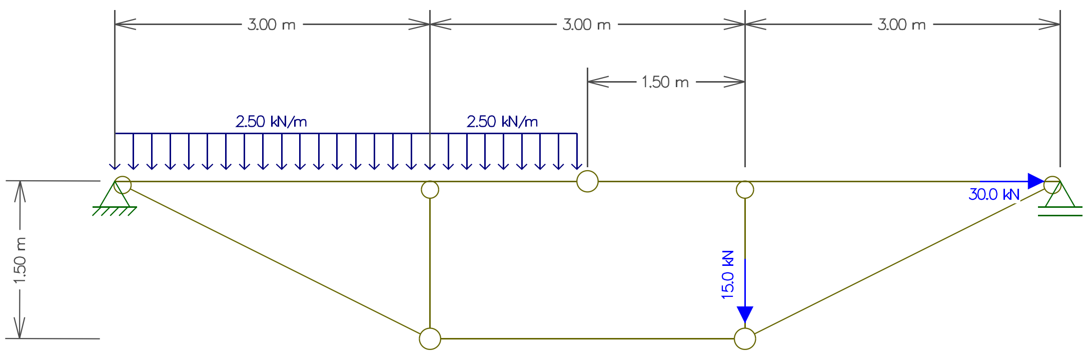
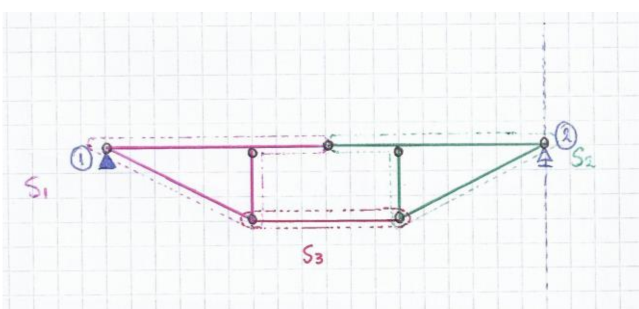
EJERCICIO: CUERPOS VINCULADOS

Para la siguiente estructura, hacer un análisis cinemático, calcular las reacciones de vínculo externo y realizar el despiece mostrando que cada chapa está en equilibrio.



Análisis cinemático

Este análisis es exclusivamente geométrico y por lo tanto no depende del estado de cargas de la estructura, por eso se omiten en el gráfico.



1. Una cadena cerrada de tres chapas puede considerarse para su análisis como una sola chapa. Entonces podemos agrupar las tres chapas de la derecha y las tres chapas de la izquierda y tratarlas como si fueran dos chapas individuales S1 y S2. A la biela S3 la consideramos como una chapa.

2. La estructura es una **cadena cerrada de tres chapas** S1, S2 Y S3: tiene tres grados de libertad (GL=3).

3. Condiciones de vínculo: un apoyo fijo en el punto 1 y un apoyo móvil en el punto 2. Restringen 2 y 1 grados de libertad respectivamente, en total: CV=3.

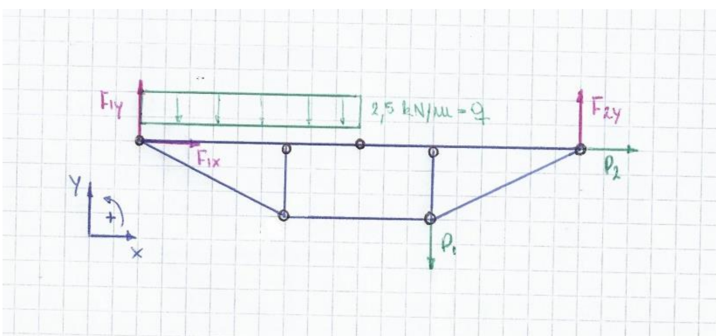
4. GL=CV: la estructura está **isostáticamente sustentada**.

5. Verificamos que **no hay vinculación aparente**: la normal a la dirección en la que el apoyo móvil le permite desplazarse al punto 2, no pasa por el punto fijo 1.

6. De 4. y 5. concluimos que la estructura es **cinemáticamente estable**.

Cálculo de reacciones de vínculo externo

Ponemos en evidencia las reacciones F_{1x} , F_{1y} , F_{2y} , en la dirección en la que los apoyos restringen el movimiento.



Identifico las fuerzas

$$q := 2.5\ \frac{kN}{m} \qquad R_q := q \cdot 4.5\ m = 11.25\ kN$$

$$P_1 := 15\ kN$$

$$P_2 := 30\ kN$$

Planteo las ecuaciones de equilibrio absoluto

$\Sigma F_y := 0$ $\qquad\qquad$ $\Sigma F_y = F_{1y} - R_q - P_1 + F_{2y}$

$\Sigma F_x := 0$ $\qquad\qquad$ $\Sigma F_x = F_{1x} + P_2$

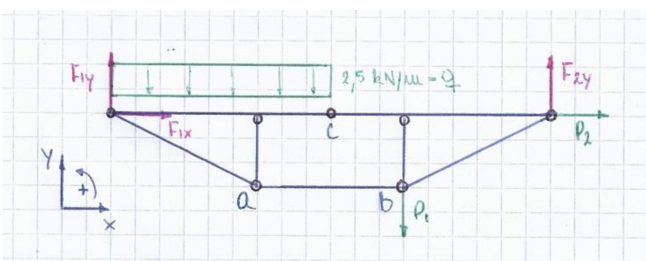
$\Sigma M_1 := 0$ $\qquad\qquad$ $\Sigma M_1 = -R_q \cdot 2.25\ m - P_1 \cdot 6\ m + F_{2y} \cdot 9\ m$

Resuelvo el sistema

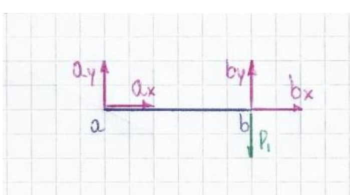
$$\begin{bmatrix} F_{1x} \\ F_{1y} \\ F_{2y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -30 \\ 13.438 \\ 12.813 \end{bmatrix} kN$$

Despiece

Llamo a las articulaciones que vinculan las tres chapas **a**, **b** y **c**. Voy a aislar las chapas para hallar las reacciones de vínculo interno y así mostrar que cada chapa está en equilibrio.



1. Aíslo S3



Planteo ecuaciones de equilibrio

$\Sigma M_b := 0$ $\qquad \Sigma M_b = a_y \cdot 3\ m$

$\Sigma F_y := 0$ $\qquad \Sigma F_y = a_y + b_y - P_1$

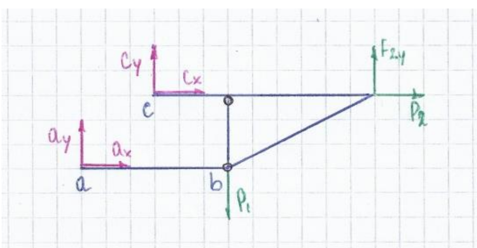
$\Sigma F_x := 0$ $\qquad \Sigma F_x = a_x + b_x$

Resuelvo el sistema

$a_y = 0\ kN$
$b_y = 15\ kN$

$a_x = -b_x$

2. Áíslo S2 y S3



Planteo ecuaciones de equilibrio

$\Sigma M_c := 0$ $\qquad \Sigma M_c = -a_y \cdot 1.5\ m + a_x \cdot 1.5\ m + F_{2y} \cdot 4.5\ m - P_1 \cdot 1.5\ m$

$\Sigma F_x := 0$ $\qquad \Sigma F_x = a_x + P_2 + c_x$

$\Sigma F_y := 0$ $\qquad \Sigma F_y = a_y + c_y + F_{2y} - P_1$

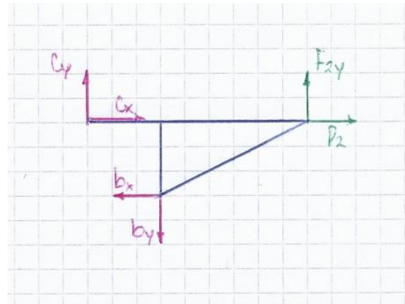
Resuelvo el sistema

$a_x = -23.438\ kN$
$c_x = -6.563\ kN$
$c_y = 2.188\ kN$

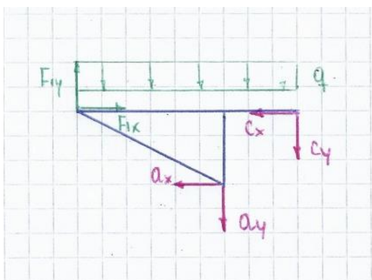
3. De 1. Y 2.:

$$b_x := -a_x$$

$$b_x = 23.438\ kN$$



4. Ya conocemos las componentes de los vínculos en a, b y c. Verificamos el equilibrio de la chapa S1.



Verifico mediante ecuaciones de proyección:

$$\Sigma F_x = F_{1x} - a_x - c_x = 0$$

$$\Sigma F_y = F_{1y} - R_q - c_y - a_y = 0$$

Hay que prestar atención al sentido de las fuerzas en las articulaciones. Por ejemplo, las fuerzas $\boldsymbol{a_x}$ *y* $\boldsymbol{a_y}$ *que actúan sobre la chapa 3 tienen sentido opuesto a las* $\boldsymbol{a_x}$ *y* $\boldsymbol{a_y}$ *aplicadas sobre la chapa S1 (principio de acción y reacción).*

5. Ya mostramos que cada una de las chapas S1, S2 y S3 está en equilibrio. Para hacer un análisis más exhaustivo, se puede proceder de la misma manera para hacer el despiece de las chapas S1 y S2, que, como vimos al principio, son cadenas cerradas de tres chapas.