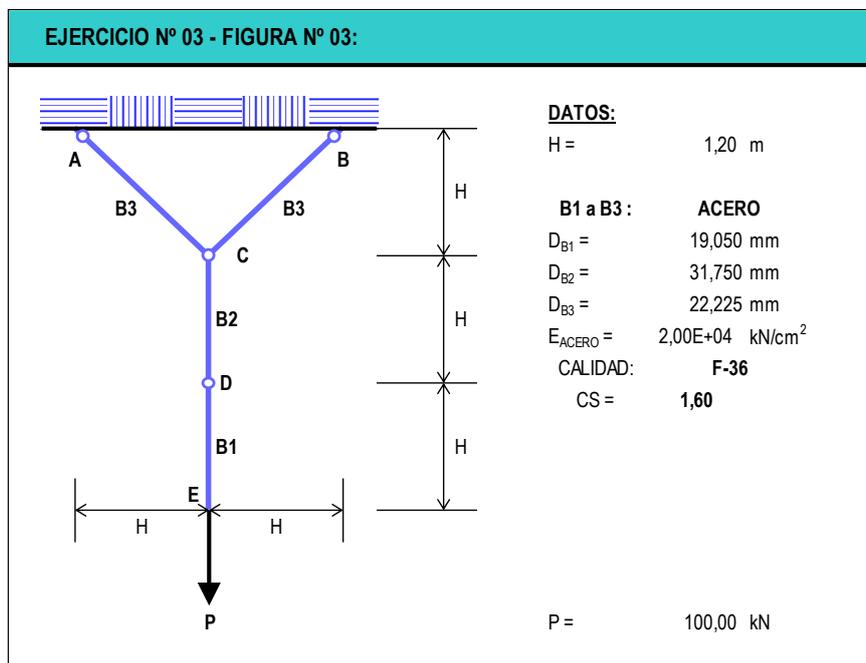
DATOS:

$D_{B1} =$	3,20 cm
$A_{T1} =$	51,84 cm ²
$E_{B1} =$	2,00E+04 kN/cm ²
$E_{T1} =$	7,00E+03 kN/cm ²
$\sigma_{ADM B1} =$	18,75 kN/cm ²
$\sigma_{ADM B2} =$	6,00 kN/cm ²
B1 :	ACERO
T1 :	ALUMINIO
P =	100,00 kN



EJERCICIO N° 03: Para el esquema de la Figura N° 03 se pide verificar a resistencia la estructura. En caso de que alguna barra no verifique las tensiones admisibles, el cliente solicita que la misma sea reemplazada por otra con una sección igual al doble de la mínima necesaria. Una vez hecho esto, calcule las tensiones finales de cada barra y el desplazamiento del punto E.

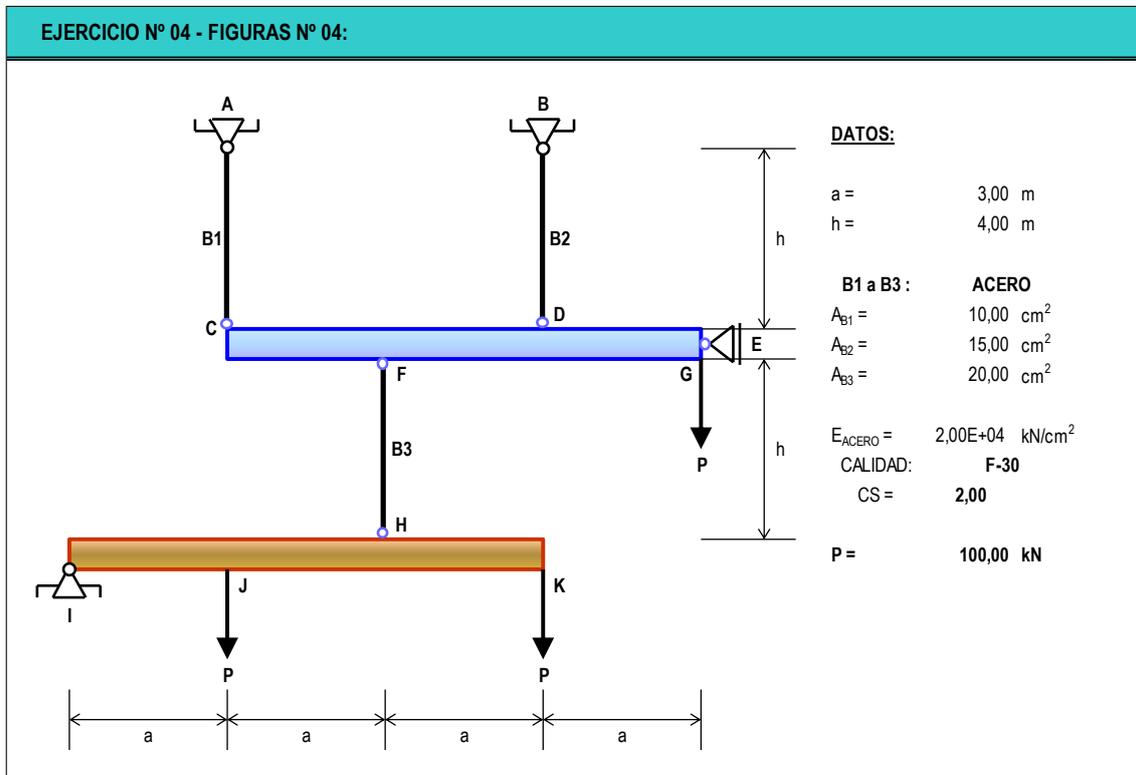
Utilizar siempre diámetros comerciales: 1/16", 1/8", 3/16", 1/4", 5/16", 3/8", 7/16", 1/2", 5/8", 3/4", 7/8", 1", 1 1/8", 1 1/4", 1 3/8", 1 1/2", etc.





EJERCICIO N° 04: Para el esquema estructural de la Figura N° 04, el cual está conformado por dos (2) barras infinitamente rígidas (la CG y la IK) y por tres barras deformables (B1, B2 y B3), se pide:

- 04.01 – Estudiar la isostaticidad del sistema;
- 04.02 – Determinar las reacciones de vínculo externo;
- 04.03 – Determinar los esfuerzos normales actuantes en las barras B1 a B3;
- 04.04 – Verificar por resistencia a las tres barras;
- 04.05 – Calcular los desplazamientos de los siguientes puntos: C, E y K..





EJERCICIO N° 05: Para las 2 estructuras del esquema de la Figura N° 05, se pide:

05.01 – Verificar por resistencia las barras B1 y B2, cuando corresponda;

05.02 – Verificar mediante la construcción de Williot (analíticamente) y realizando previamente una representación gráfica de los corrimientos, la condición de que el desplazamiento del punto “C” no exceda la condición de rigidez o de deformación:

$$\delta \leq H/750;$$

05.03 – En el caso de que alguna de las barras no verifique alguna de las dos condiciones, se pide redimensionar las mismas de manera que cumpla ambas condiciones.

EJERCICIOS N° 05.01 - 05.02 - FIGURAS N° 05.01 - 05.02:

CASO N° 1

CASO N° 2

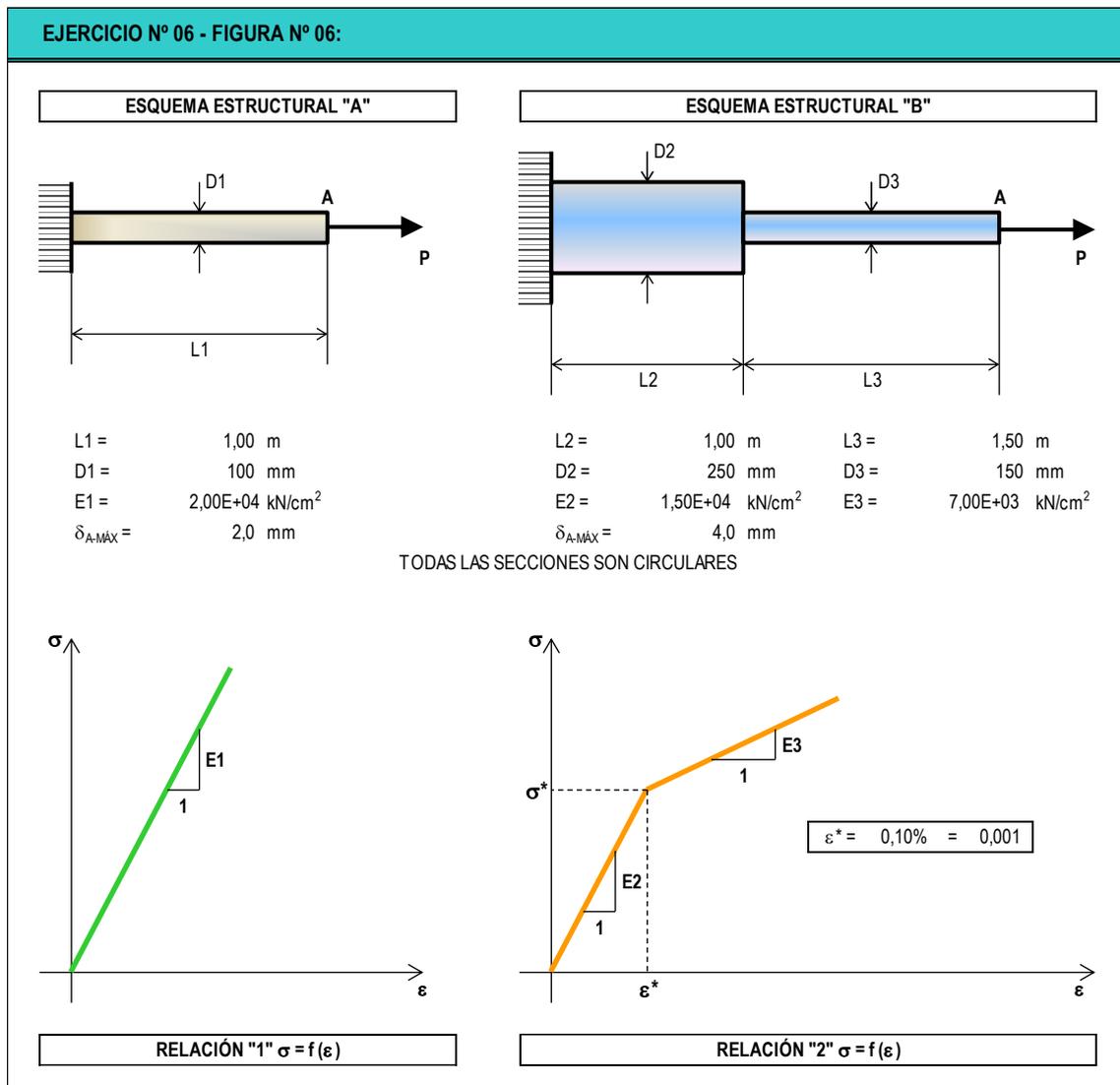
DATOS:			
L =	3,00 m	Material:	ACERO
H =	2,00 m	E _{ACERO} =	2,00E+04 kN/cm ²
P =	40,00 kN	CALIDAD:	F-24
		CS =	1,60
		CASO N° 1:	B1 : Infinitamente Rígida
			D _{B2} = 22,225 mm
		CASO N° 2:	B1 : 2L 76x76x7,9
			D _{B2} = 22,225 mm



ESTABILIDAD II – 84.03 / RESISTENCIA DE MATERIALES – B037

EJERCICIO N° 06: La Figura N° 06 indica dos esquemas estructurales. Cada uno de ellos puede estar constituido por un material con la relación $(\sigma - \varepsilon)$ 1 o por uno con la relación $(\sigma - \varepsilon)$ 2. Considerando que los esquemas estructurales se encuentran constituidos en primer lugar por un material con la relación $(\sigma - \varepsilon)$ 1 y luego por otro con la relación $(\sigma - \varepsilon)$ 2, se pide:

- 06.01 – Determinar la magnitud de la fuerza "P" de manera de alcanzar en los extremos libre de las estructuras los desplazamientos δ_{A-MAX} indicados para cada uno;
- 06.02 – Trazar los diagramas $N(x)$, $\delta(x)$, $\sigma(x)$ y $\varepsilon(x)$, para cada esquema y para cada comportamiento;
- 06.03 – Trazar los diagramas $P-\delta$ y $\sigma-\varepsilon$ para cada esquema y cada comportamiento.





PARTE “B”:

“SISTEMAS HIPERESTÁTICOS”

EJERCICIO N° 07: Para los dos esquemas estructurales de las Figuras N° 07.01 y 07.02, las cuales representan 2 barras colineales en el 1° caso, y una columna de hormigón armado (HA) en el 2° caso, se pide:

07.01 – Para la estructura de la Figura N° 07.01 hallar la carga P admisible (P_{ADM}) de manera que verifiquen las condiciones de resistencia y de desplazamiento dada esta última por la relación $\delta \leq Li/500$;

07.02 – Para la estructura de la Figura N° 07.02 verificar la columna por resistencia y calcular el acortamiento de la misma.

EJERCICIOS N° 07.01 - 07.02 - FIGURAS N° 07.01 - 07.02:

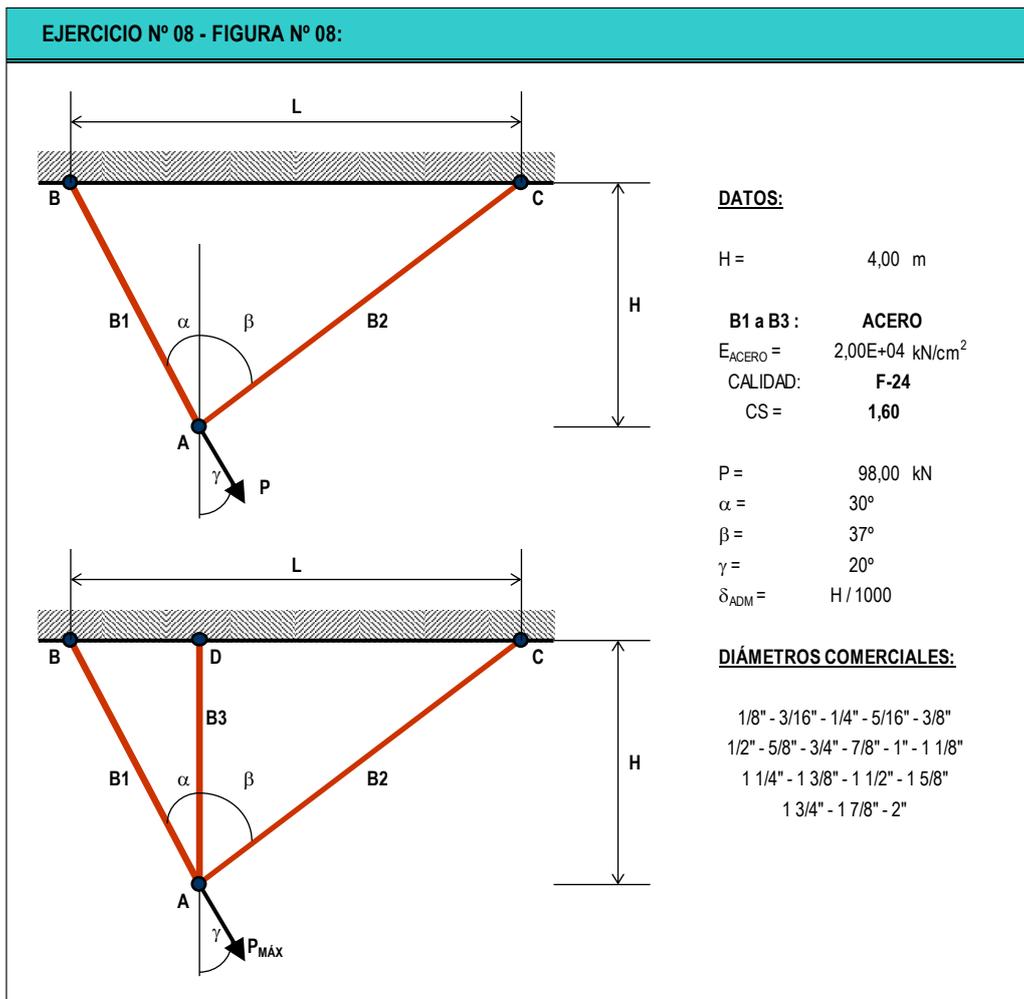
DATOS:		Material 2:	ALUMINIO
L1 =	2,50 m	$E_{ACERO} =$	7,00E+03 kN/cm ²
L2 =	1,60 m	$\sigma_{ADM2} =$	6,00 kN/cm ²
Material 1:	ACERO	A2 =	12,00 cm ²
$E_{ACERO} =$	2,00E+04 kN/cm ²	$P_{ADM} =$??? kN
CALIDAD:	F-24		
CS =	1,60		
A1 =	6,00 cm ²		

H =	4,00 m
d =	0,25 m
Material 3:	H°A°
$E_H =$	3,00E+03 kN/cm ²
CALIDAD:	H-25
$\sigma_{ADM3} =$	1,25 kN/cm ²
Armadura:	ADN-420
$E_{AC} =$	2,00E+04 kN/cm ²
$\sigma_{F-ARM} =$	42,00 kN/cm ²
CS =	1,75
Armadura:	4 ϕ 16
P =	250,00 kN



EJERCICIO N° 08: Para las estructuras de la Figura N° 08 se pide:

- 08.01 – Dimensionar las barras para la condición de resistencia adoptando secciones con diámetros comerciales según se indica (secciones circulares macizas);
- 08.02 – Verificar la condición de que el desplazamiento del punto “A” no exceda la condición de rigidez o de deformación: $\delta \leq H/1000$;
- 08.03 – Ídem el inciso 08.02 aplicando el “Teorema de los Trabajos Virtuales”;
- 08.04 - En el caso de que alguna de las barras no verifique alguna de las dos condiciones, se pide redimensionar las mismas de manera que cumpla ambas condiciones;
- 08.05 – Indicar las tensiones de trabajo finales de ambas barras y la relación entre las tensiones de trabajo y las admisibles, para las secciones adoptadas;
- 08.06 – Si se agrega una barra vertical de igual sección que la mayor adoptada, se requiere calcular cuál es la carga máxima, $P_{MÁX}$, que puede soportar la estructura cumpliendo la condición de resistencia indicada;
- 08.07 – Determinar el nuevo corrimiento del punto “A”.

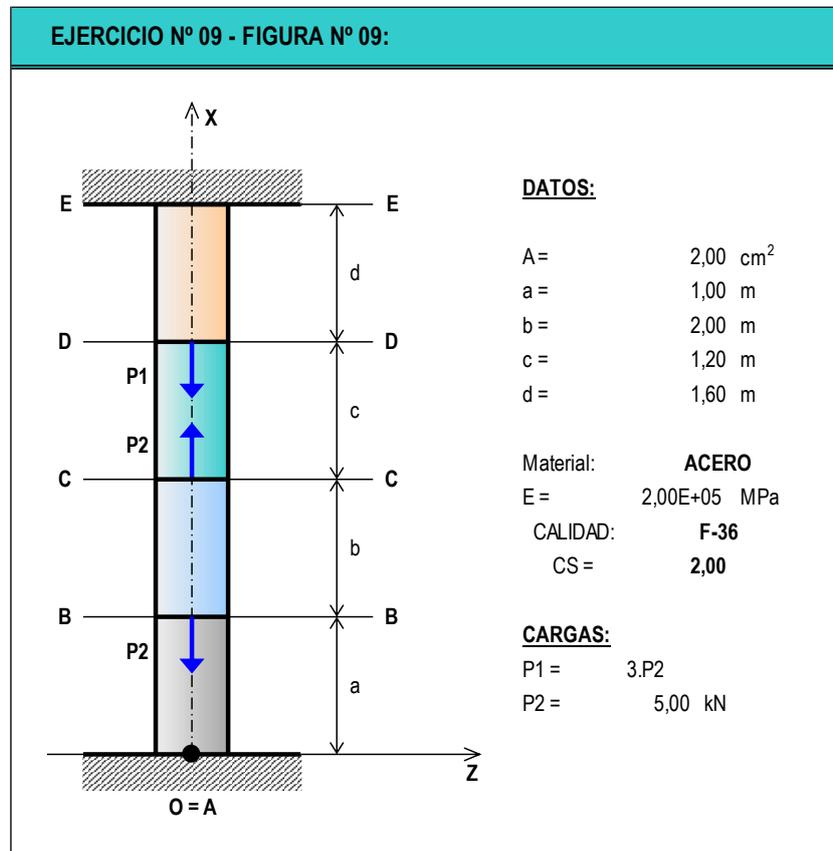


05.01-SA	TP N° 01: Solicitación Axil en Régimen Elástico – SA	0	2024	2	Todos	Pág.: 9
TP N°	CARPETA – SUB-CARPETA - DENOMINACION	REV.	AÑO	CUATRIM.	CURSOS	de: 21



EJERCICIO N° 09: Para la estructura de la Figura N° 09, conformada por una barra doblemente empotrada, la cual está solicitada por las fuerzas que se muestran, se pide:

- 09.01 – Determinar las reacciones de vínculo externo;
- 09.02 – Trazar el diagrama de esfuerzos normales a lo largo de la estructura;
- 09.03 - Trazar el diagrama de tensiones normales a lo largo de la estructura;
- 09.04 - Trazar el diagrama de desplazamientos absolutos a lo largo de la estructura;
- 09.05 - Trazar el diagrama de deformaciones específicas a lo largo de la estructura;
- 09.06 – Determinar los desplazamientos relativos entre las secciones CB, DC y DB.

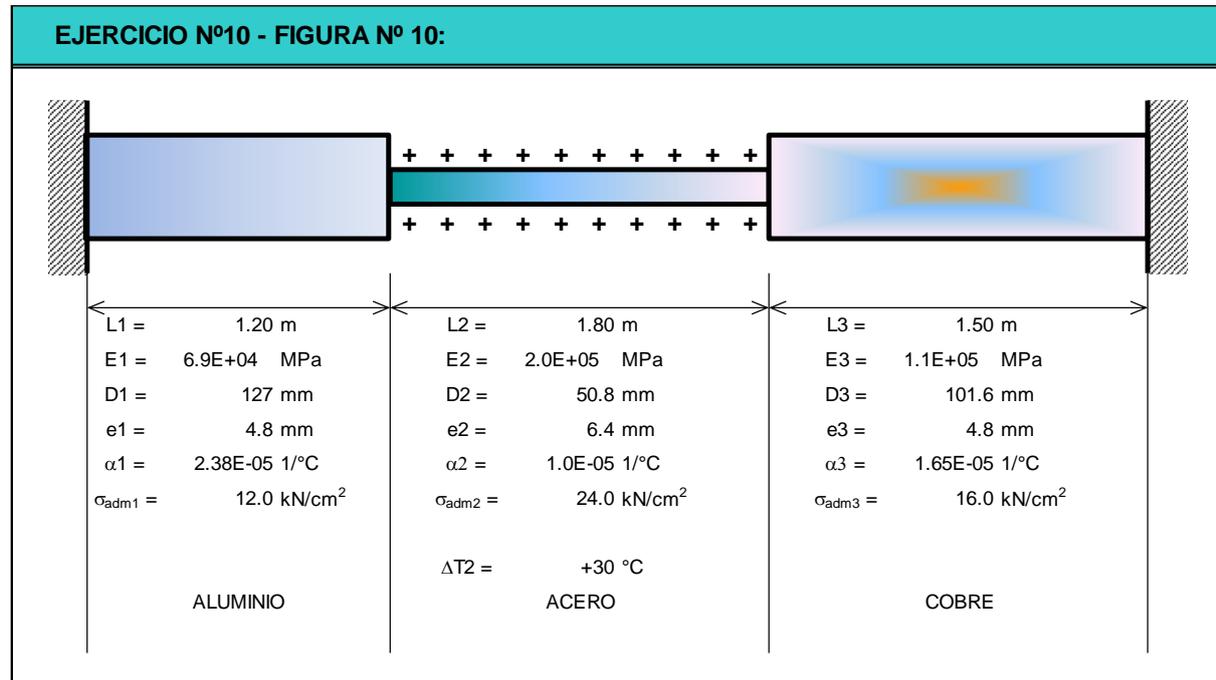




EJERCICIO N° 10: Para el esquema estructural de la Figura N° 10, conformada por tres barras colineales en cuanto a su eje, se pide:

- 10.01 – Calcular las reacciones de vínculo;
- 10.02 – Trazar los diagramas de características, de tensiones normales, de deformaciones específicas y de desplazamientos absolutos;
- 10.03 – Verificar las secciones indicando cuáles cumplen las condiciones de resistencia y cuáles no.

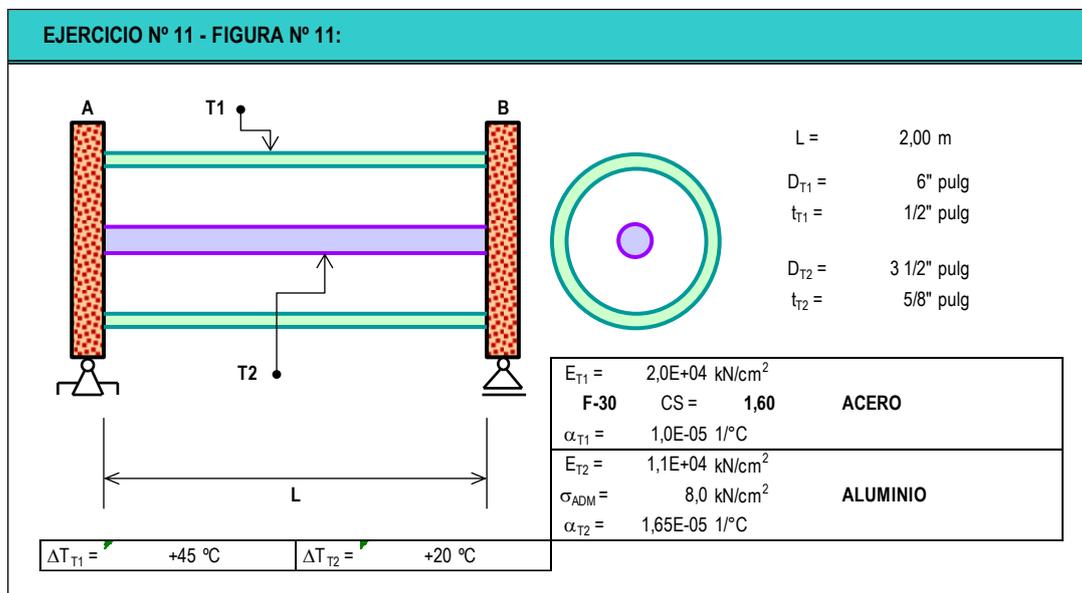
EJERCICIO N°10 - FIGURA N° 10:





EJERCICIO N° 11: Dos tubos concéntricos se disponen como indica la Figura N° 11. Ambos están vinculados a dos cabezales rígidos en “A” y en “B”. En coincidencia con el primero se dispone un apoyo fijo, mientras que con el segundo se dispone un apoyo móvil. Cada uno de los tubos sufre una variación de temperatura con relación a una determinada condición considerada como “inicial”. Se pide:

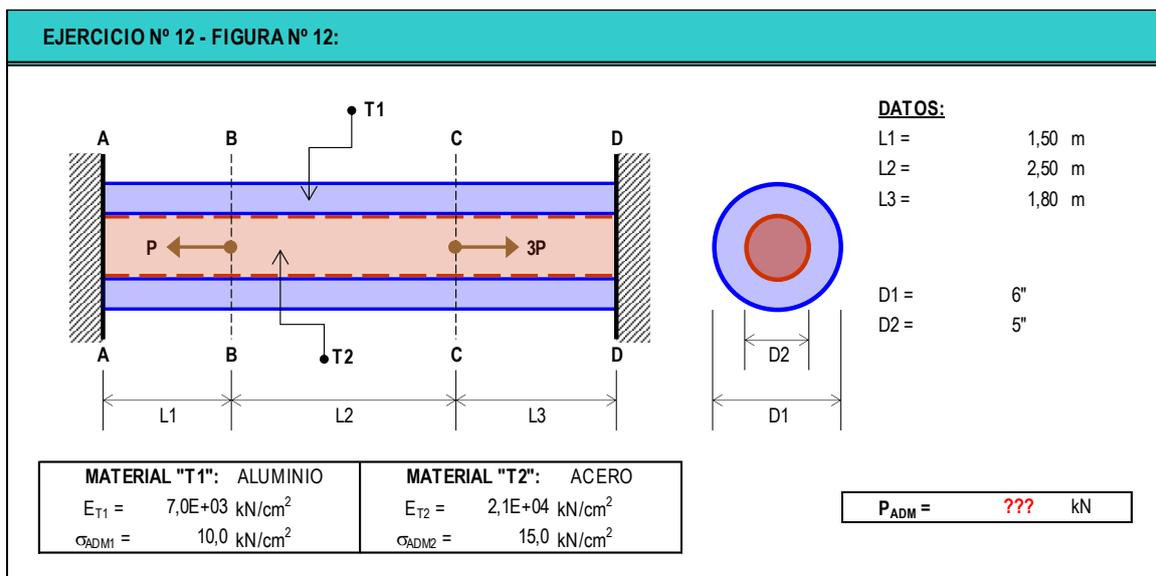
- 11.01 – Calcular las reacciones de vínculo;
- 11.02 – Calcular los esfuerzos en cada tubo;
- 11.03 - Trazar los diagramas de características, de tensiones normales, de desplazamientos absolutos y de deformaciones específicas;
- 11.04 – Verificar las secciones indicando cuáles cumplen las condiciones de resistencia y cuáles no.





EJERCICIO N° 12: Dos tubos concéntricos y solidariamente (o rígidamente) vinculados a través del diámetro interno de “T1” con el diámetro externo de “T2”, se disponen como indica la Figura N° 12. Además, ambos están empotrados en los extremos A y D. En las secciones indicadas se aplican 2 cargas “P” y “3P”. Se pide:

- 12.01 – Determinar el valor de “ P_{ADM} ”;
- 12.02 – Calcular las reacciones de vínculo totales de la estructura indicando cuánto hace reaccionar en cada extremo cada tubo para la carga P_{ADM} determinada en 12.01;
- 12.03 – Trazar los diagramas de características totales y de cada tubo;
- 12.04 – Determinar los diagramas de tensiones normales correspondientes a cada tubo a lo largo de los ejes de las mismas;
- 12.05 – Determinar los diagramas de desplazamientos absolutos y de deformaciones específicas de la estructura a lo largo del eje de la misma;
- 12.06 – Verificar las secciones indicando cuáles cumplen las condiciones de resistencia y cuáles no.





EJERCICIO N° 13: Para el esquema estructural de la Figura N° 13, constituida por una estructura de barras, en las cuales las B1 y B2 son consideradas como deformables elásticamente, mientras que la barra "CD" deberá considerarse como infinitamente rígida. La estructura se encuentra solicitada bajo dos estados de cargas o de acciones en forma independiente; el primero corresponde a la "Causa Fuerza – CF", mientras que el segundo a la causa "Variación de Temperatura – ΔT ". Se pide para cada uno de los estados de cargas o de acciones indicados y en forma independiente:

- 13.01 – Resolver el sistema (solicitaciones, tensiones, alargamientos o acortamientos y deformaciones específicas) por M.I.E. para la causa fuerza;
- 13.02 – Resolver el sistema (solicitaciones, tensiones, alargamientos o acortamientos y deformaciones específicas) por M.I.E. para la causa variación de temperatura;
- 13.03 – Verificar las secciones de las barras elásticas para la combinación de los estados de causas 1 y 2 actuando simultáneamente, tanto por resistencia como por deformación. En caso de no verificar alguna de las condiciones se deberá redimensionar la o las barras para que ambas condiciones sean verificadas.

EJERCICIO N° 13 - FIGURA N° 13:

BARRA RÍGIDA "CB'

DATOS:

$a = 1.00 \text{ m}$
 $\alpha = 30^\circ$

BARRA B1: "ACERO"
 $E1 = 2.0E+04 \text{ kN/cm}^2$
 $\alpha_1 = 1.0E-05 \text{ 1/}^\circ\text{C}$
 $\sigma_{F1} = 24.0 \text{ kN/cm}^2$
 $A1 = 3.00 \text{ cm}^2$

BARRA B2: "COBRE"
 $E2 = 1.0E+04 \text{ kN/cm}^2$
 $\alpha_2 = 1.6E-05 \text{ 1/}^\circ\text{C}$
 $\sigma_{F2} = 16.0 \text{ kN/cm}^2$
 $A2 = 12.00 \text{ cm}^2$

$P = 40.00 \text{ kN}$
 $\delta_{ADM} = 1.00 \text{ mm}$

$\Delta T1 = 20.0 \text{ }^\circ\text{C en B1}$
 $\Delta T2 = 20.0 \text{ }^\circ\text{C en B2}$

$CS = 1.60$
Válido para ambos materiales



ESTABILIDAD II – 84.03 / RESISTENCIA DE MATERIALES – B037

EJERCICIO N° 14: Para el esquema estructural de la Figura N° 14, la cual se encuentra solicitada bajo dos estados de cargas (causa fuerza y causa variación de temperatura) que actúan en forma independiente, se pide lo siguiente:

- 14.01 – Las solicitaciones y las tensiones normales para cada una de las cuatro barras con comportamiento elástico lineal;
- 14.02 – Los diagramas de alargamientos y de deformaciones específicas de las cuatro barras;
- 14.03 – Verificar para cada estado en forma independiente y en forma conjunta la condición de resistencia;
- 14.04 – Para cada estado y para la combinación de ambos, determinar el desplazamiento vertical del punto “C”.

EJERCICIO N° 14 - FIGURA N° 14:

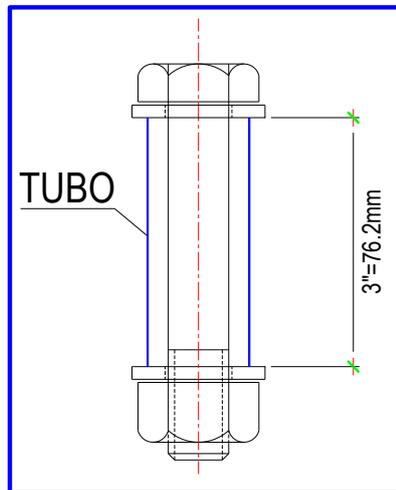
<p>BARRA 1: Sección circular hueca (tubo) $A_1 = 17,0 \text{ cm}^2$</p> <p>BARRA 2: Sección circular hueca (tubo) $A_2 = 20,0 \text{ cm}^2$</p> <p>BARRA 3: Sección circular hueca (tubo) $A_3 = 16,0 \text{ cm}^2$</p>	<p>$L = 2,00 \text{ m}$ $H = 1,50 \text{ m}$</p> <p style="text-align: center;">Las barras "AC" y "CF" son infinitamente rígidas</p> <p>ACCIONES: $P = 250,0 \text{ kN}$ $\Delta T = 30,0 \text{ }^\circ\text{C}$ Aplicada en la barra BG</p>	<p>$E = 20000 \text{ kN/cm}^2$ $S_F = 24,00 \text{ kN/cm}^2$ $CS = 1,60$ $\sigma_{ADM} = ? \text{ kN/cm}^2$</p>
---	--	--



EJERCICIO N° 15: El dispositivo de la Figura N° 15 está constituido por un tornillo con doble arandela y tuerca y un tubo. Inicialmente, se aprieta la tuerca suavemente hasta que la arandela inferior toque el tubo. Luego se aprieta la tuerca nuevamente proporcionándole una media vuelta. Se pide para esta situación:

- 15.01 – Calcular los esfuerzos en cada elemento, bulón y tubo;
- 15.02 – Calcular las tensiones en cada elemento.

EJERCICIO N° 15 - FIGURA N° 15:



BULÓN: Aleación de Aluminio 2014-T6

$E_B = 7310,0 \text{ kN/cm}^2$
 $r = 1/4" = 6,35 \text{ mm}$
 $d = 1/2" = 12,70 \text{ mm}$
20 filetes por pulgada

TUBO: Aleación de Magnesio Am 1004-T61

$E_B = 4470,0 \text{ kN/cm}^2$
 $r = 1/4" = 6,35 \text{ mm}$
 $R = 1/2" = 12,70 \text{ mm}$
 $d = 1/2" = 12,70 \text{ mm}$
 $d = 1" = 25,40 \text{ mm}$

Las arandelas se consideran rígidas y de espesor despreciables.
La tuerca se considera, también, rígida.



PARTE “C”:

“PROBLEMAS DE MONTAJE”

EJERCICIO N° 16: El esquema estructural de la Figura N° 16.01 está constituido por una barra que se considera infinitamente rígida en comparación de las restantes. Las restantes barras serán consideradas como deformables o flexibles. Debido a un error de montaje, la estructura no ha podido ser montada de acuerdo con lo proyectado. Se pide:

16.01. –Determinar la fuerza “**F**” que hay que aplicar en el extremo **C’** para vincularla con la articulación **C**.

Alternativa: Indicar la temperatura a aplicar sobre la barra “**1**” para salvar el error y poder montar;

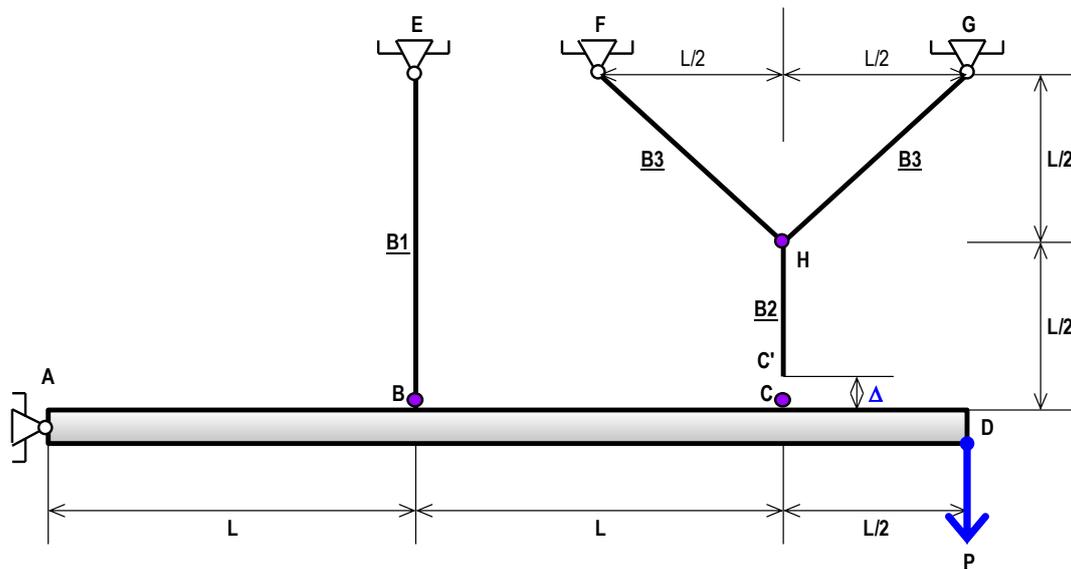
16.02 - Determinar los esfuerzos resultantes en todas las barras después de realizado el montaje y en la situación de que el sistema esté preparado para entrar en servicio;

16.03 – Si se aplica una fuerza “**P**” en **D**, luego del montaje, calcular los esfuerzos que esta provoca;

16.04 – Calcular las tensiones en cada etapa del proceso y las totales, verificando las tensiones admisibles. Indicar, además, qué porcentaje del total es absorbido en cada etapa;

16.05 – Calcular el desplazamiento del punto “**D**” luego del proceso de montaje y carga.

EJERCICIO N° 16.01 - FIGURA N° 16.01:



DATOS:

L =	4.00 m	E =	20000 kN/cm ²	A _i :	Áreas de las barras "i"
A ₁ =	2.50 cm ²	Δ =	2 mm	AD :	Barra Rígida
A ₂ =	4.00 cm ²	P =	65 kN	Material:	ACERO
A ₃ =	2.80 cm ²	CS =	1.60	Calidad:	F-36

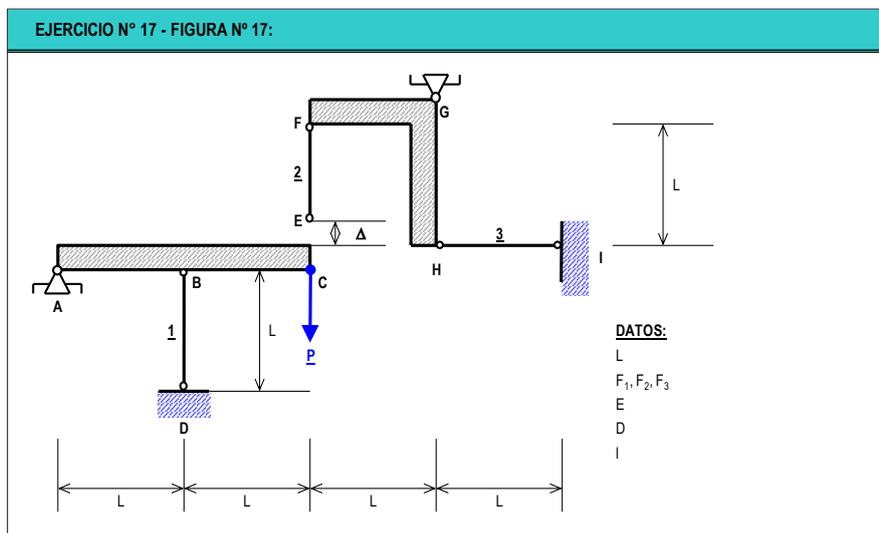


EJERCICIO N° 17: La Figura N° 17 muestra un sistema de dos barras rígidas, ABC y FGH, vinculadas mediante tres bielas elásticas de igual material, pero de diferentes áreas. En la barra “2” se observa una diferencia de montaje “D”. Se pide:

17.01 - Determinar los esfuerzos en las bielas luego de producido el montaje;

17.02 – Cuánto valen los esfuerzos en las bielas calculadas en el inciso “17.01”, para el caso particular en que todas ellas fuesen de igual área? ($F_1 = F_2 = F_3 = F$)?

17.03 – Si ahora la estructura del inciso “17.02” ($F = \text{cte.}$) se la somete a la acción de una fuerza “P” como se indica en la figura, se requiere determinar los esfuerzos finales en cada una de las tres bielas, es decir, los esfuerzos que surgen de la combinación de cargas “**MONTAJE + P**”.



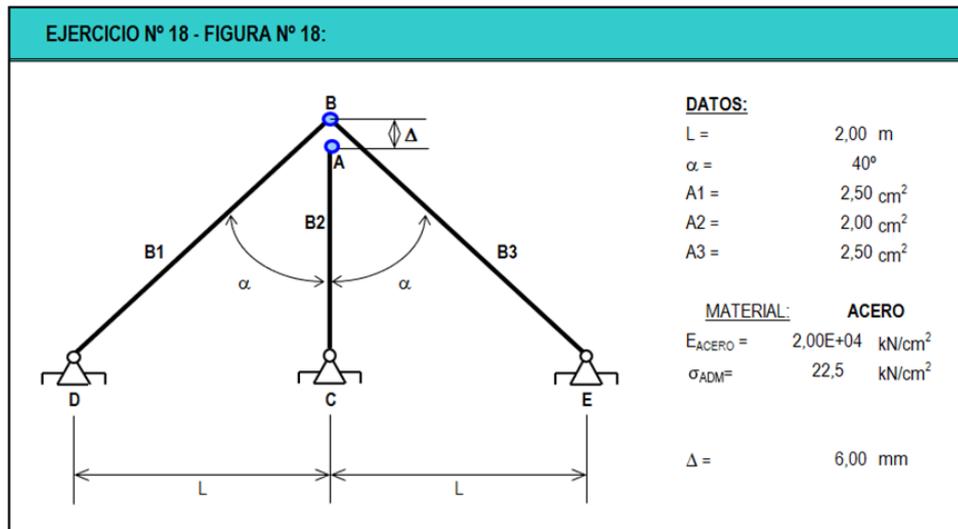
05.01-SA	TP N° 01: Solicitación Axil en Régimen Elástico – SA	0	2024	2	Todos	Pág.: 18
TP N°	CARPETA – SUB-CARPETA - DENOMINACION	REV.	AÑO	CUATRIM.	CURSOS	de: 21



EJERCICIO N° 18: El montaje de las barras del sistema cuyo esquema se indica se logra forzando los extremos “A” y “B”. Se pide:

18.01 - Determinar las tensiones en las barras después del montaje e indicar los esfuerzos normales actuantes en las barras;

18.02 – Resolver el inciso “18.01” de dos maneras distintas.



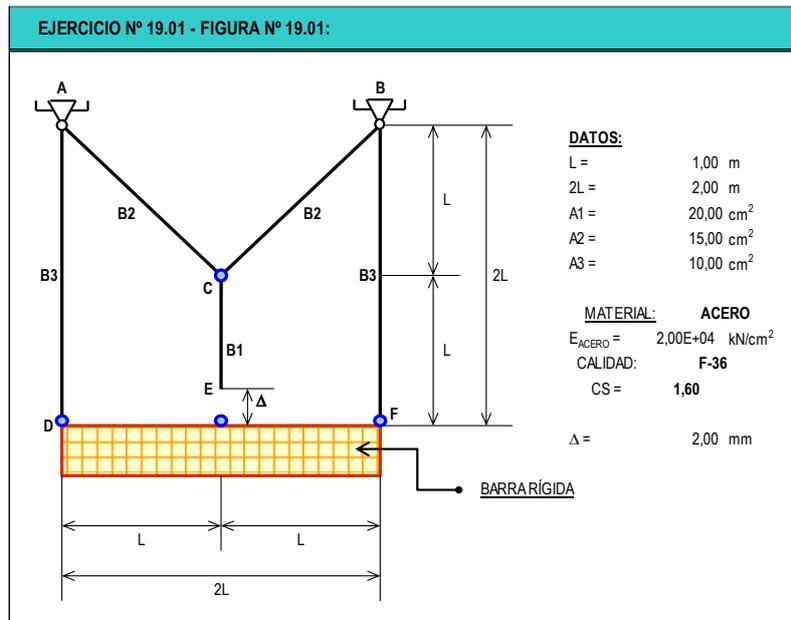


EJERCICIO N° 19: Para el esquema estructural de la Figura N° 19.01, la cual evidencia un error de montaje, se pide:
19.01 – Calcular los esfuerzos y tensiones de montaje debido al error en la fabricación de las barras “B1” y “B3” respectivamente;

Resolver el problema, al menos, de las dos primeras maneras propuestas:

- Aplicando dos fuerzas iguales y contrarias en los puntos a unir;
- Aplicando una variación de temperatura en B1 para salvar el montaje, y luego retirar la carga de temperatura. Resolver el hiperestático por el método que considere más conveniente.

19.02 – Para el caso b, calcular el desplazamiento del punto E en cada una de las etapas.





EJERCICIO N° 20: Para el esquema estructural de la Figuras N° 20, sobre la cual actúan dos causas deformantes, la causa fuerza y la variación de temperatura, se pide calcular:

- 20.01 – Los esfuerzos normales en cada una de las barras;
- 20.02 – Las tensiones normales en cada barra indicando si verifican o no las tensiones admisibles, así como las ratios de trabajo;
- 20.03 – Calcular el desplazamiento vertical del punto “T”.

