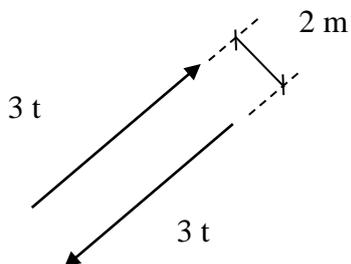


Par de fuerzas o cupla

Un par de fuerzas está formado por dos fuerzas de igual intensidad, paralelas y de sentido contrario.



La intensidad de un par depende de la intensidad de las fuerzas y de la distancia que las separa. En el ejemplo anterior será: $3 \text{ t} \times 2 \text{ m} = 6 \text{ tm}$.

Este resultado se llama momento del par o cupla.

Además, si aplicáramos este par a un objeto, este giraría en sentido horario y por convención se le pone signo positivo. Caso contrario, obviamente sería negativo.



Un ejemplo es la llave cruz, usada para aflojar o ajustar tuercas.

Si suponemos que la persona de la foto hace una fuerza de 10 kg con cada mano y la distancia entre sus manos es 50 cm, el par o cupla vale $10 \text{ kg} \times 50 \text{ cm} = 500 \text{ kgcm}$.



Si 500 kgcm fuera el par que debe hacer para aflojar una tuerca, ¿qué pasaría si no tuviera esta llave cruz?. ¿Qué pasaría si tuviera otra llave más pequeña donde la distancia entre sus manos fuera 10 cm?

Para lograr el mismo par de 500 kgcm, debería hacer una fuerza de 50 kg, ya que $50 \text{ kg} \times 10 \text{ cm} = 500 \text{ kgcm}$.

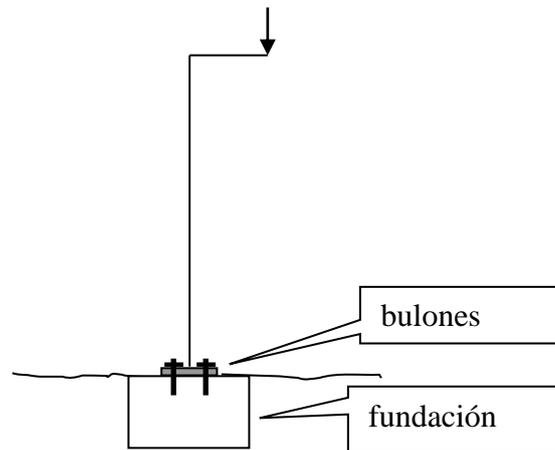
Esto nos lleva a la conclusión que la instrucción para aflojar la tuerca debería ser: aplicar un par de 500 kgcm, y la fuerza dependerá de la herramienta que se posea.

Ejemplos de cuplas en estructuras

Un ejemplo sencillo es un pórtico formado por una columna y una ménsula que sostienen un peso que podría ser una luminaria o un cartel.

Si la base de esta estructura es un dado de hormigón, la forma de vincular el pórtico con la fundación podemos imaginarla formada con una placa metálica con bulones que unen el pórtico con la fundación.

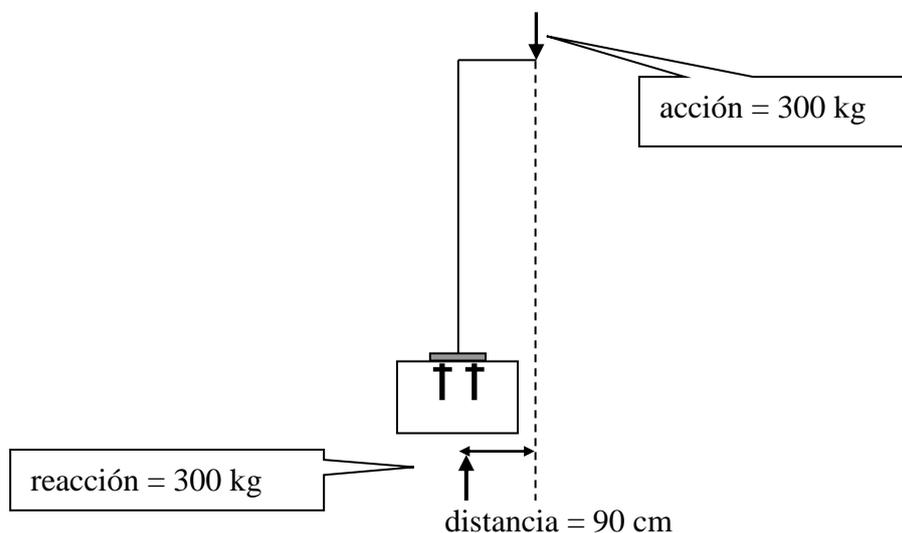
Este tipo de apoyo se llama empotramiento. Se dice que el pórtico está empotrado en la fundación.



La carga del pórtico producirá en la fundación una reacción igual y contraria:

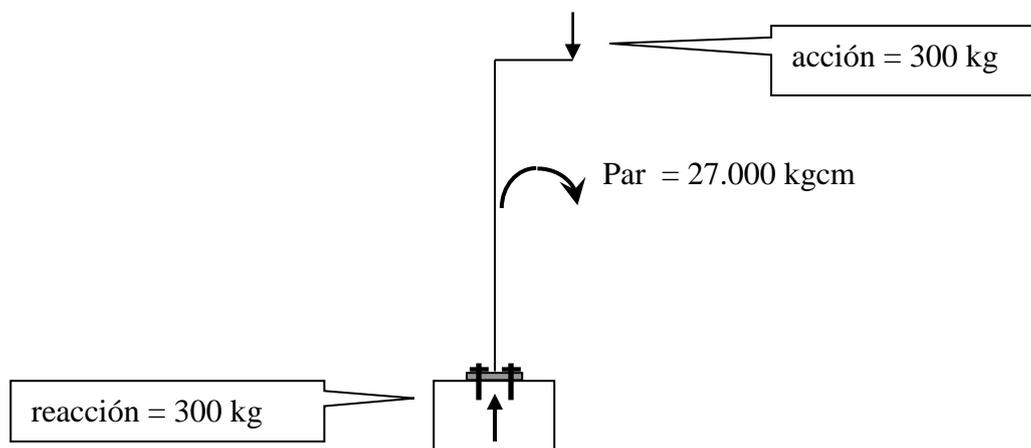
Entre la acción y la reacción hay una distancia y por lo tanto se genera una cupla. El valor de esta cupla es momento = fuerza por distancia.

Si suponemos que la acción vale 300 kg y la distancia 90 cm:



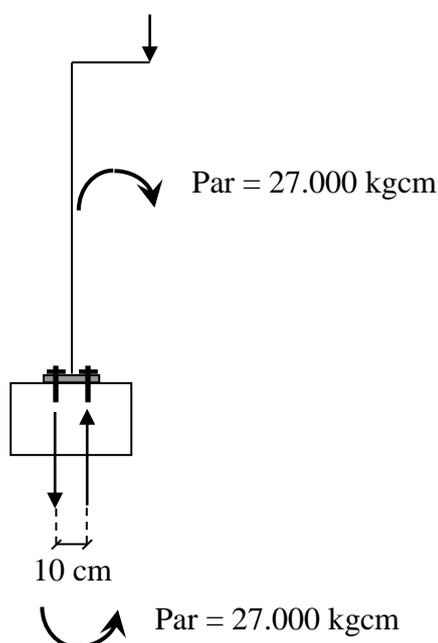
El valor de la cupla será: momento = 300 kg x 90 cm = 27.000 kgcm y girará en forma horaria.

Es un par que tiende a volcar el pórtico:



Para que la estructura esté en equilibrio, este par deberá ser anulado por otro par o cupla de igual valor pero de sentido contrario, es decir, que gire en forma anti-horaria.

Este último par lo formarán dos fuerzas iguales y contrarias que se originan en cada bulón.

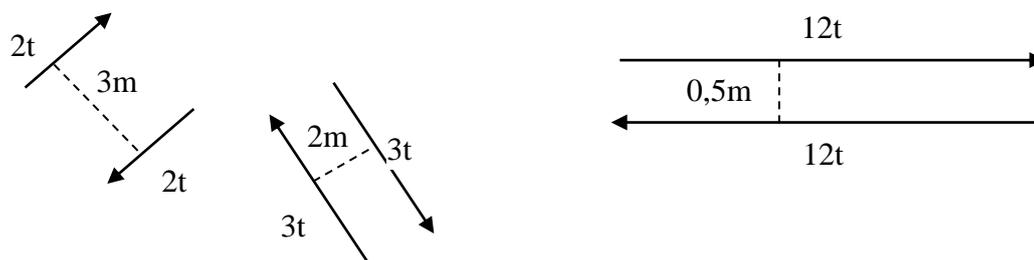


Los pares son frecuentes en las estructuras y a veces la forma en que nos los presentan es, por ejemplo:

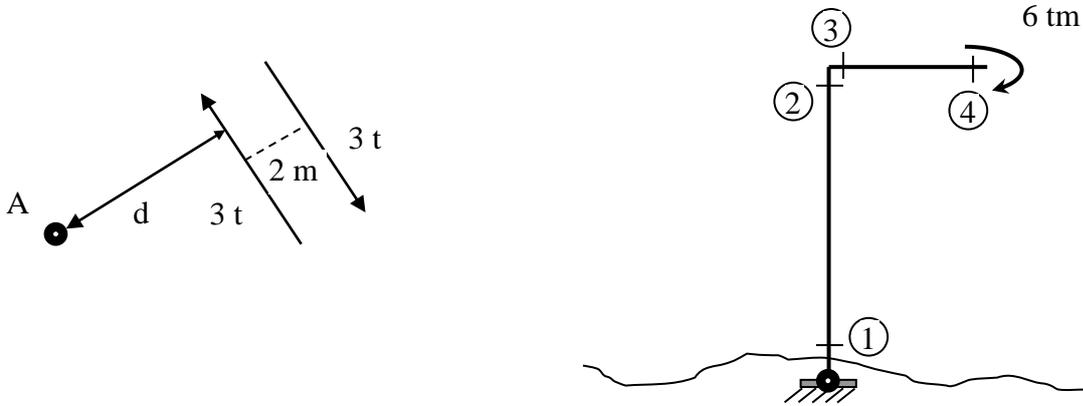
$M = 6 \text{ tm}$

De manera que podemos imaginarlo formado por fuerzas y distancias de infinitas combinaciones, siempre que fuerza x distancia = 6 tm .

Ejemplo de **imágenes** de un par:

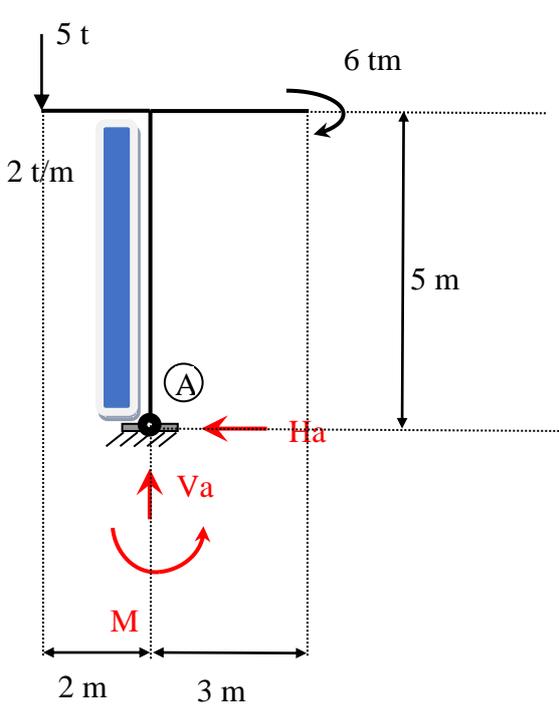


Para resolver estructuras que tengan pares, tendremos que calcular su momento respecto a un punto cualquiera. Supongamos una estructura cargada con un par positivo de 6 tm empotrada en el terreno. Representemos a este par con dos fuerzas de 3 t separadas a una distancia de 2 m y calculemos su momento respecto al punto A.



Momentos en A: $3 t \times (2 m + d) - 3 t \times d = 3 t \times 2 m + 3 t \times d - 3 t \times d = 6 tm$

Conclusión: cualquiera que sea el punto, el resultado será siempre 6 tm y positivo, sin importar la distancia a la que se encuentre este punto.



$\Sigma \text{Proy } x = 0$ (fuerzas horizontales)

$\Sigma \text{Proy } y = 0$ (fuerzas verticales)

$\Sigma \text{Momentos} = 0$