



doctor
KNOWMAD
rōnin del conocimiento

by Robert Usach, PhD.

4 DINÁMICA DE ROTACIÓN Y TORQUES

#DINÁMICA ANGULAR

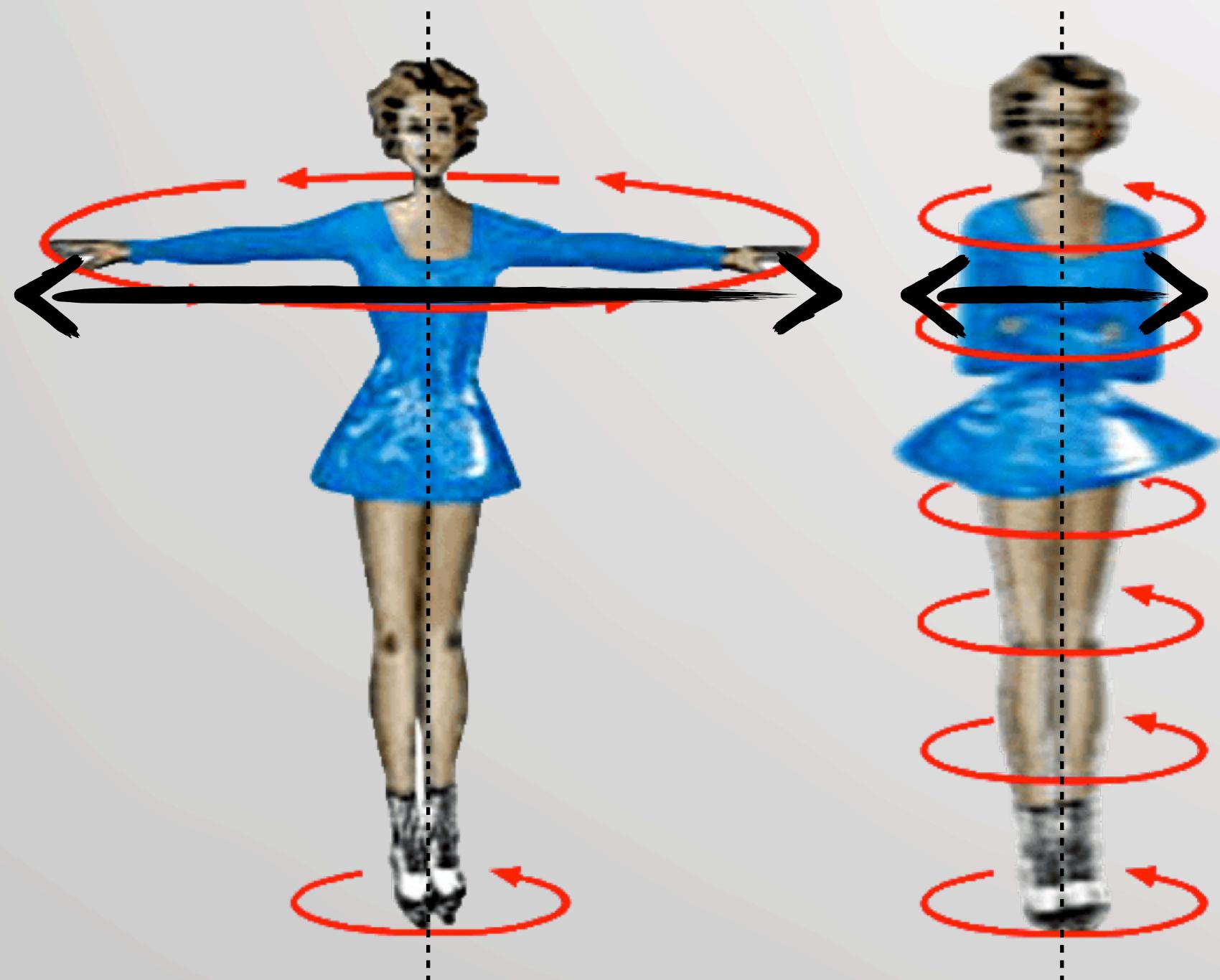
“EQUIVALENCIAS” LINEAL vs ANGULAR

INERCIA o MASA (kg)

INERCIA DE ROTACIÓN
o MOMENTO DE INERCIA (kg·m²)

$$I = m \cdot r^2 = \sum m_i \cdot r_i^2$$

IMPLICA UN I_B (BARICÉNTRICO)



MISMA MASA (m),
MENOR
ALEJAMIENTO AL
EJE DE GIRO (r),
MENOR RESISTENCIA
AL GIRO

#DINÁMICA ANGULAR

“EQUIVALENCIAS” LINEAL vs ANGULAR

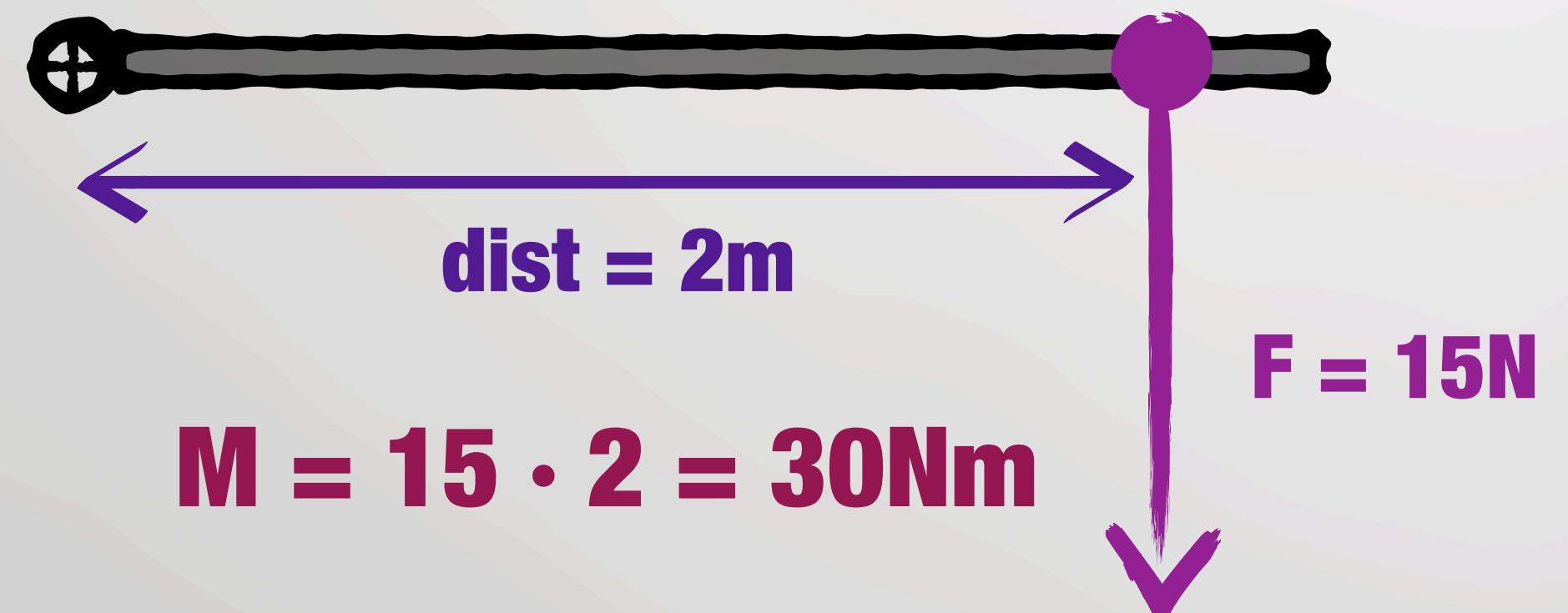
INERCIA o MASA (kg)

INERCIA DE ROTACIÓN
o MOMENTO DE INERCIA (kg·m²)

FUERZA; m·a (N)

MOMENTO DE FUERZAS
o TORQUE (Nm)

$$\tau \text{ o } M = F \cdot \text{dist}$$

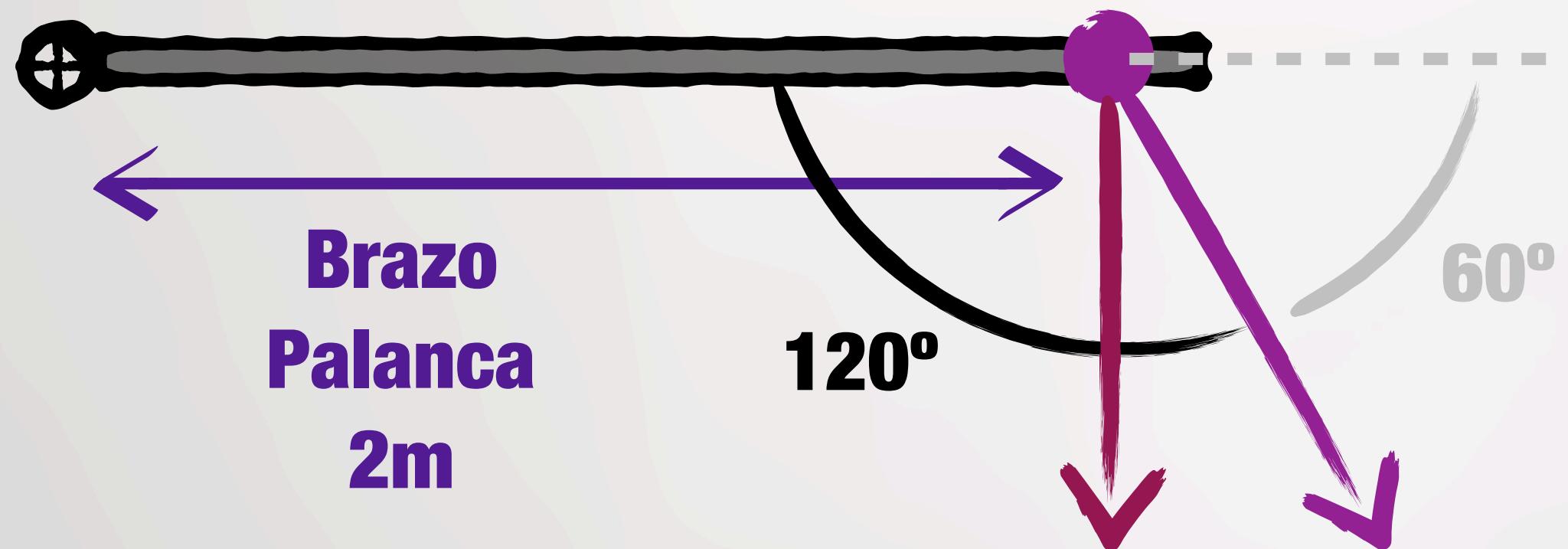


$$M = 15 \cdot 2 = 30\text{Nm}$$

#CÁLCULO DE MOMENTOS

2 MÉTODOS: MÉTODO 1

$$\tau \circ M = F_{\text{ÚTIL}} \cdot \text{Brazo Palanca}$$



$$F_{\text{ÚTIL}} = F \cdot \sin 120^\circ \quad F = 15N$$

$$F_{\text{ÚTIL}} = 13N$$

$$M = 13 \cdot 2 = 26Nm$$

#CÁLCULO DE MOMENTOS

2 MÉTODOS: MÉTODO 2

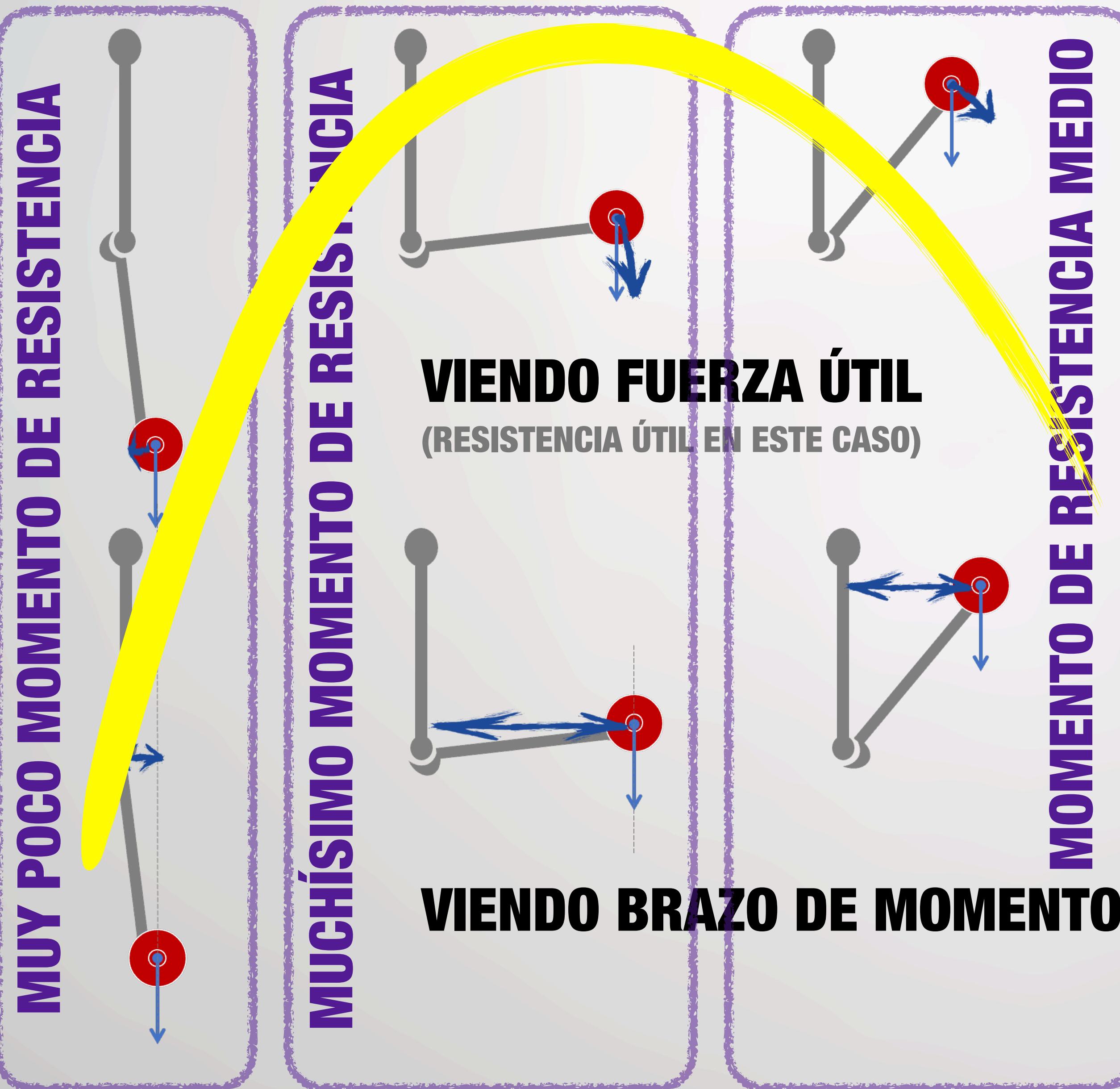
$$\tau \circ M = F \cdot \text{Brazo Momento}$$



$$\text{Brazo Momento} = \text{Brazo de Palanca} \cdot \sin 60^\circ$$
$$\text{Brazo Momento} = 1,73\text{m}$$

$$M = 15 \cdot 1,73 = 26\text{Nm}$$

#VISUALIZAR MOMENTOS



#DINÁMICA ANGULAR

“EQUIVALENCIAS” LINEAL vs ANGULAR

INERCIA o MASA (kg)

**INERCIA DE ROTACIÓN
o MOMENTO DE INERCIA (kg·m²)**

FUERZA; m·a (N)

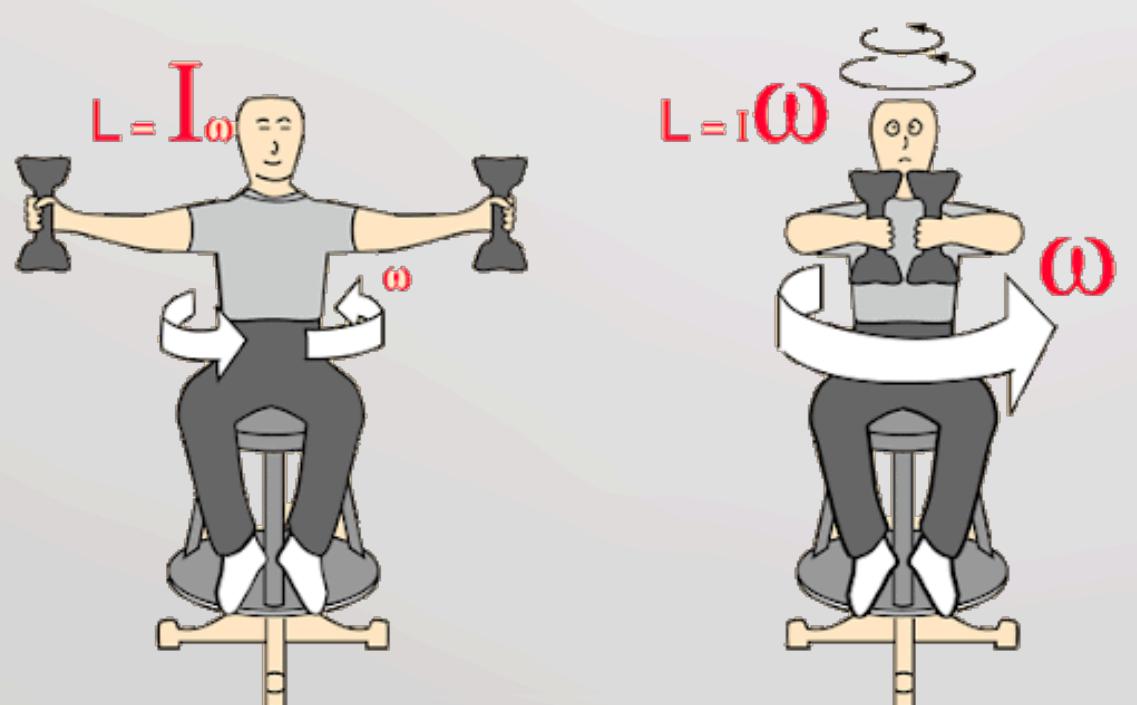
**MOMENTO DE FUERZAS
o TORQUE (Nm)**

**IMPULSO MECÁNICO
o LINEAL; F·t (N·s)**

IMPULSO ANGULAR (kg·m²/s)
 $L = M \cdot t$

**MOMENTO LINEAL
o CANTIDAD DE
MOVIMIENTO; m·v (kg·m/s)**

MOMENTO ANGULAR (kg·m²/s)
 $L = I \cdot \omega$



#GENERAR GIROS

EL GIRO SE GENERA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE UN MOMENTO DE FUERZAS (TORQUE) DURANTE UN TIEMPO.

$$\text{IMPULSO ANGULAR} = M \cdot t$$



$$\text{MOMENTO ANGULAR} = I \cdot \omega$$

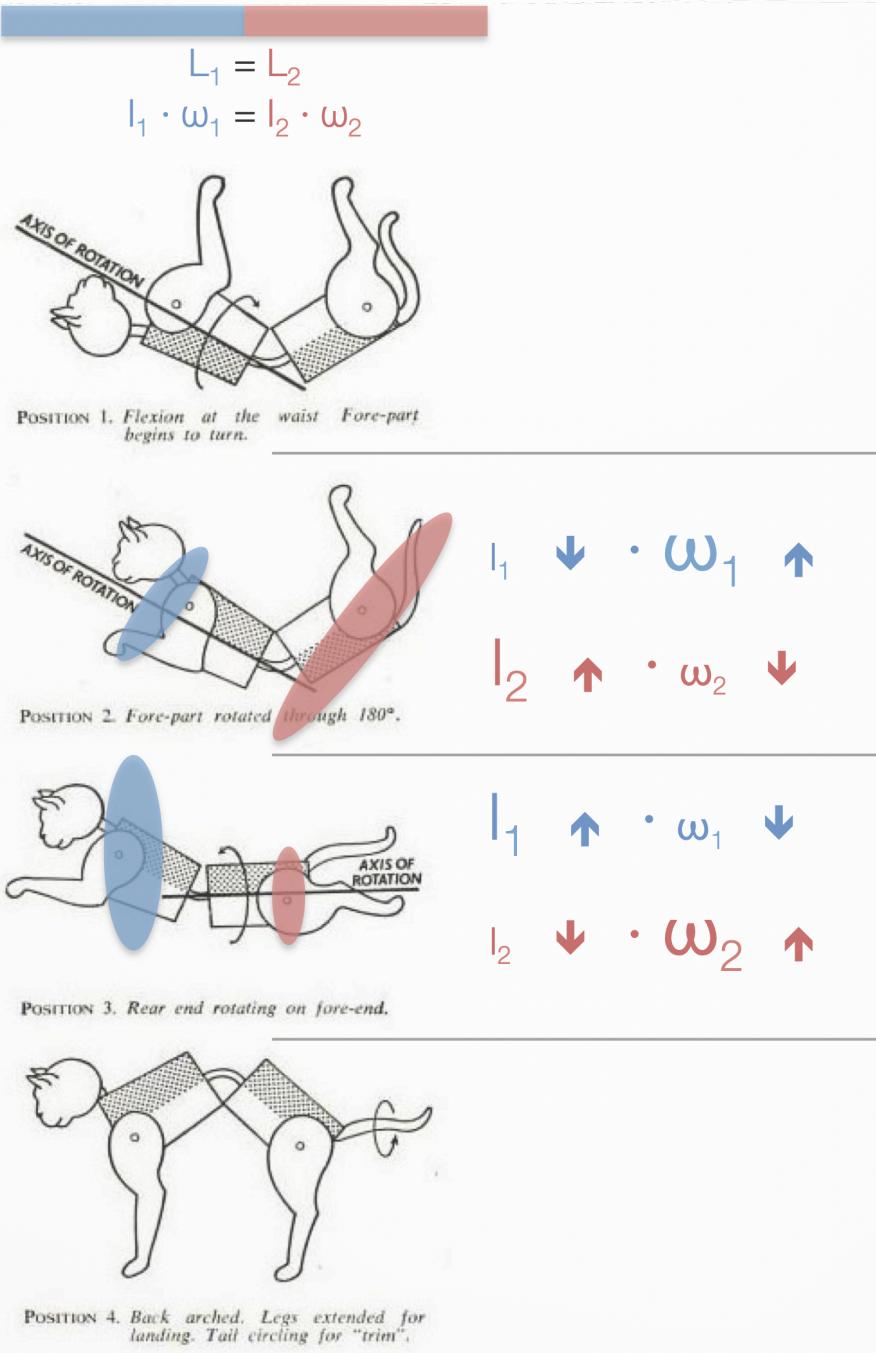
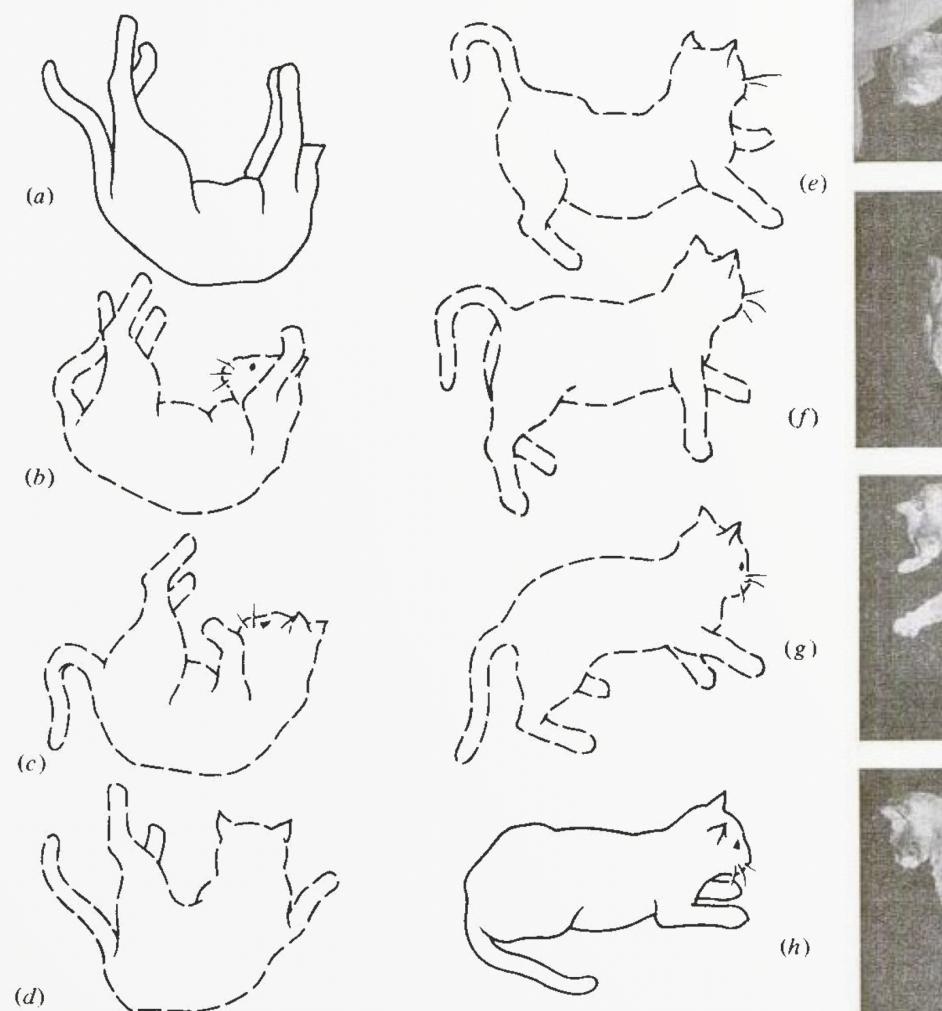
- GIROS 1 EJE, PROVOCADOS POR 1 IMPULSO ANGULAR EN LA BATIDA (MORTAL DE GIMNASIA)
- GIROS EN 2-3 EJES, PROVOCADOS POR 2-3 IMPULSOS ANGULARES EN LA BATIDA (MORTAL CON PIRUETA EN GIMNASIA)
- ¿GIROS EN 2-3 EJES, PROVOCADOS POR 1-2 MOMENTOS ANGULARES EN LA BATIDA (MORTAL CON PIRUETA EN TRAMPOLÍN)?
- ¿¿¿GIROS SIN MOMENTO ANGULAR EN LA BATIDA??? WTF!!!!

#GENERAR GIROS

GIRO APARENTE

Moment Angular inicial = 0

$L = I \cdot \omega = 0$



EL CUERPO ARTICULADO PERMITE:

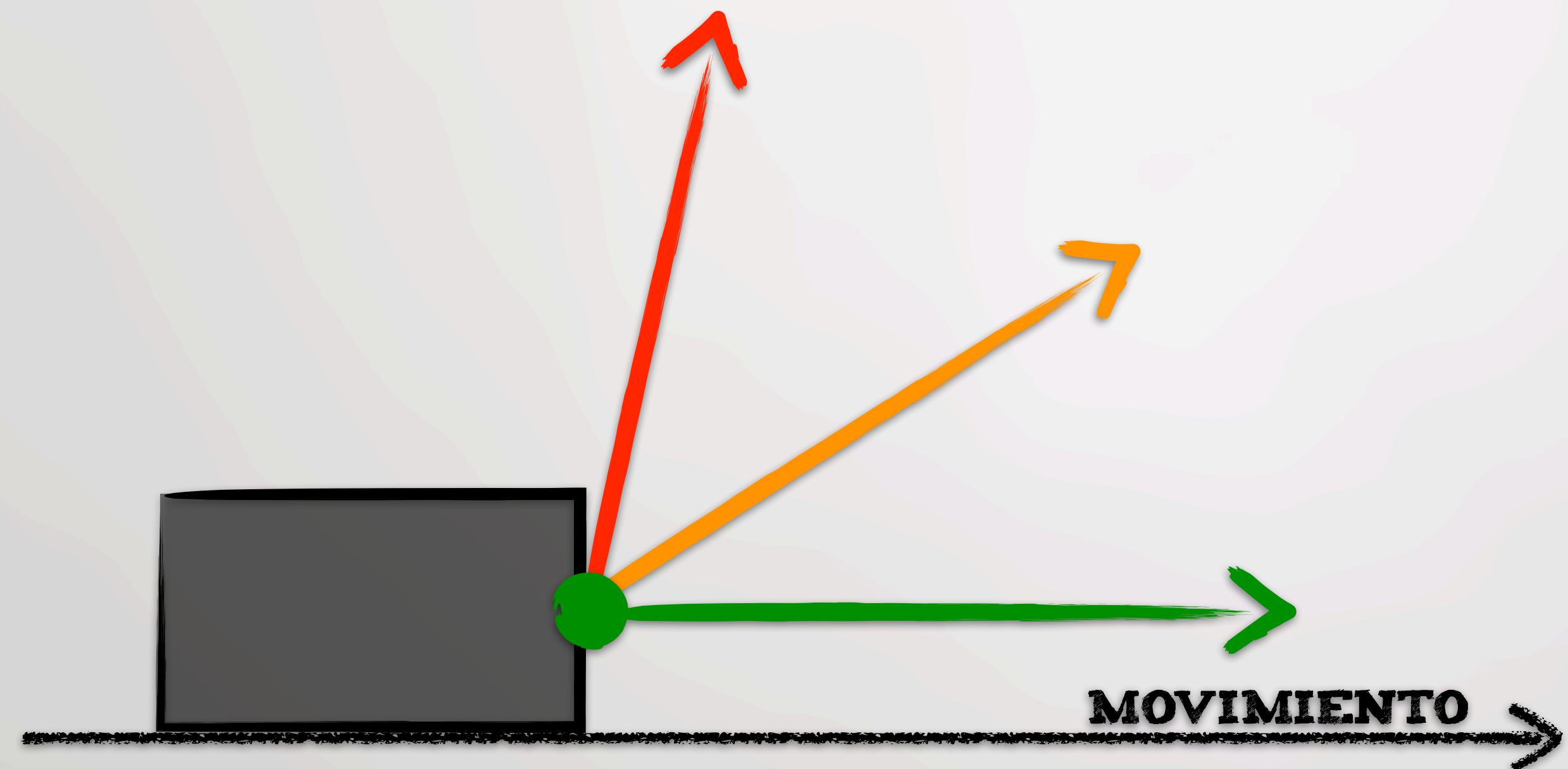
- **AGRUPARSE / ALEJARSE DE UN EJE DE GIRO CAMBIANDO LA INERCIA DE ROTACIÓN ($I = m \cdot r^2$).**
- **GENERAR NUEVOS EJES CAMBIANDO LA DISPOSICIÓN DE SEGMENTOS.**
- **GENERAR MOMENTOS ANGULARES CON INTERACCIÓN CON OTRO OBJETO (ACCIÓN-REACCIÓN).**

TODO SOBRE EL ANÁLISIS DE EJERCICIOS SIN APLICAR UNA SOLA FÓRMULA

VECTORES Y TORQUES

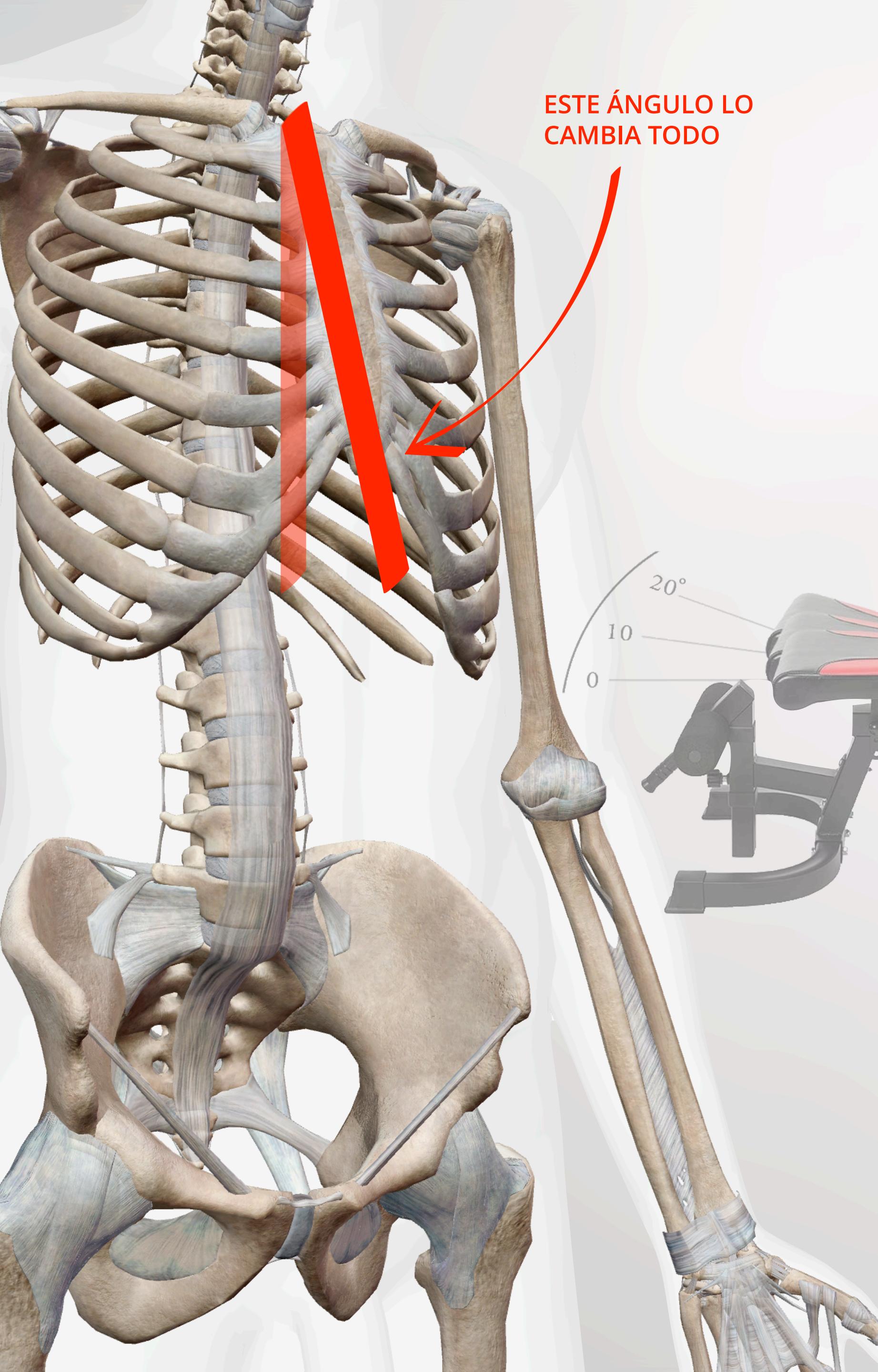
ALINEACIÓN

CUANTO MÁS ALINEADA ESTÁ UNA FUERZA CON EL PLANO DE MOVIMIENTO, MÁS SE APROVECHA

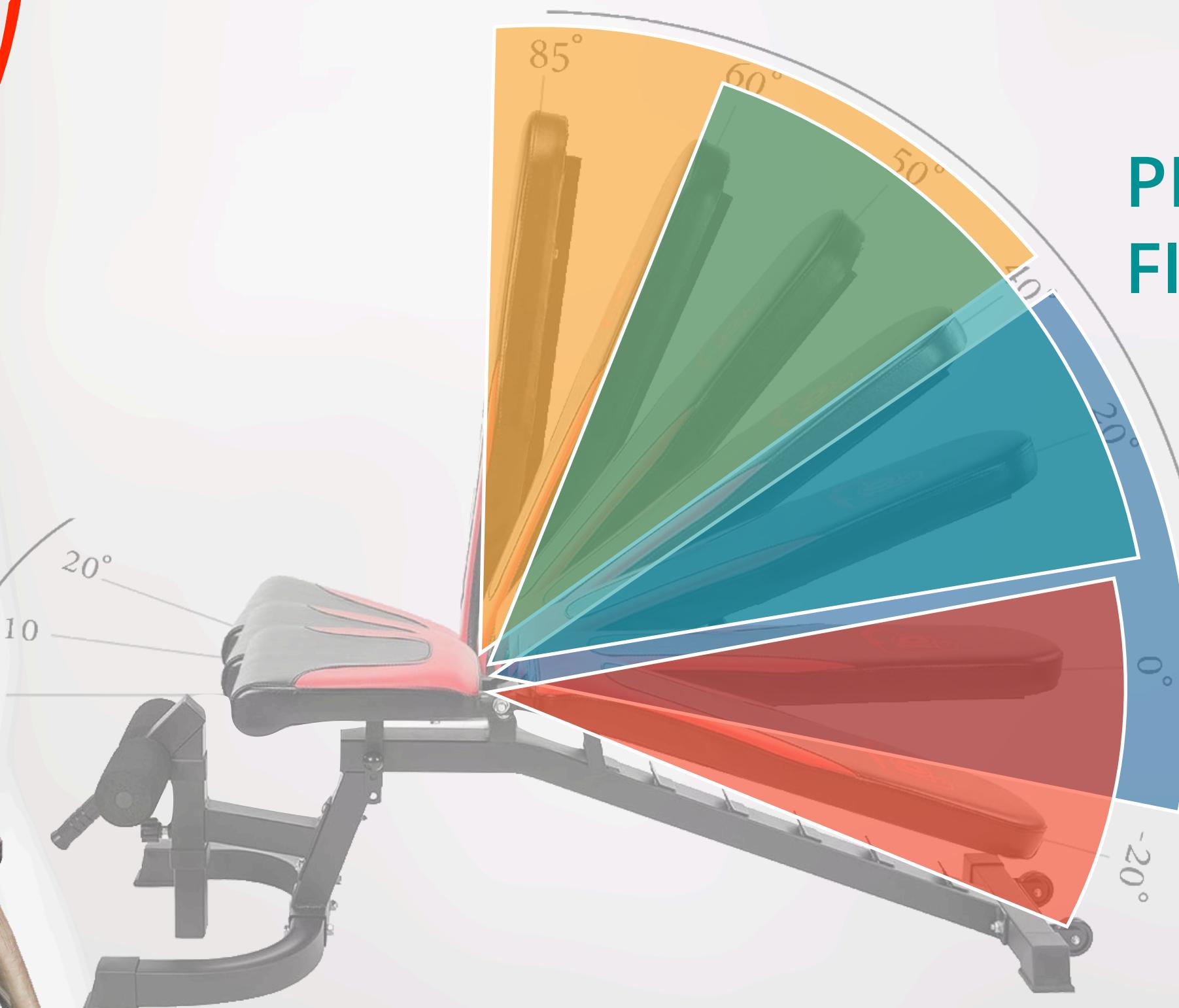


LOS MÚSCULOS (O PORCIONES) QUE ESTÁN MÁS ALINEADAS, PARTEN CON VENTAJA





DELTOIDES ANTERIOR



PECT. MAYOR
FIBRAS SUPERIORES (CLAVICULARES)

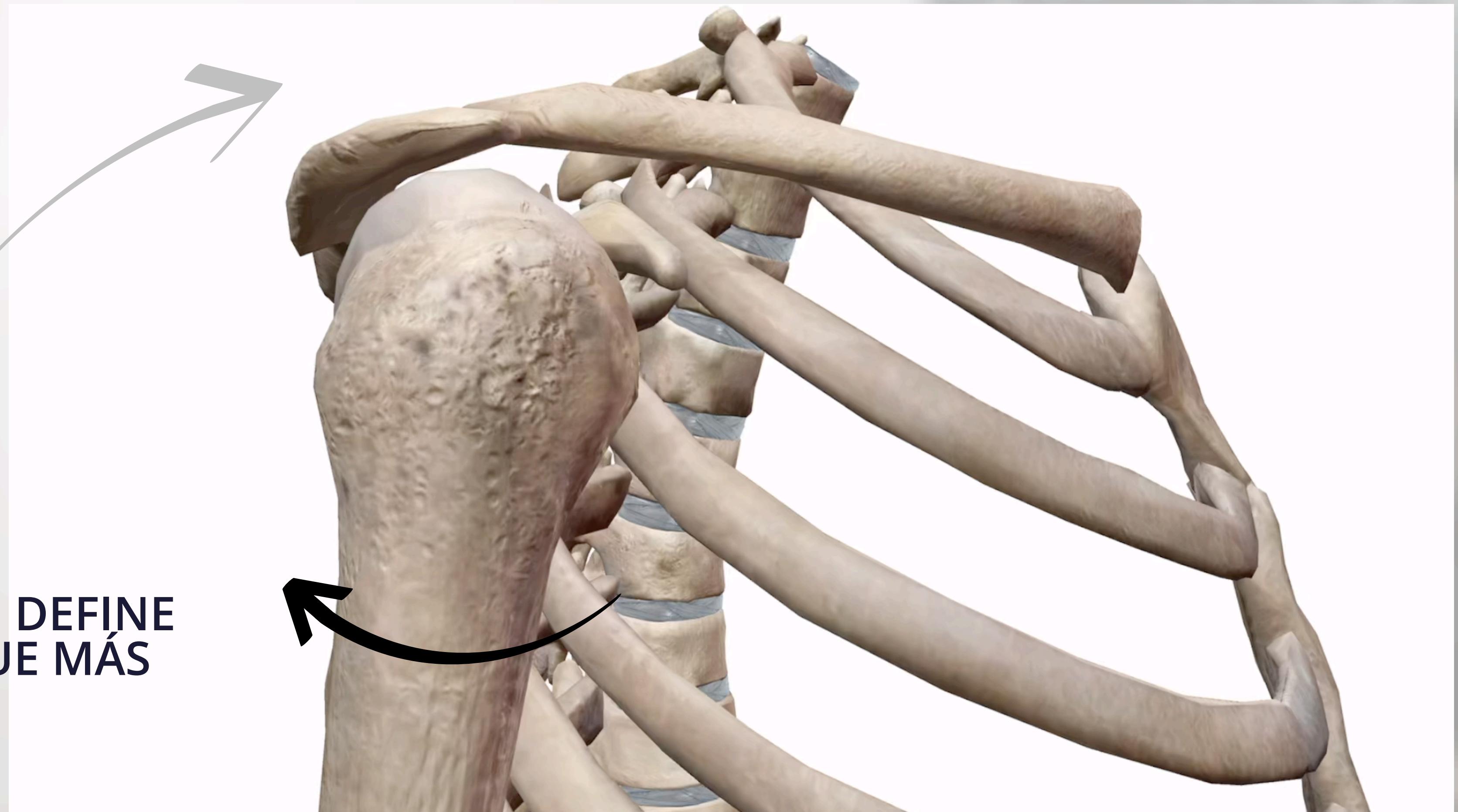
PECT. MAYOR
FIBRAS MEDIAS (ESTERNALES)

PECT. MAYOR
FIBRAS INFERIORES (ABDOMINALES)



LA ALINEACIÓN DEFINE
LA PORCIÓN QUE MÁS
TRABAJA,
PERO...

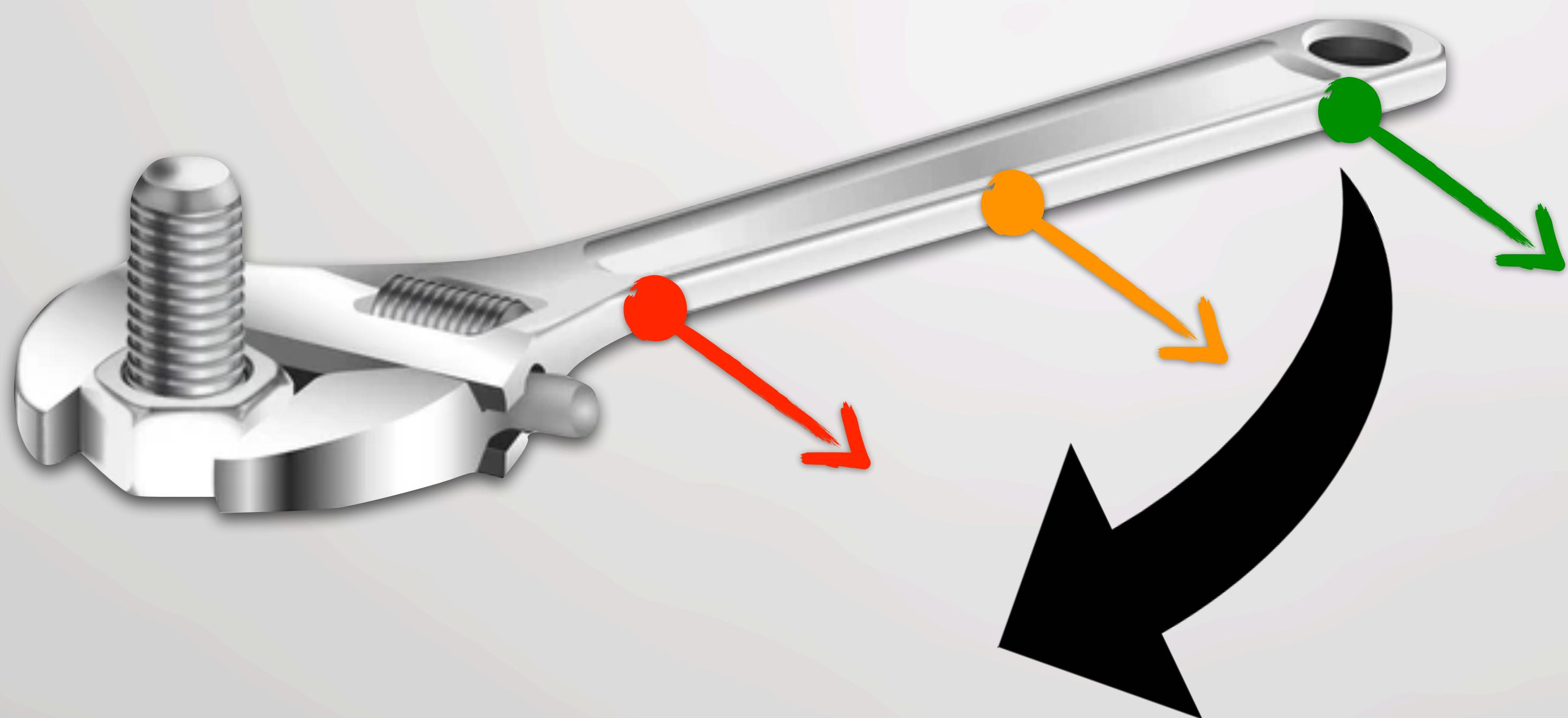
LA ALINEACIÓN PUEDE CAMBIAR
(POR EJEMPLO, ROTANDO)



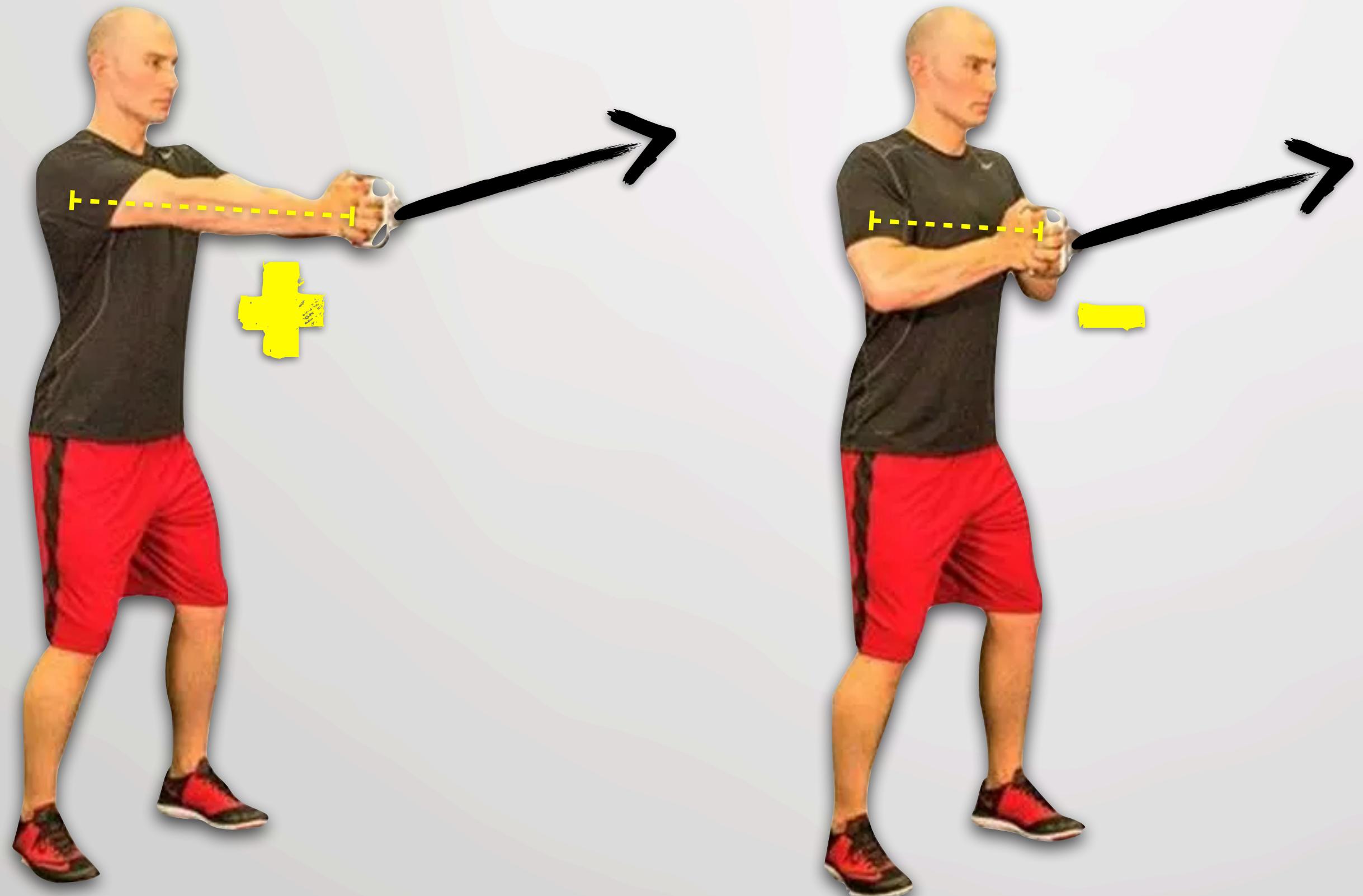
VECTORES Y TORQUES

DISTANCIA

CUANTO MÁS LEJOS SE APLICA UNA FUERZA
(O RESISTENCIA) DEL EJE DE GIRO,
MÁS EFECTO (MOMENTO O TORQUE) GENERA

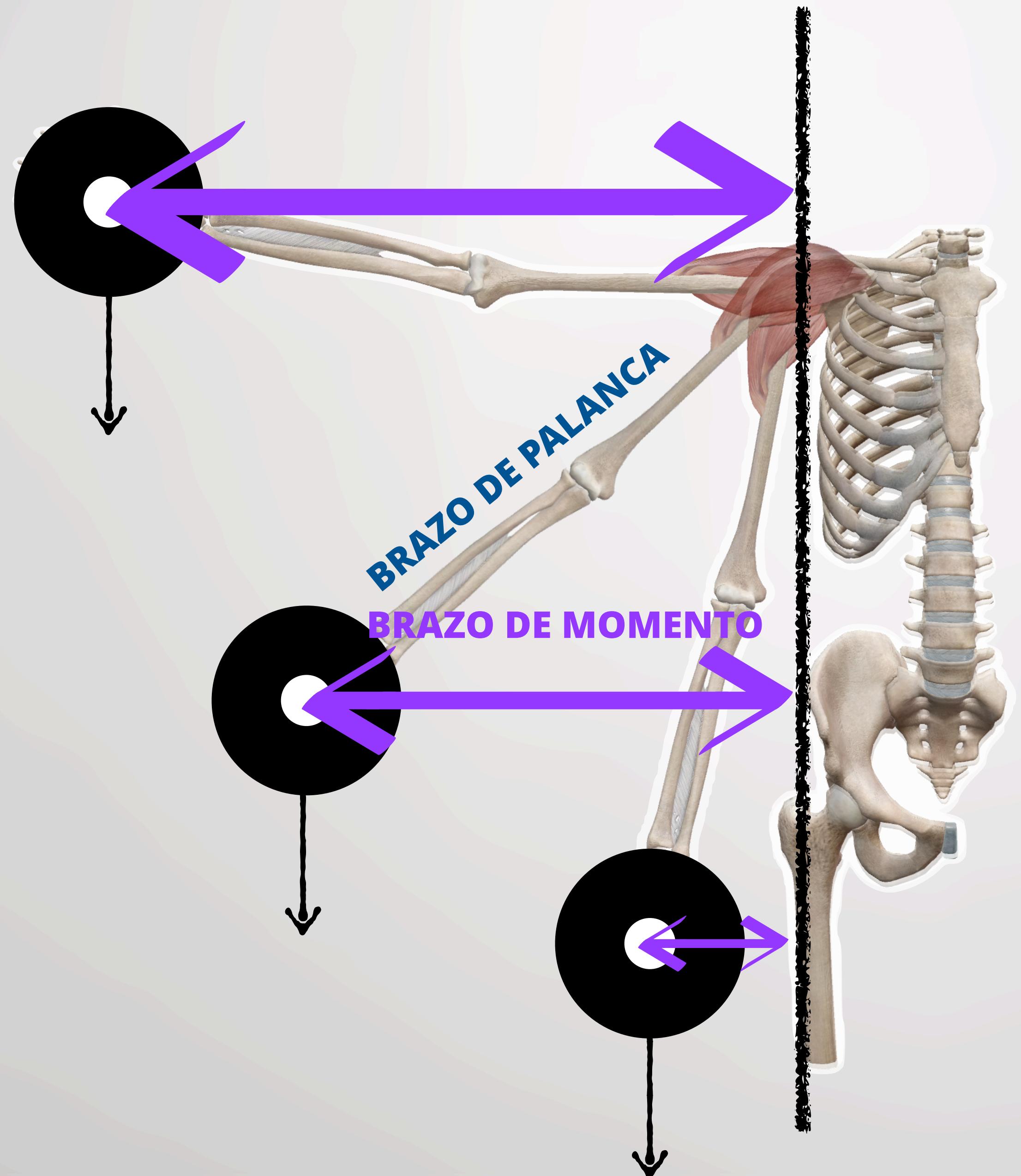


SI LA RESISTENCIA SE APLICA MÁS LEJOS DEL CUERPO, MÁS ROTACIÓN GENERA, Y MÁS “ANTI-ROTACIÓN” DEBEMOS APLICAR



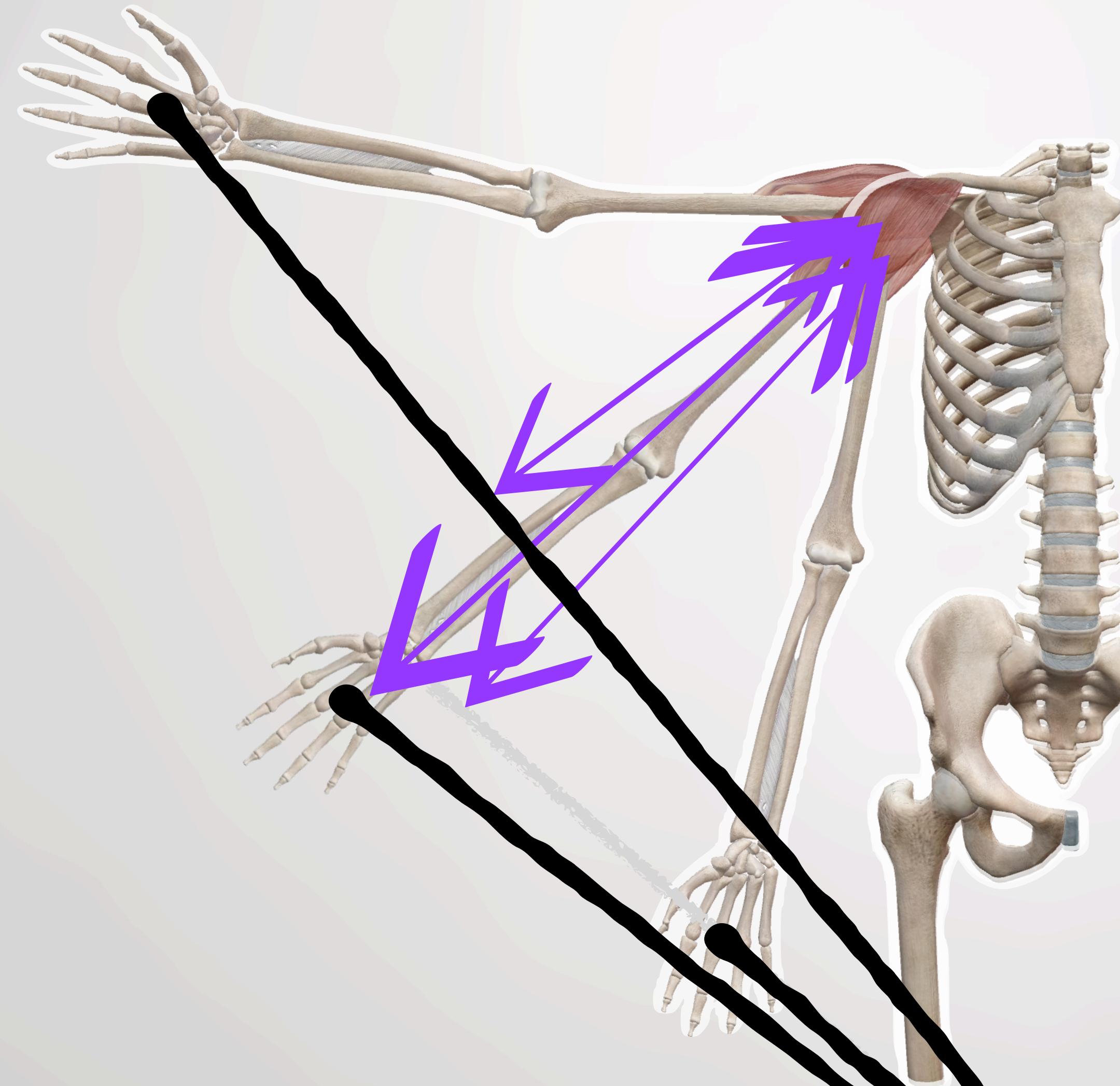
Torque = Fuerza x Distancia

BRAZO DE MOMENTO



**PERFIL
ASCENDENTE**





EN ESTE CASO, LAS DISTANCIAS AL EJE DE GIRO PERPENDICULARES A LA RESISTENCIA,
SON DIFÍCILES DE VER

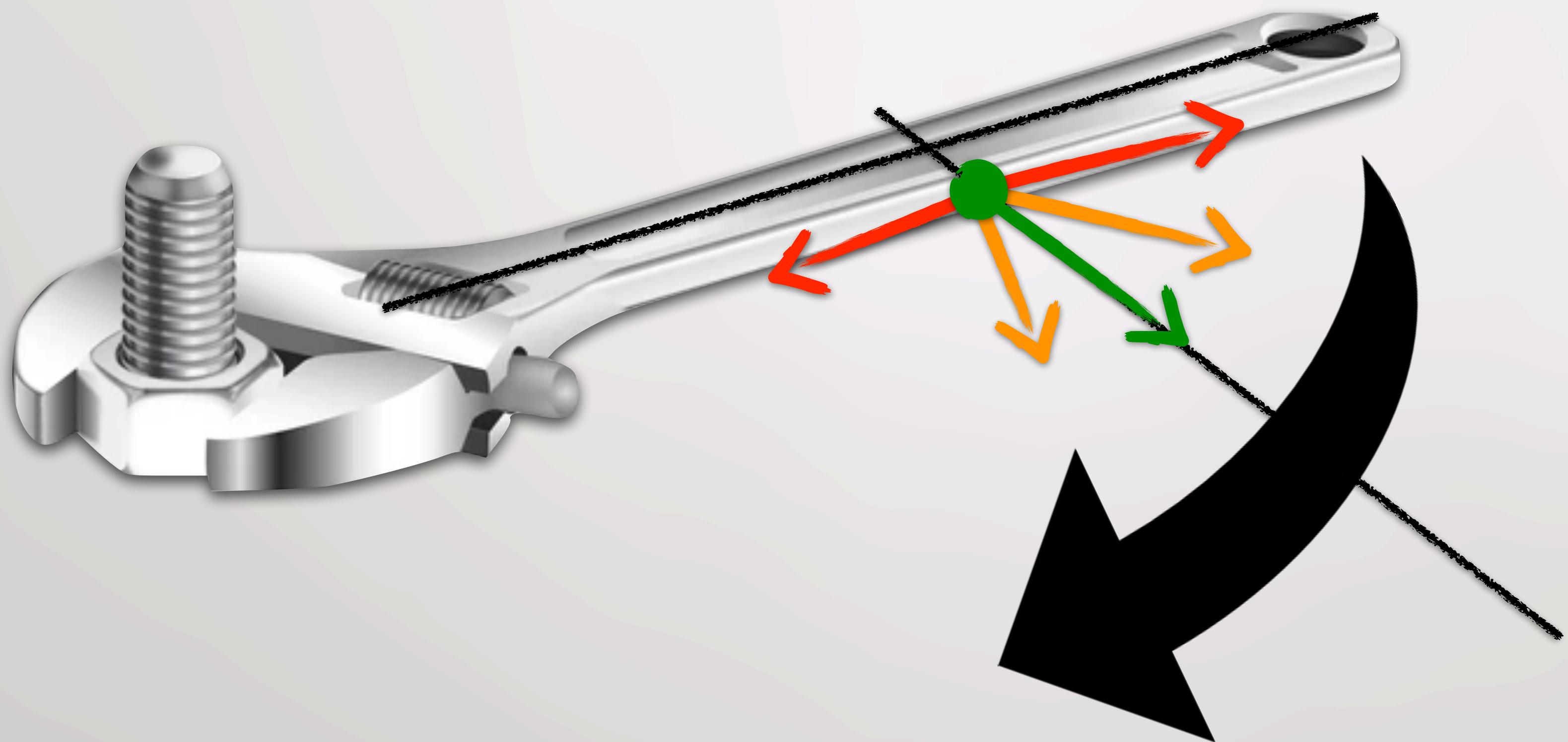


**PERFIL CAMPANA
(LIGERAMENTE DESCENDENTE)**

VECTORES Y TORQUES

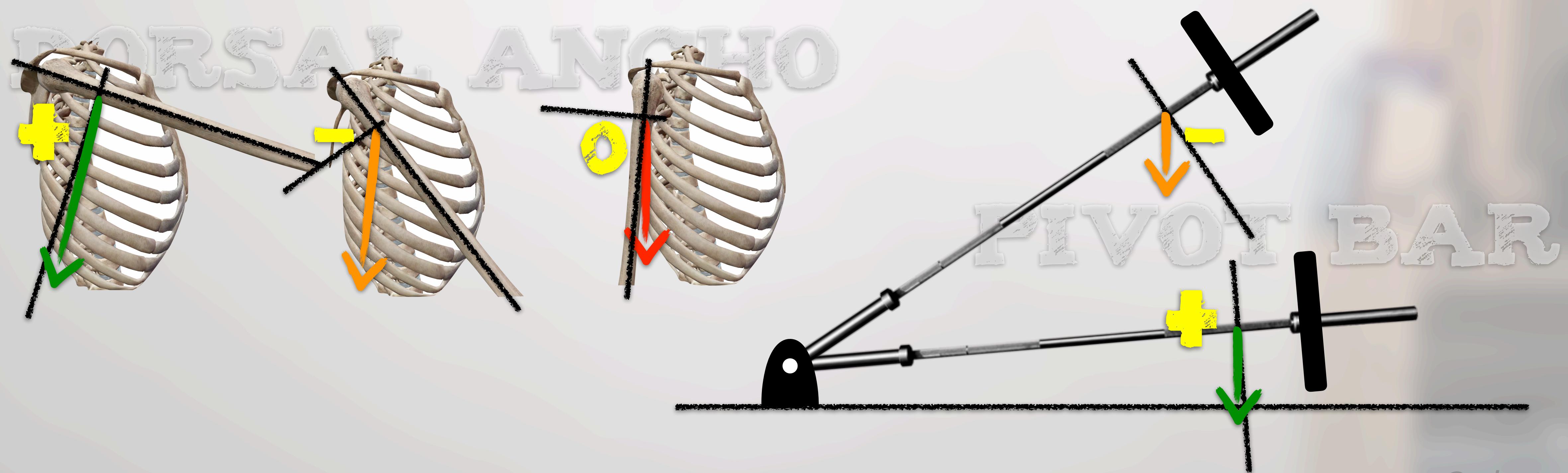
PERPENDICULARIDAD

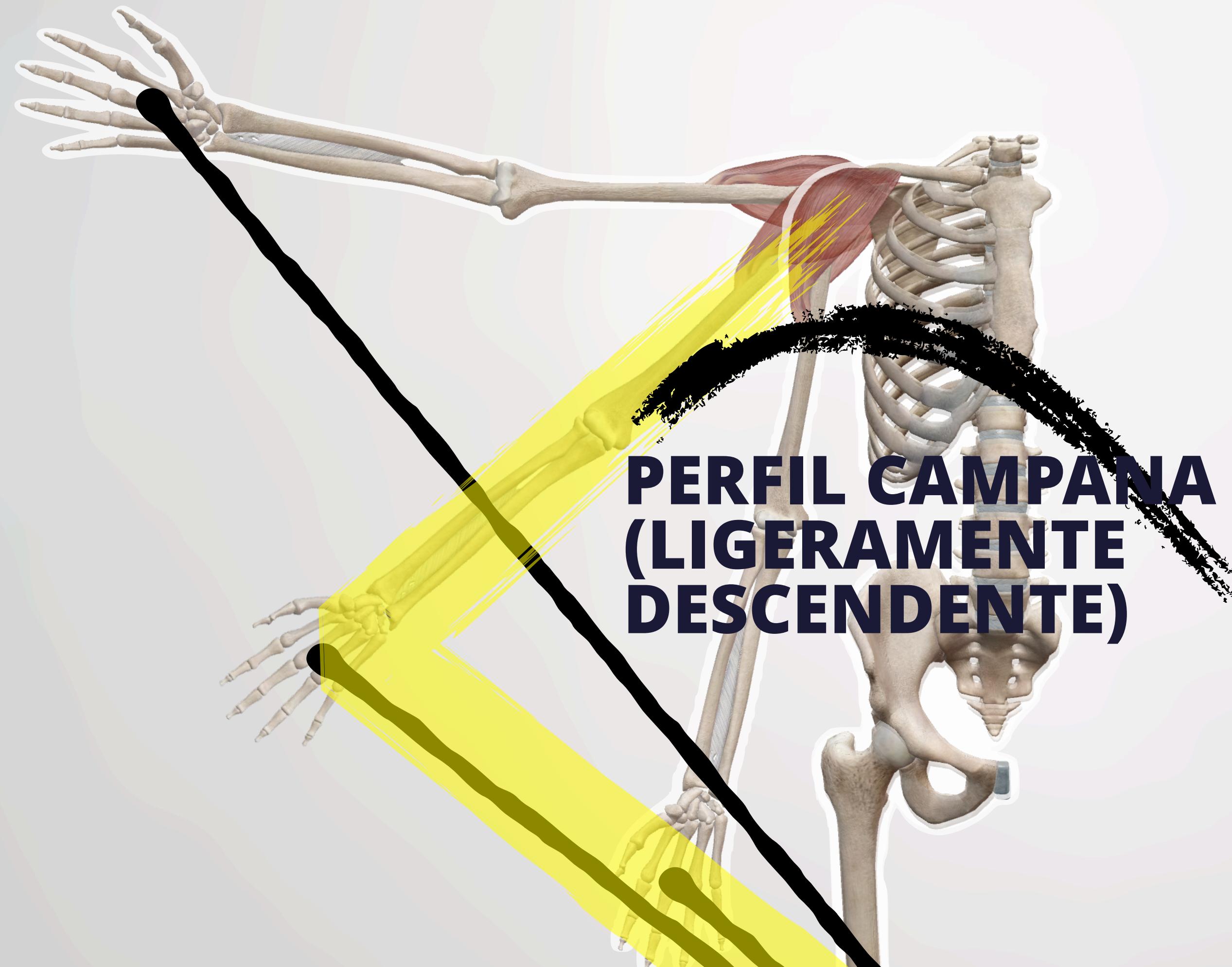
CUANTO MÁS PERPENDICULAR SE APLICA UNA FUERZA
(O RESISTENCIA) AL SEGMENTO QUE GIRA,
MÁS EFECTO (MOMENTO O TORQUE) GENERA



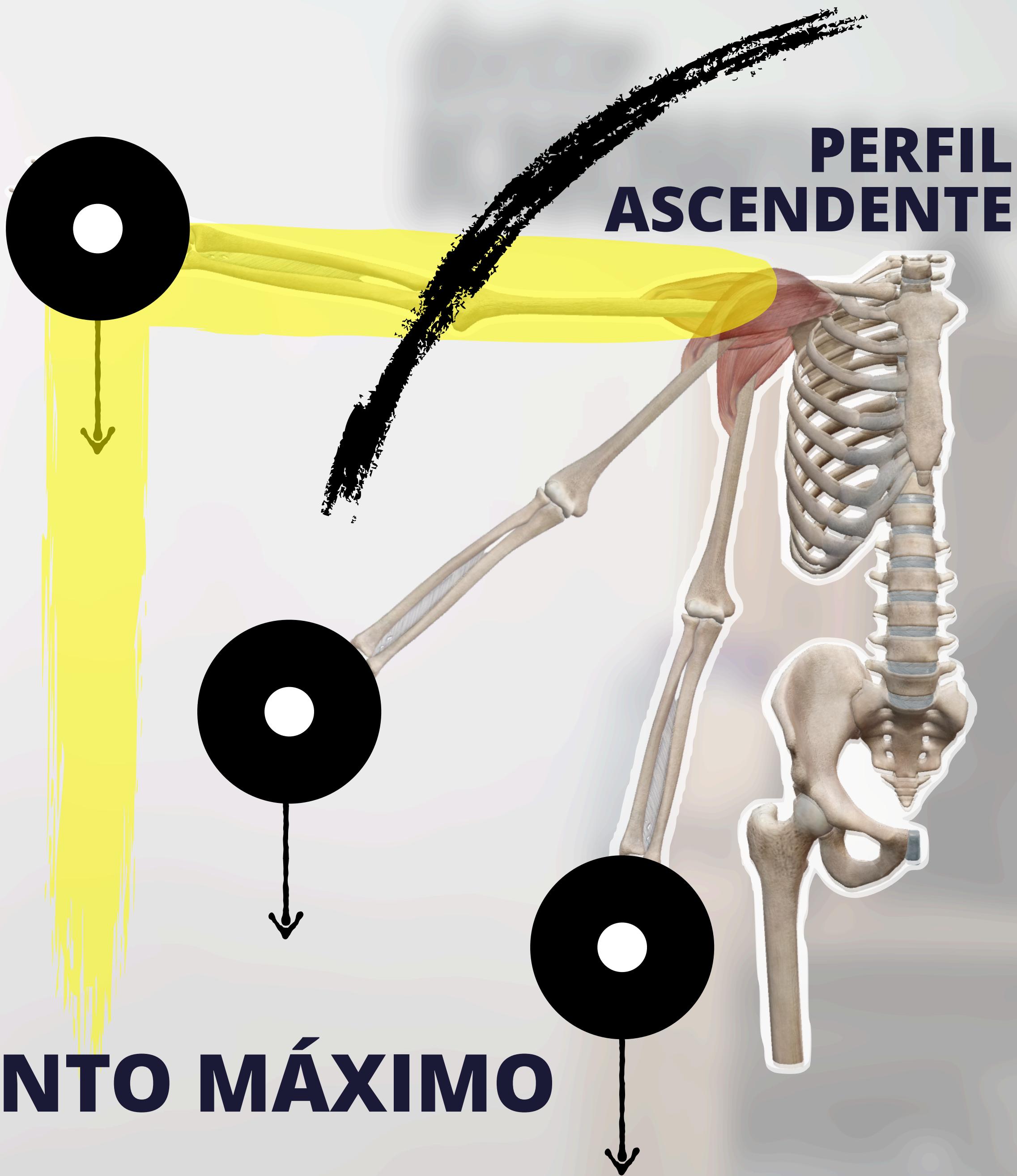
90° = BRAZO DE MOMENTO MÁXIMO

CUANTO MÁS LEJOS DE 90° ESTÁ EL ÁNGULO DE ATAQUE, PEOR TORQUE HAY

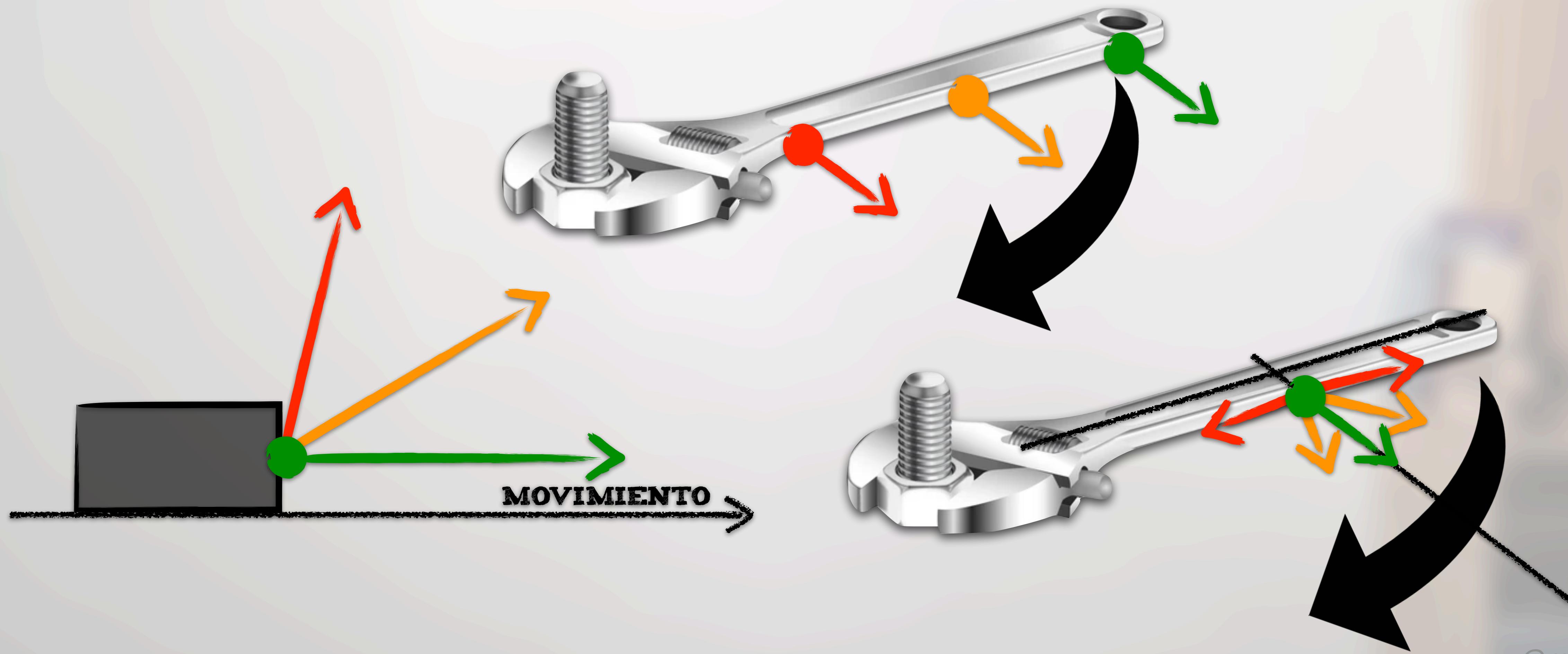




90° = BRAZO DE MOMENTO MÁXIMO

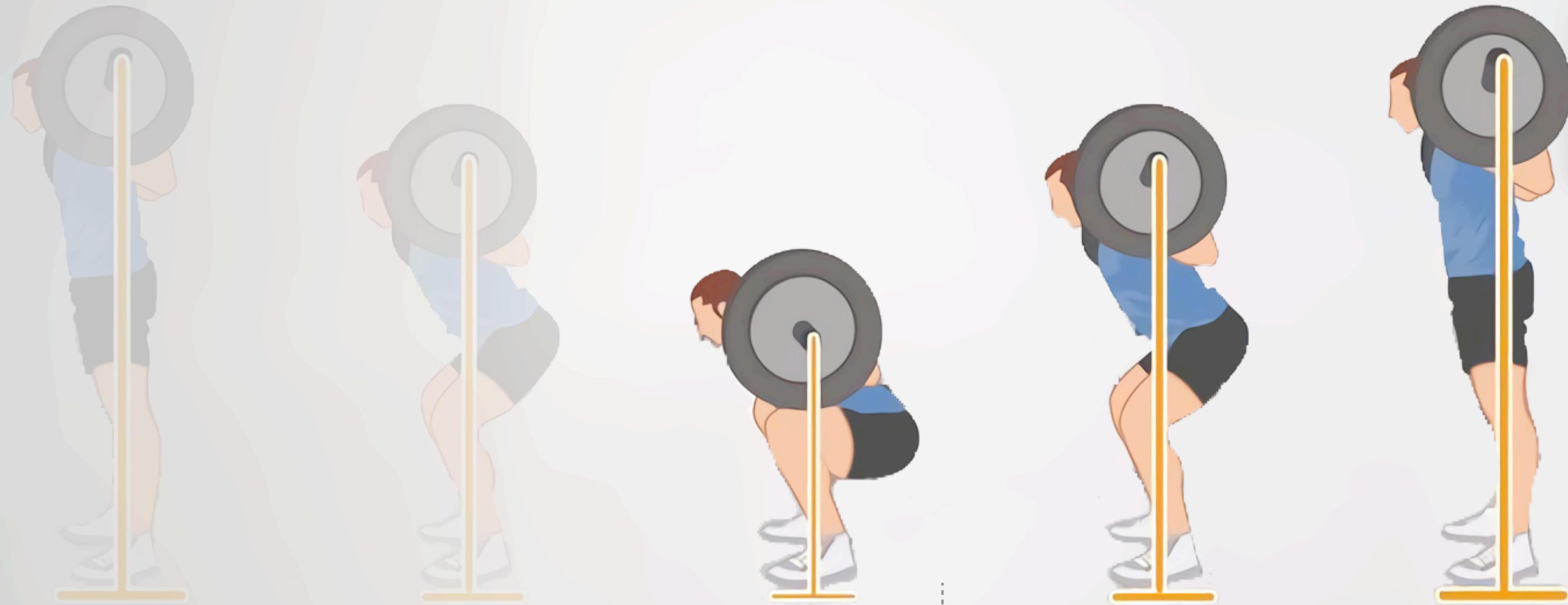


RESUMEN: ALINEACIÓN, DISTANCIA Y PERPENDICULARIDAD



ANÁLISIS DE LOS EJERCICIOS

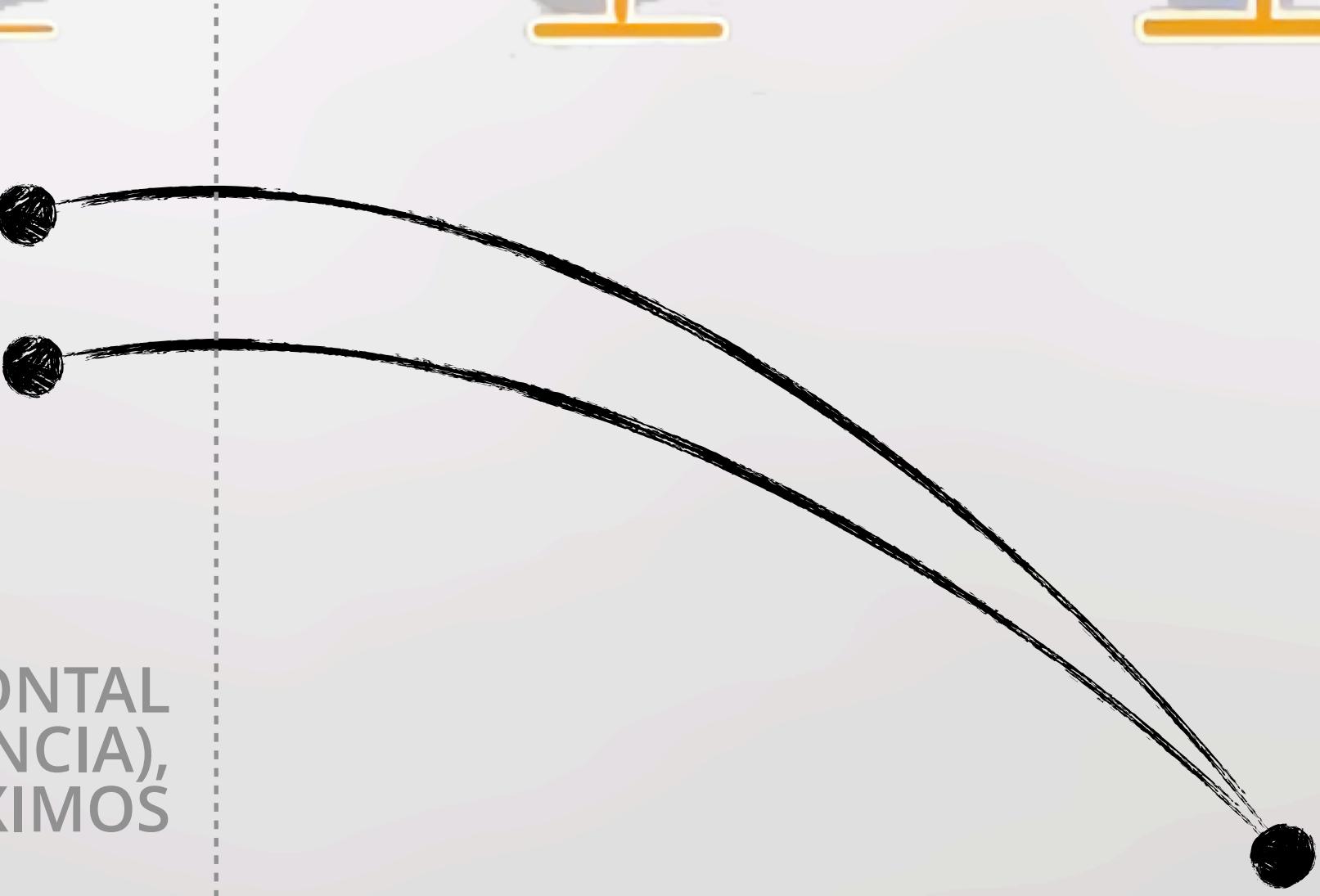
DOMINANCIAS



PERFIL DE RESISTENCIA
A LA **CADERA**

PERFIL DE RESISTENCIA
A LA **RODILLA**

CUANDO EL MUSLO ESTÁ HORIZONTAL
(90° RESPECTO LA RESISTENCIA),
LOS BRAZOS DE MOMENTO SON MAXIMOS



LOW BAR
BACK SQUAT

HIGH BAR
BACK SQUAT

FRONT SQUAT

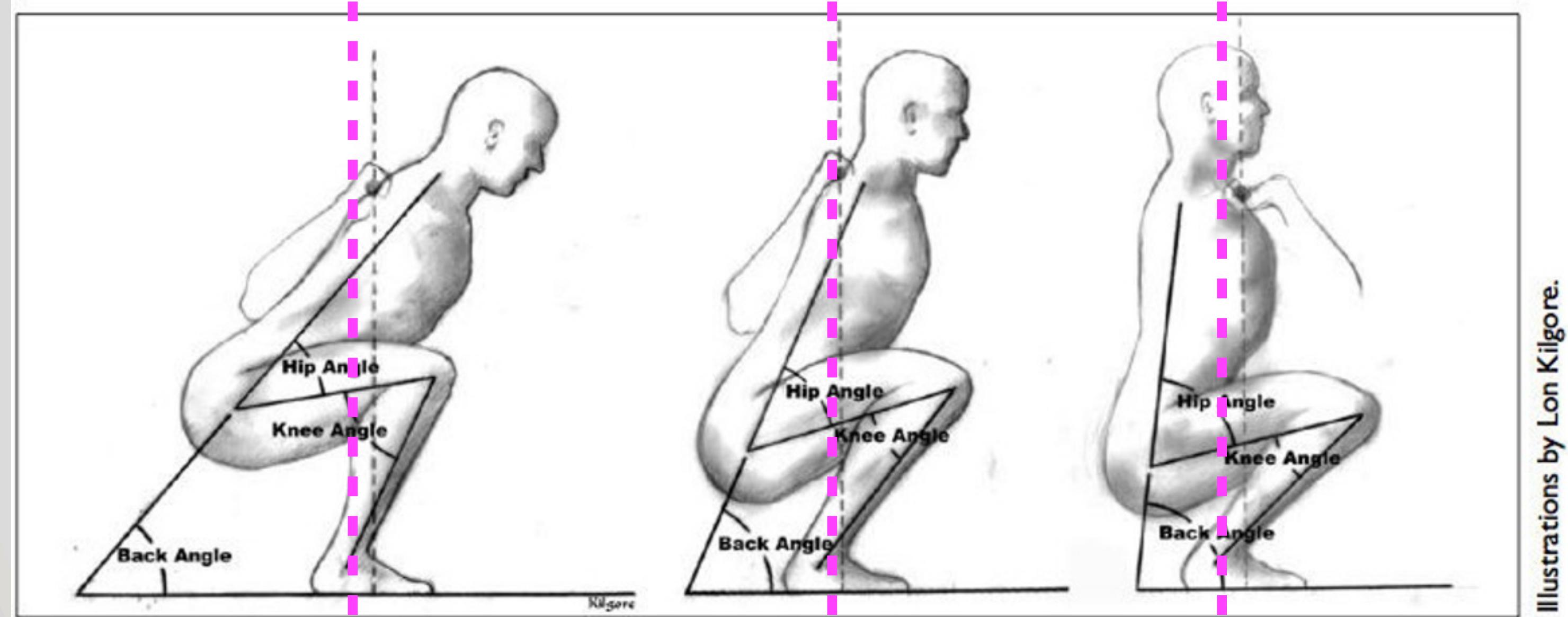


Figure 2. Note the difference in body angles in low-bar, high-bar and front squats.

Illustrations by Lon Kilgore.

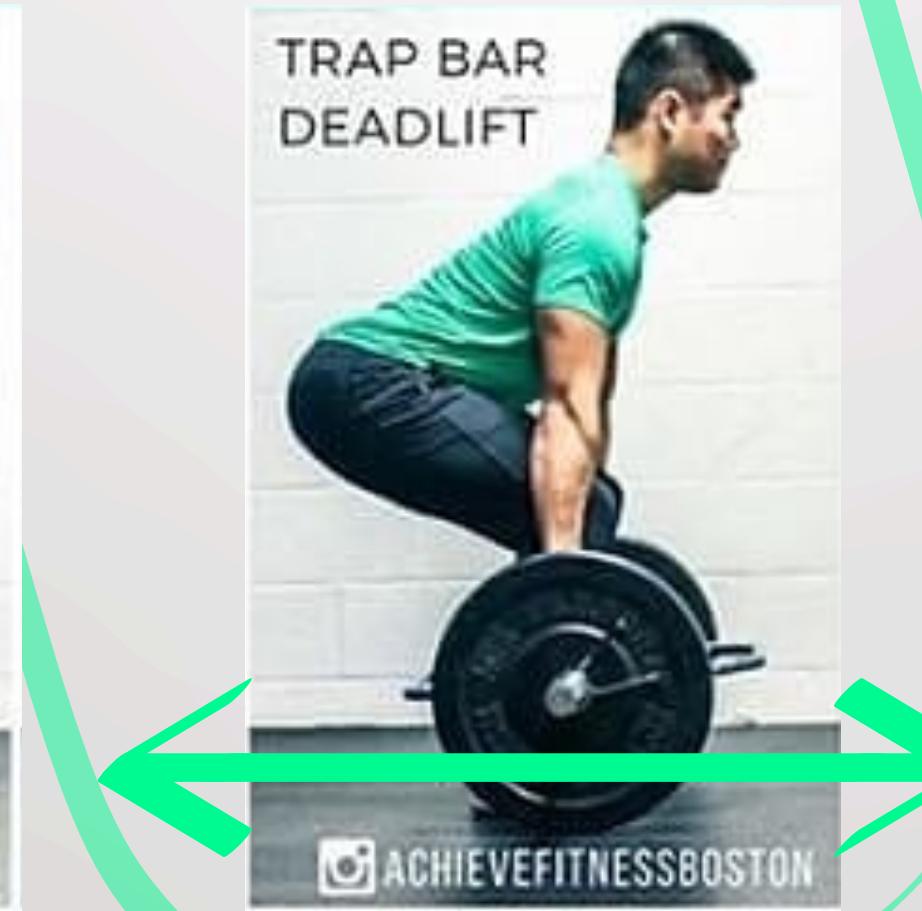
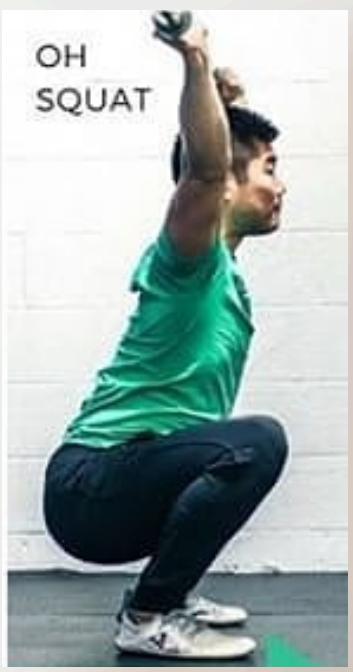
HIP DOMINANCE

KNEE DOMINANCE

HIP DOMINANCE



KNEE DOMINANCE



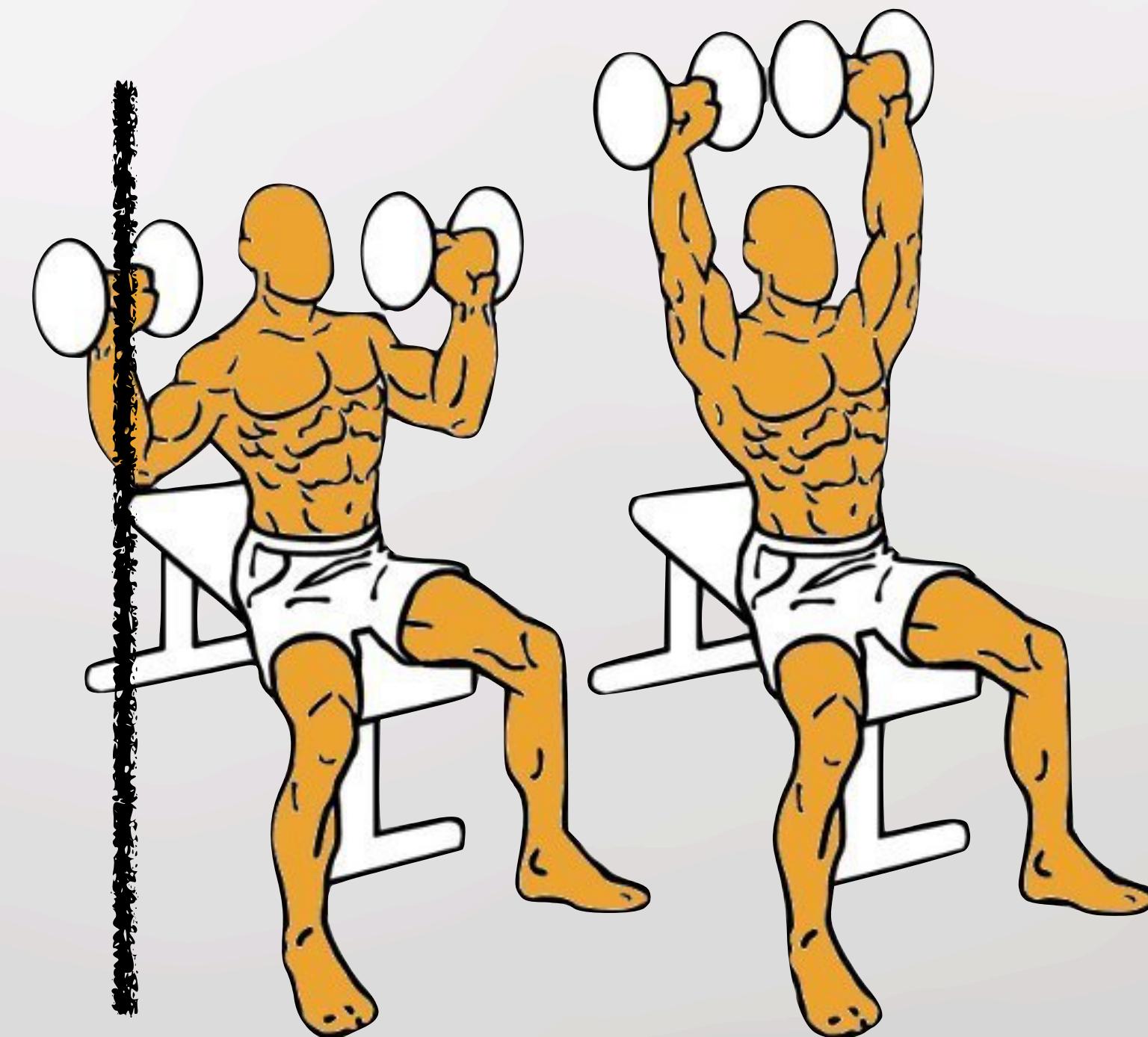
[@ACHIEVEFITNESSBOSTON](https://www.instagram.com/achievefitnessboston)

@robertusach

¿SHOULDER PRESS?

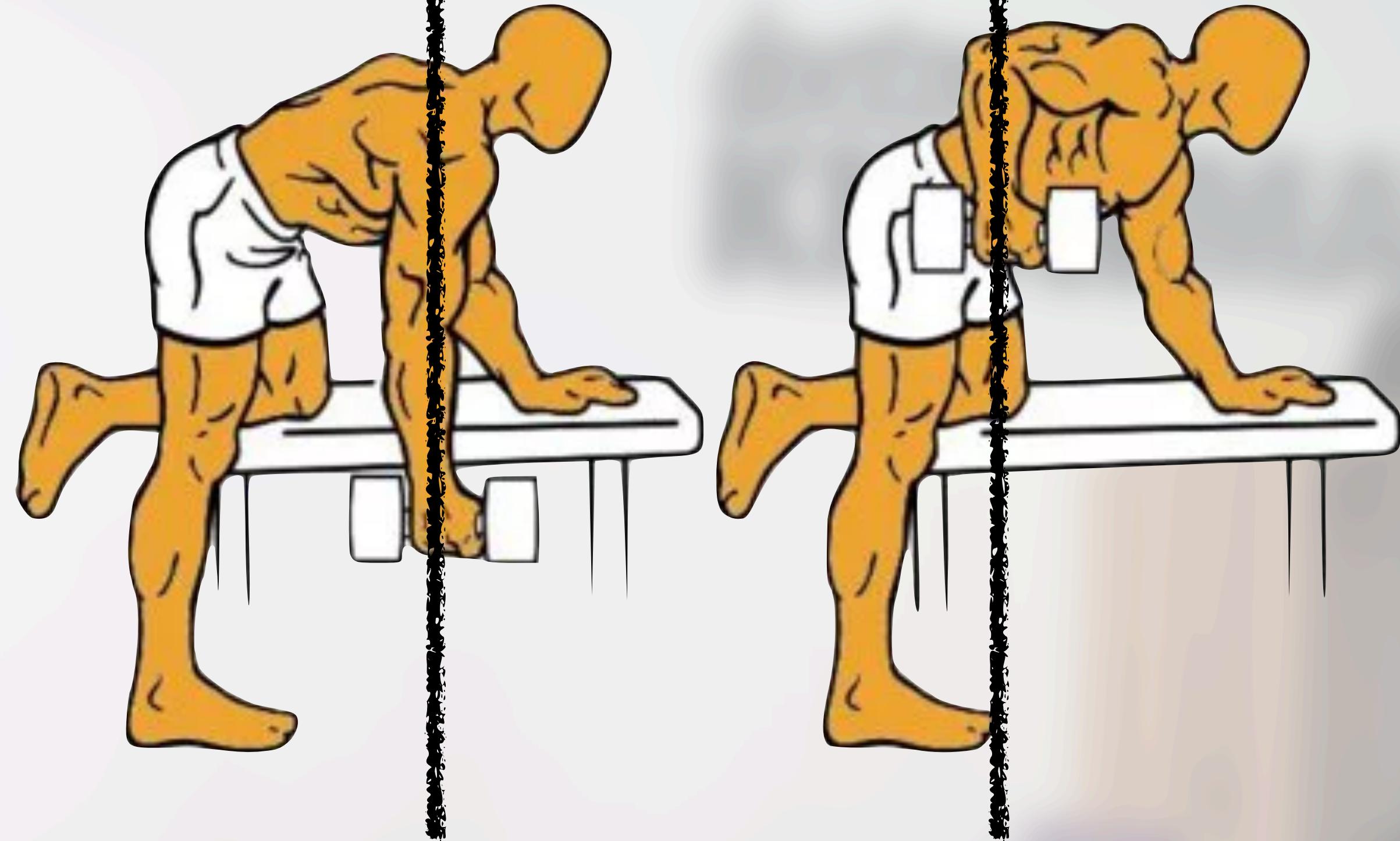
EN ESTE PUNTO DEL ROM,
Y CON ESTA EJECUCIÓN,
ESTO ES DOMINANTE DE CODA

VS





VS



PERFIL DE RESISTENCIA
AL CODO
PERFIL DE RESISTENCIA
AL HOMBRO

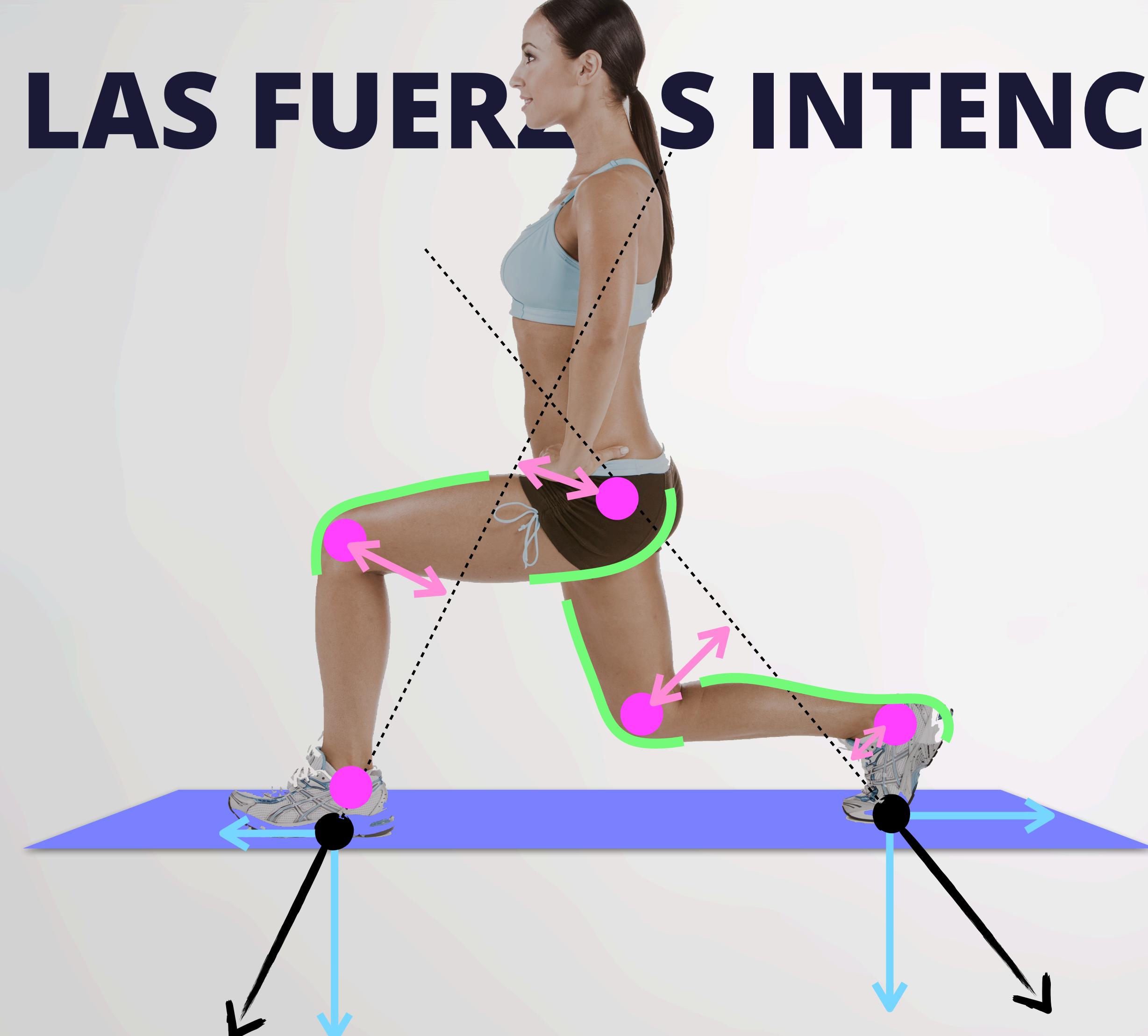
DOMINANTE DE CODO

PERFIL DE RESISTENCIA
AL HOMBRO

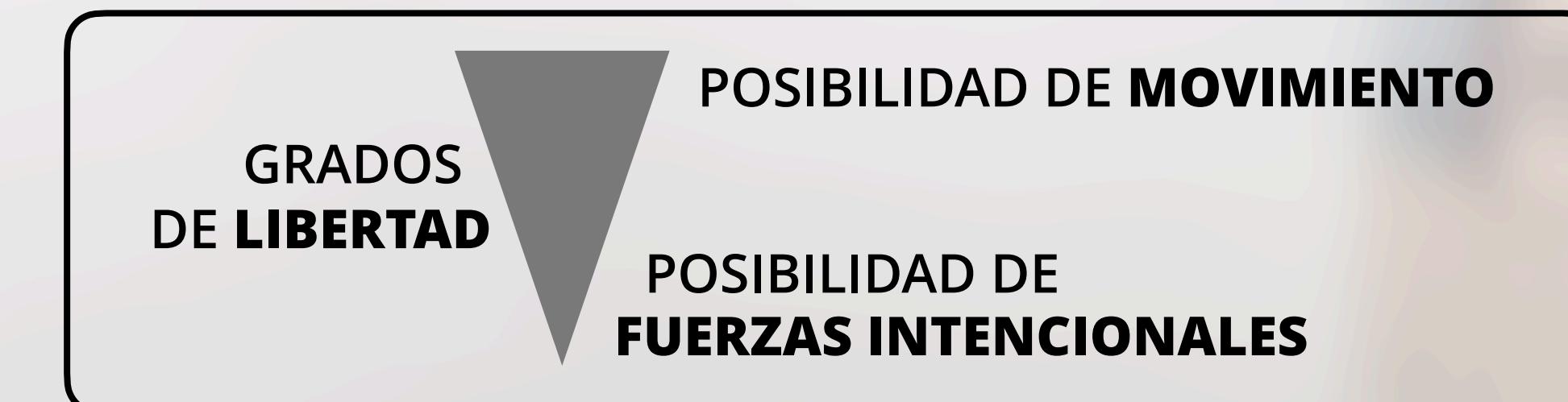
DOMINANTE DE HOMBRO

PERFIL DE RESISTENCIA
AL CODO

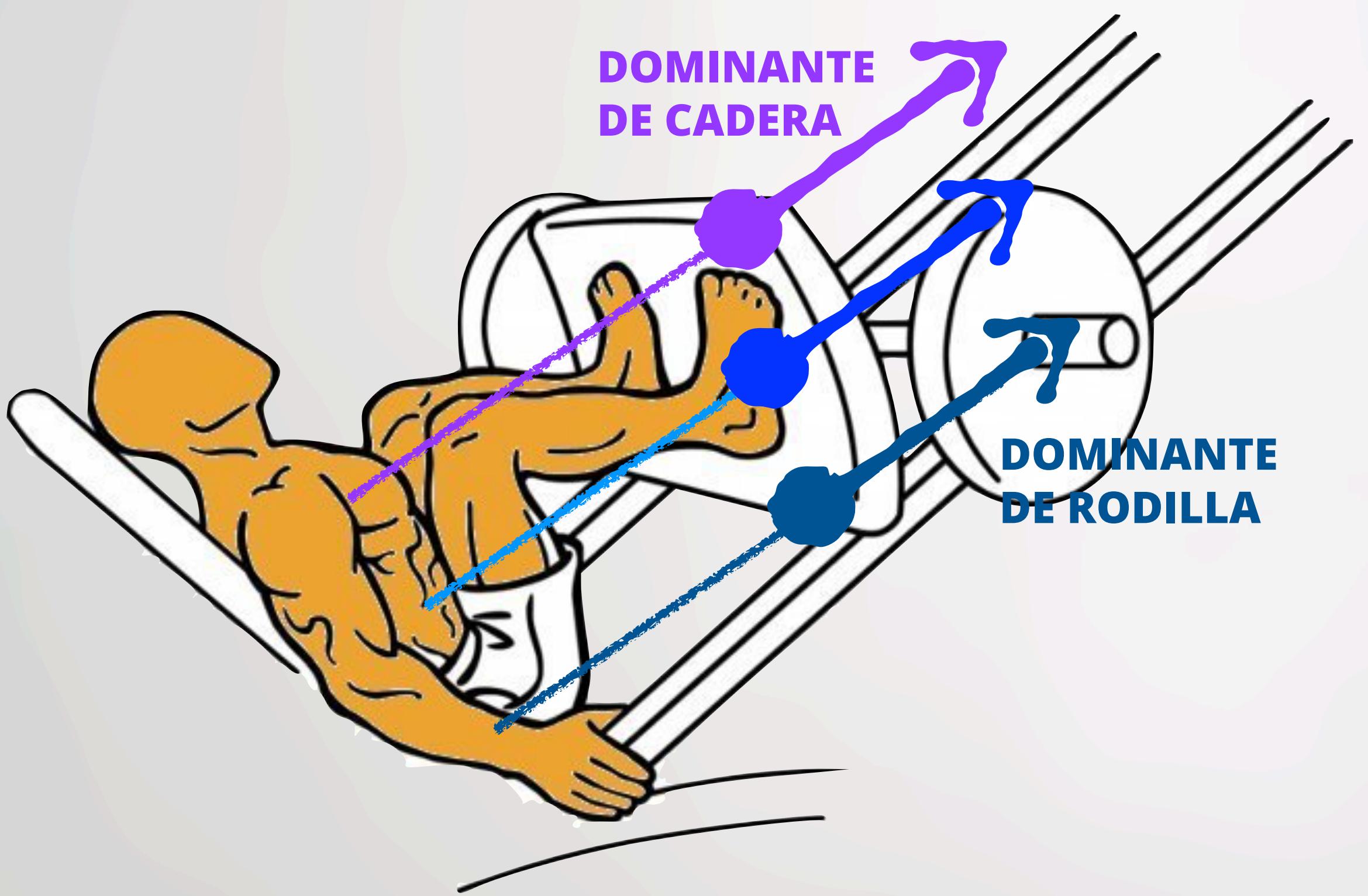
LAS FUERZAS INTENCIONALES



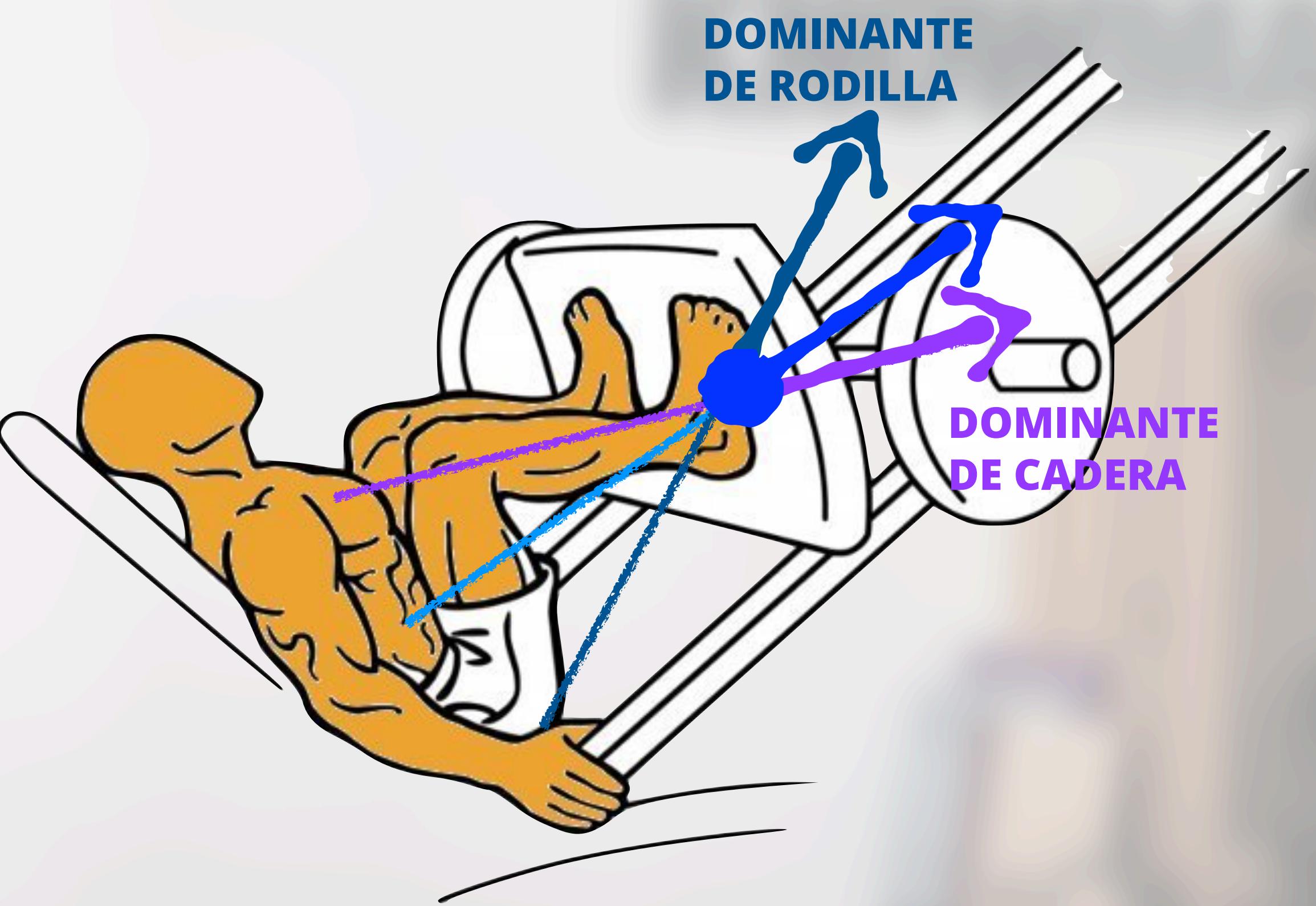
1. MEDIANTE **FUERZAS INTENCIONALES** SE PUEDEN MODIFICAR LOS MOMENTOS A LAS ARTICULACIONES Y POR TANTO LA **IMPLICACIÓN MUSCULAR**
2. **LAS FUERZAS INTENCIONALES SON «INVISIBLES»**
3. SOLO SE PUEDEN **APLICAR FUERZAS INTENCIONALES** SI EL **MOVIMIENTO ESTÁ RESTRINGIDO**



VARIANDO EL SET-UP



FUERZAS INTENCIONALES

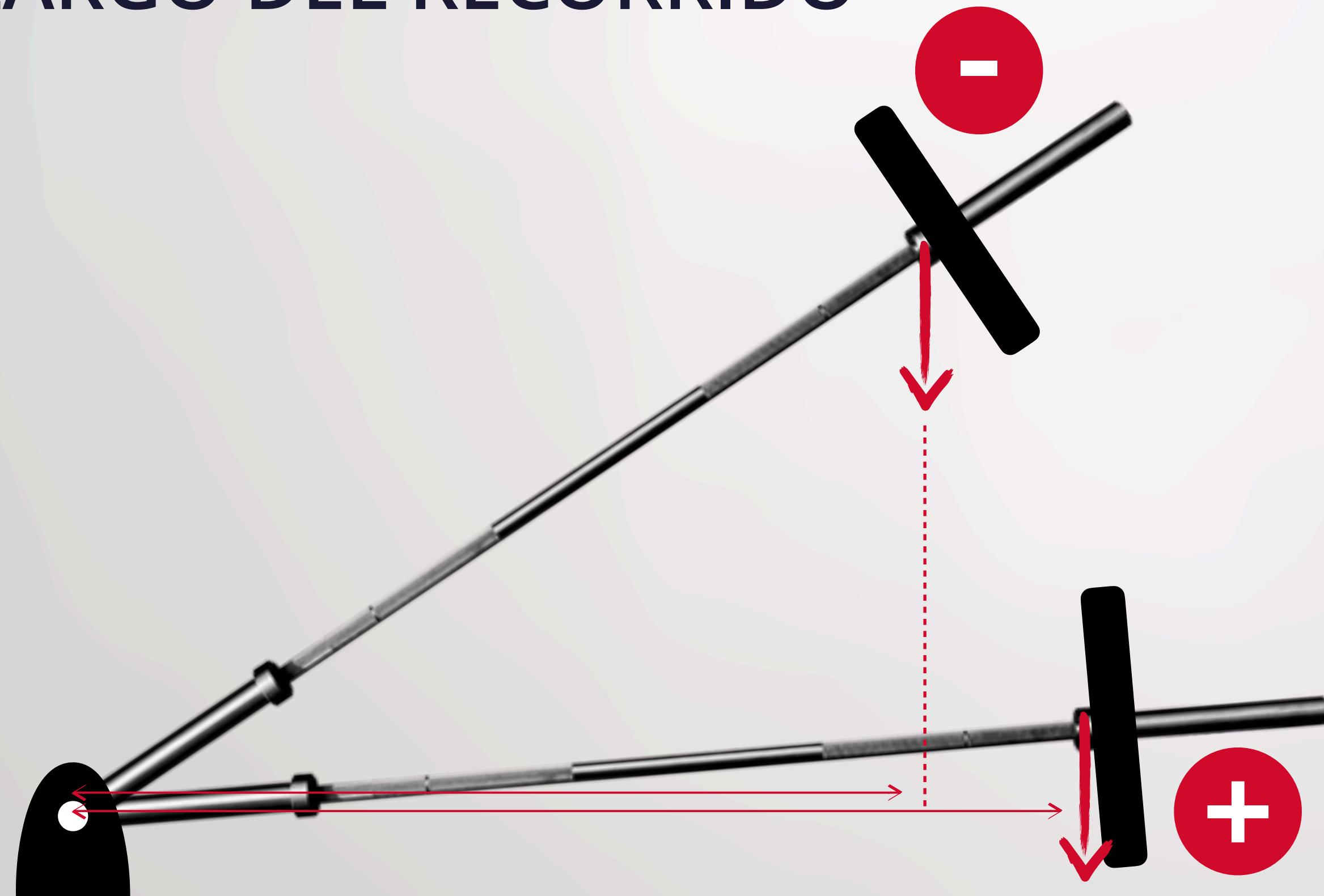


ANÁLISIS DE LOS EJERCICIOS

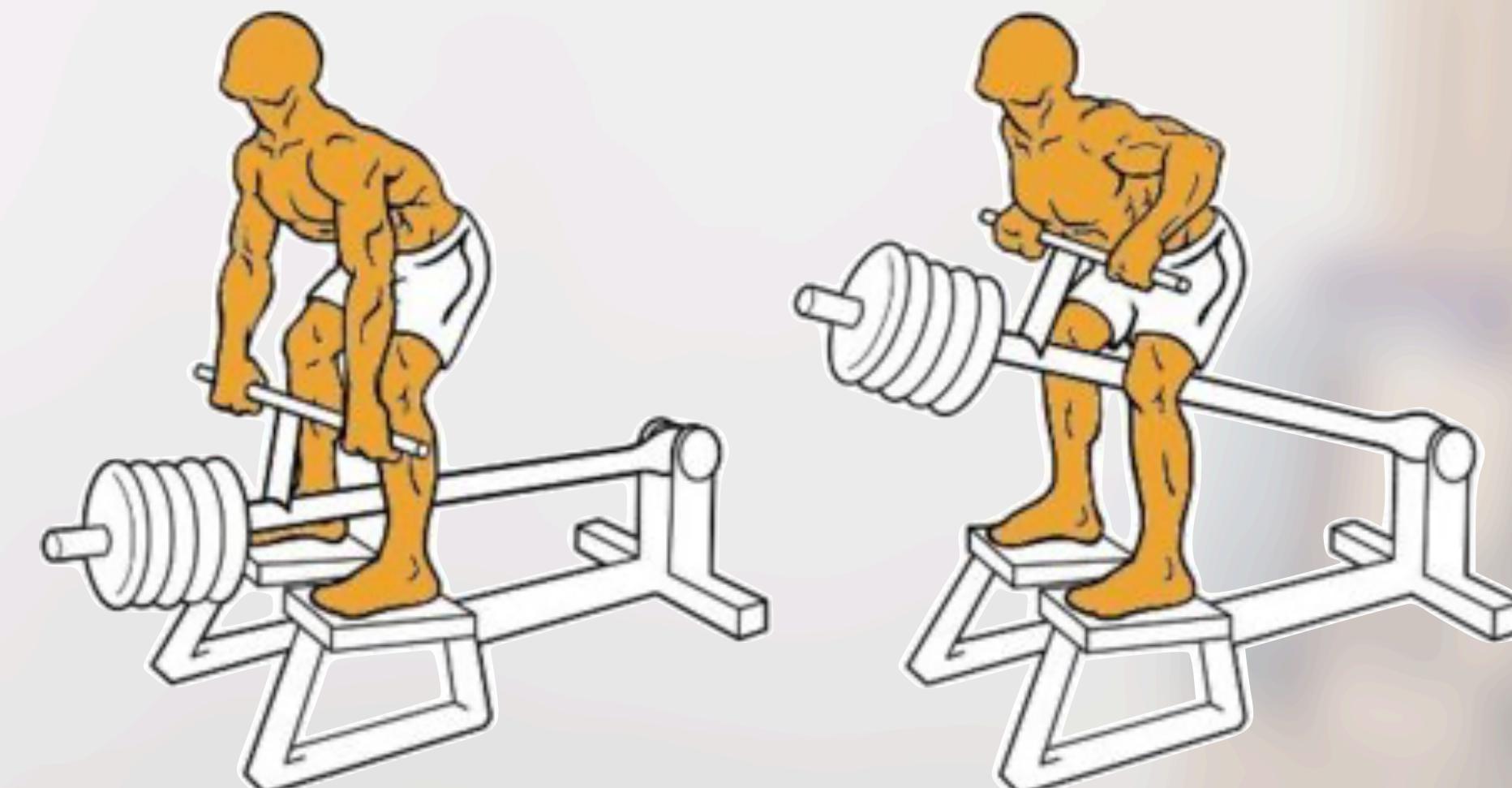
**BRAZOS DE MOMENTO
VARIABLES**

PIVOT BAR - LANDMINE

LA RESISTENCIA DISMINUYE A LO LARGO DEL RECORRIDO



NO SIEMPRE SIGNIFICA QUE SEAN
PERFILES DESCENDENTES.
EN UN REMO EN PUNTA, EL BRAZO
DE MOMENTO AL HOMBRO
AUMENTA, Y ESTA DISMINUCIÓN
AYUDA A COMPENSAR ESE AUMENTO



MÁQUINAS DE PALANCAS PLATE LOADED

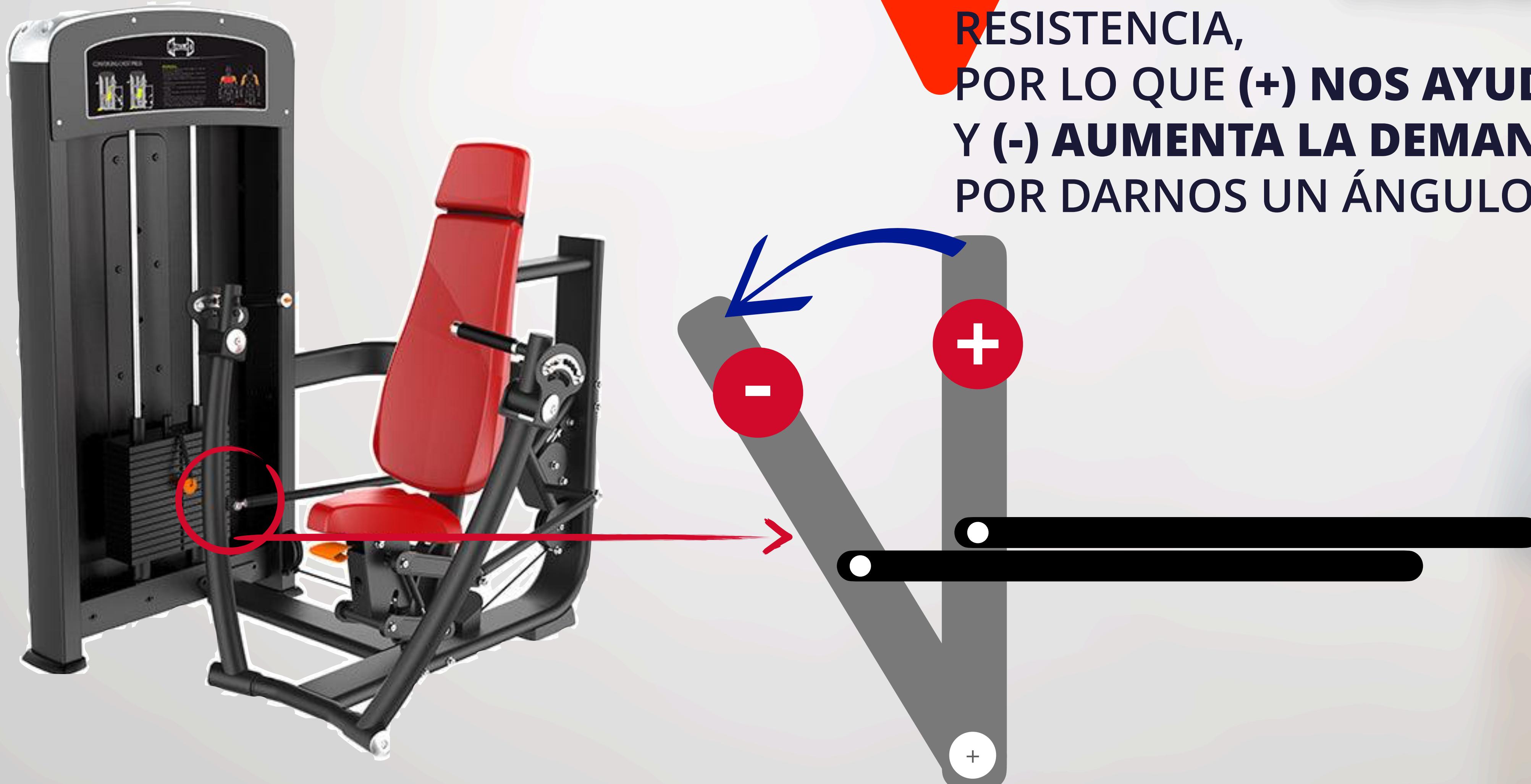
HAY QUE VER EL RECORRIDO DE LA
RESISTENCIA:

- SI AVANZA HACIA LA HORIZONTAL
 - **PERFIL ASCENDENTE**
- SI PASA POR LA HORIZONTAL A MEDIO CAMINO
 - **PERFIL CAMPANA**
- SI AVANZA DESDE LA HORIZONTAL
 - **PERFIL DESCENDENTE**



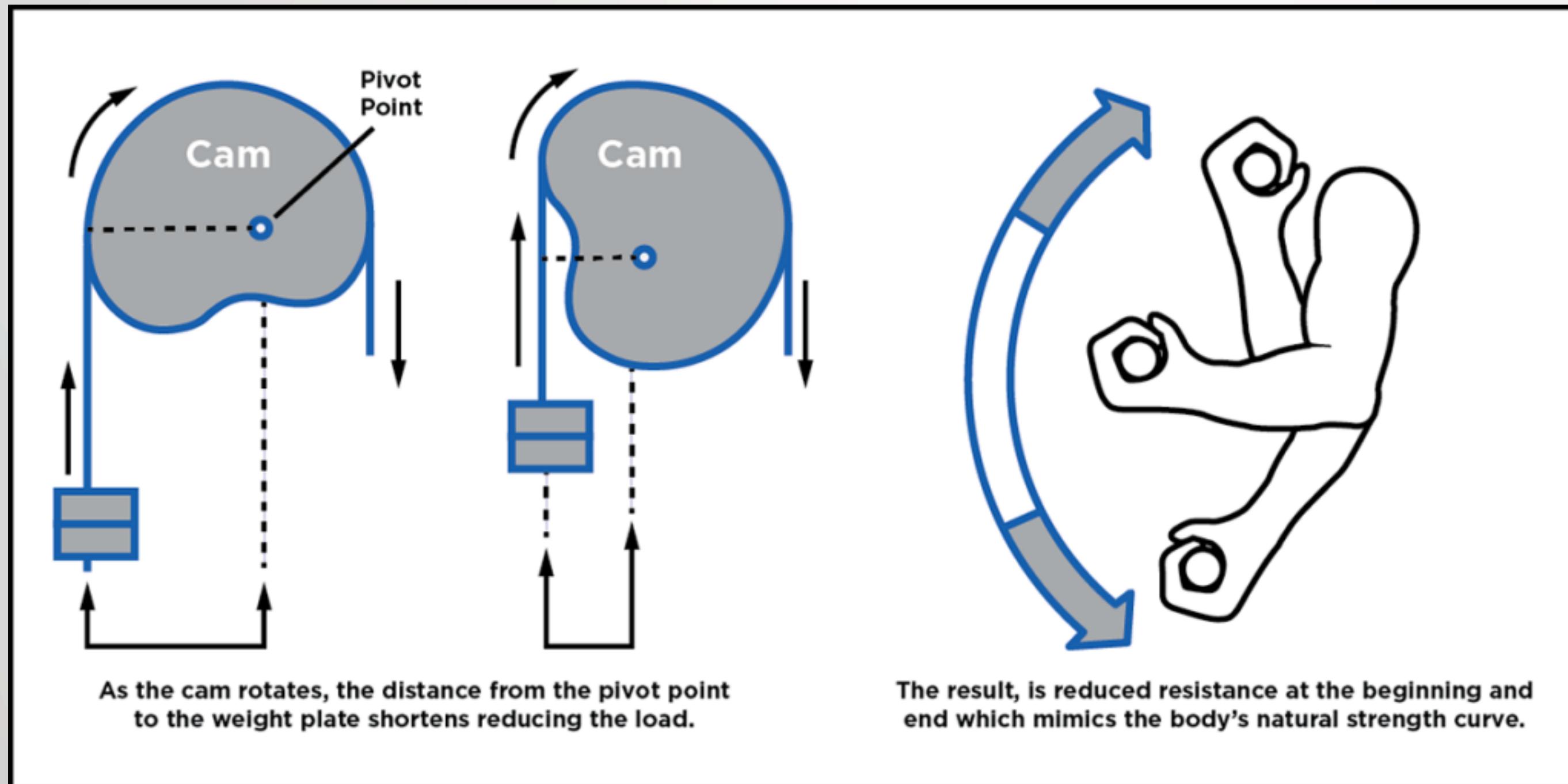


ÁNGULO DE ATAQUE SELECTORIZED

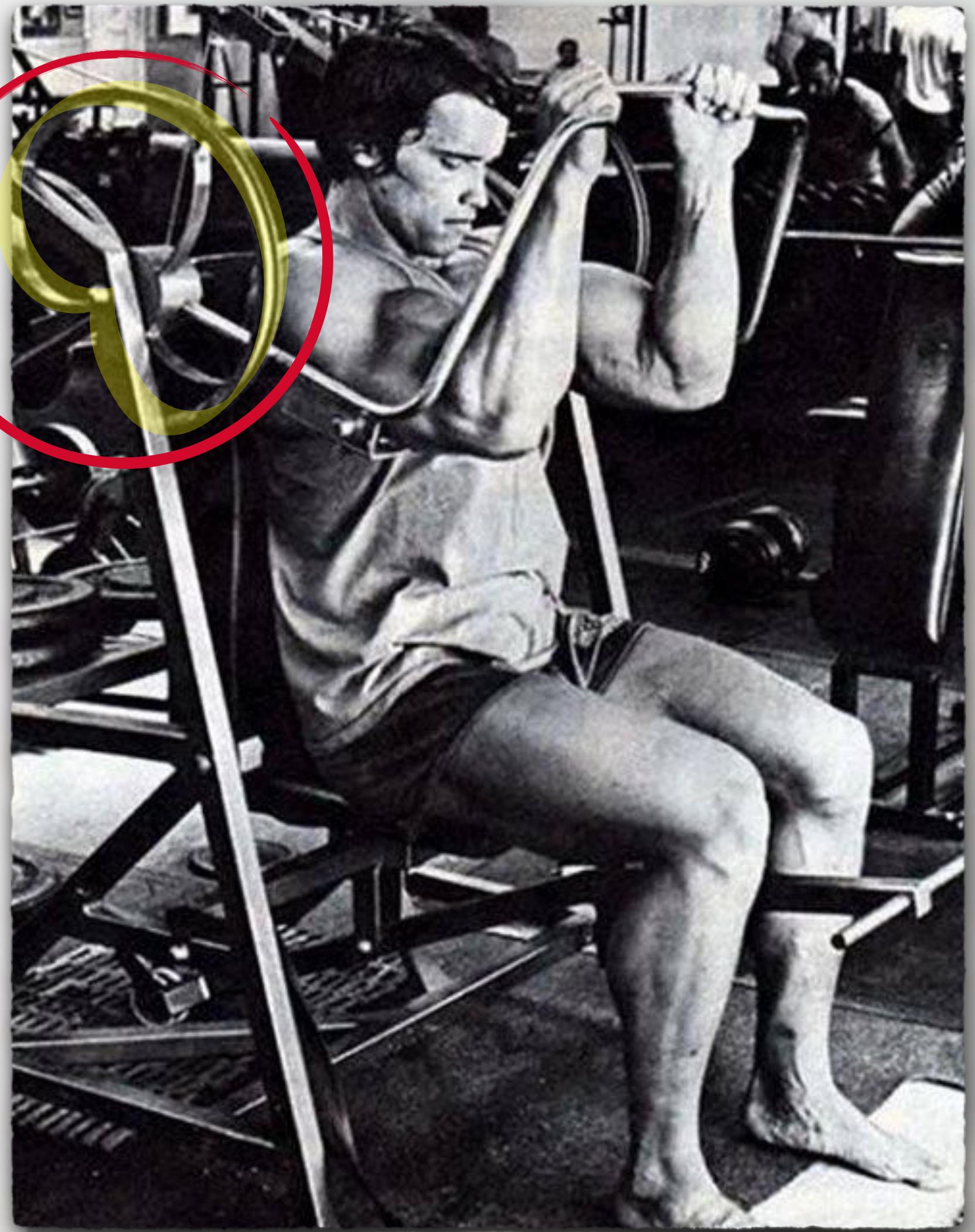


EN ESTE CASO, ESTA VARIACIÓN AFECTA
A NUESTRO TORQUE, NO AL DE LA
RESISTENCIA,
POR LO QUE (+) NOS AYUDA,
Y (-) AUMENTA LA DEMANDA
POR DARNOS UN ÁNGULO INEFICIENTE

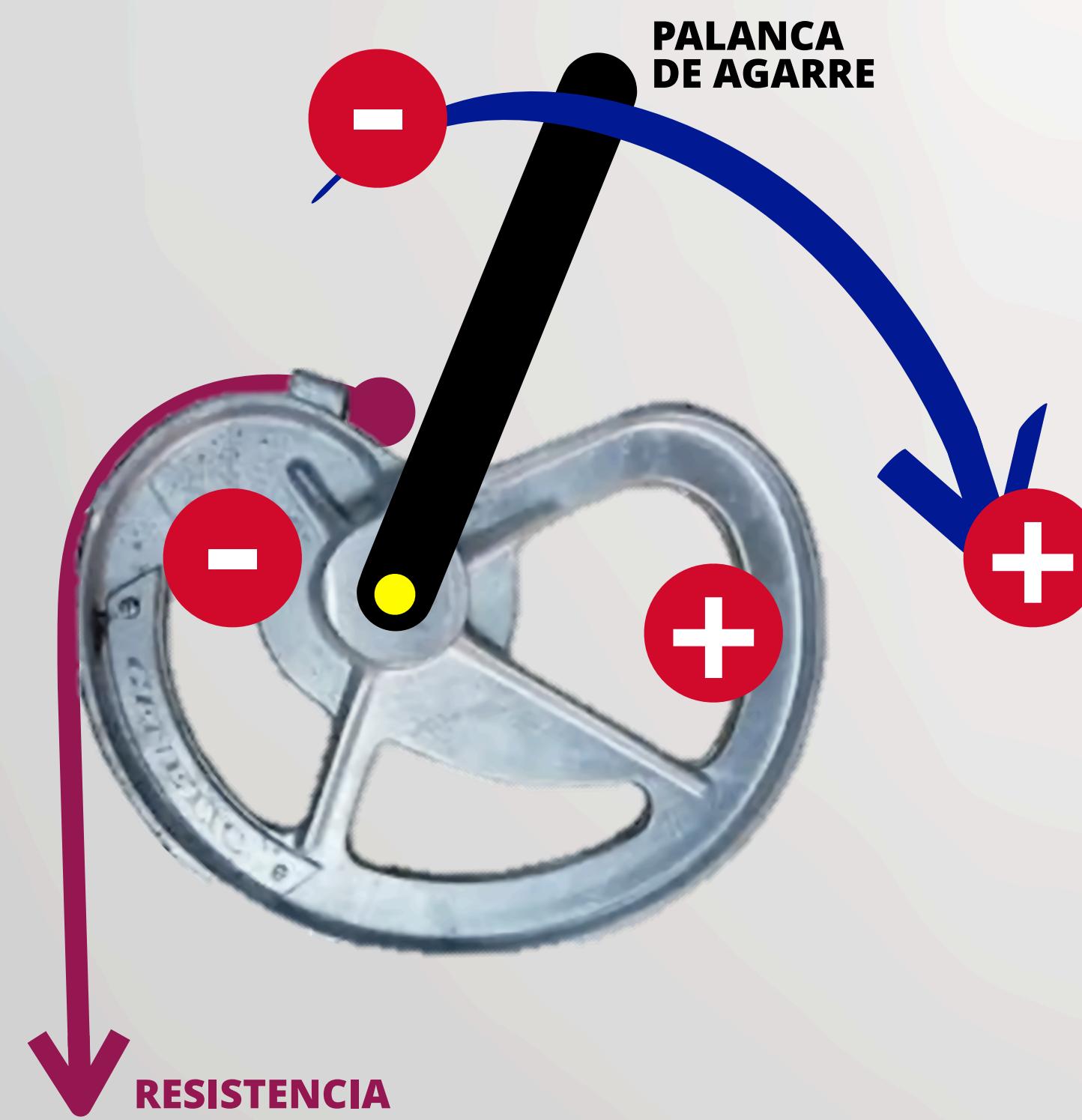
POLEA DE RADIO VARIABLE (CAM) NAUTILUS



NAUTILUS (1970) *imagen de <https://corehandf.com/the-first-name-in-strength/>*



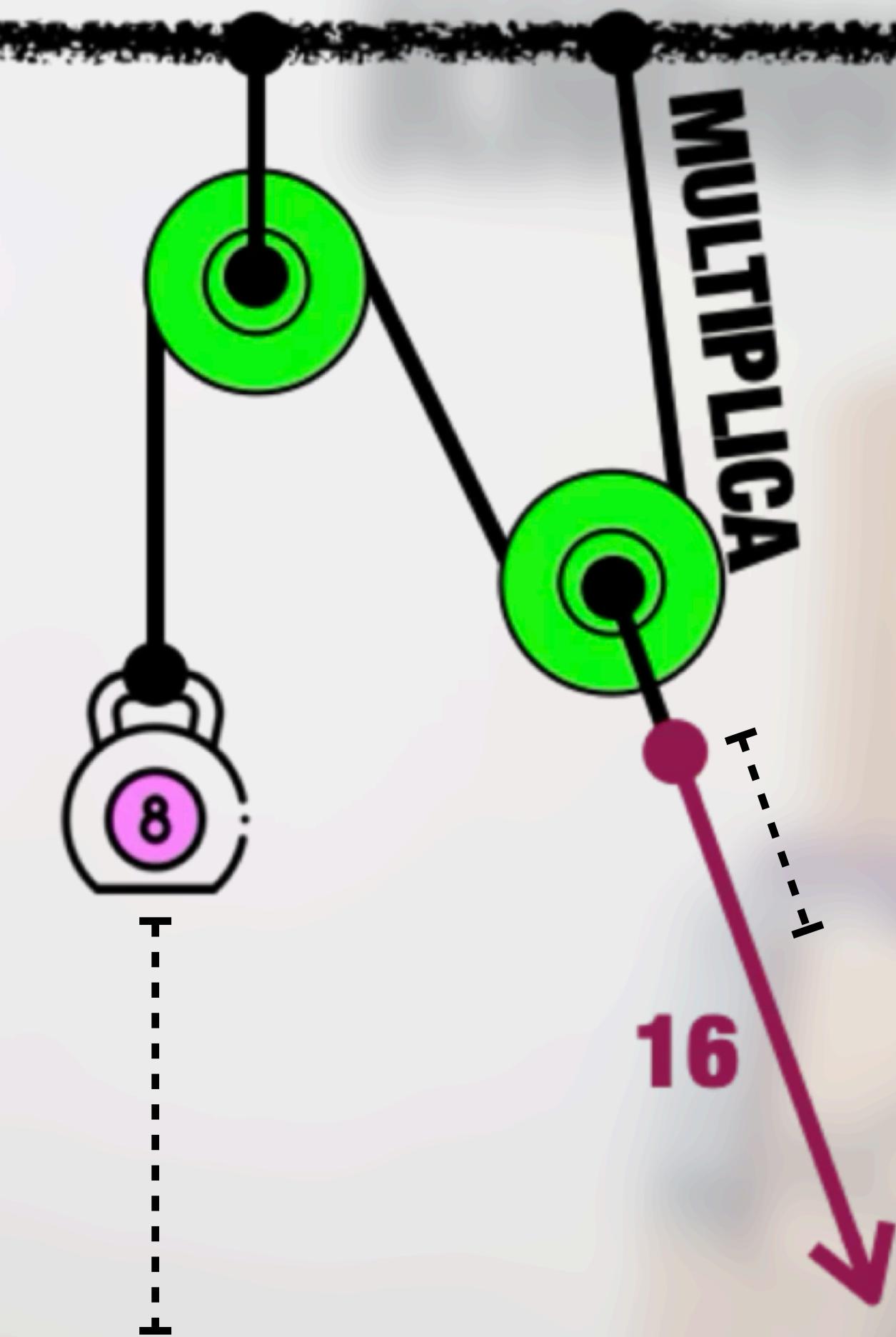
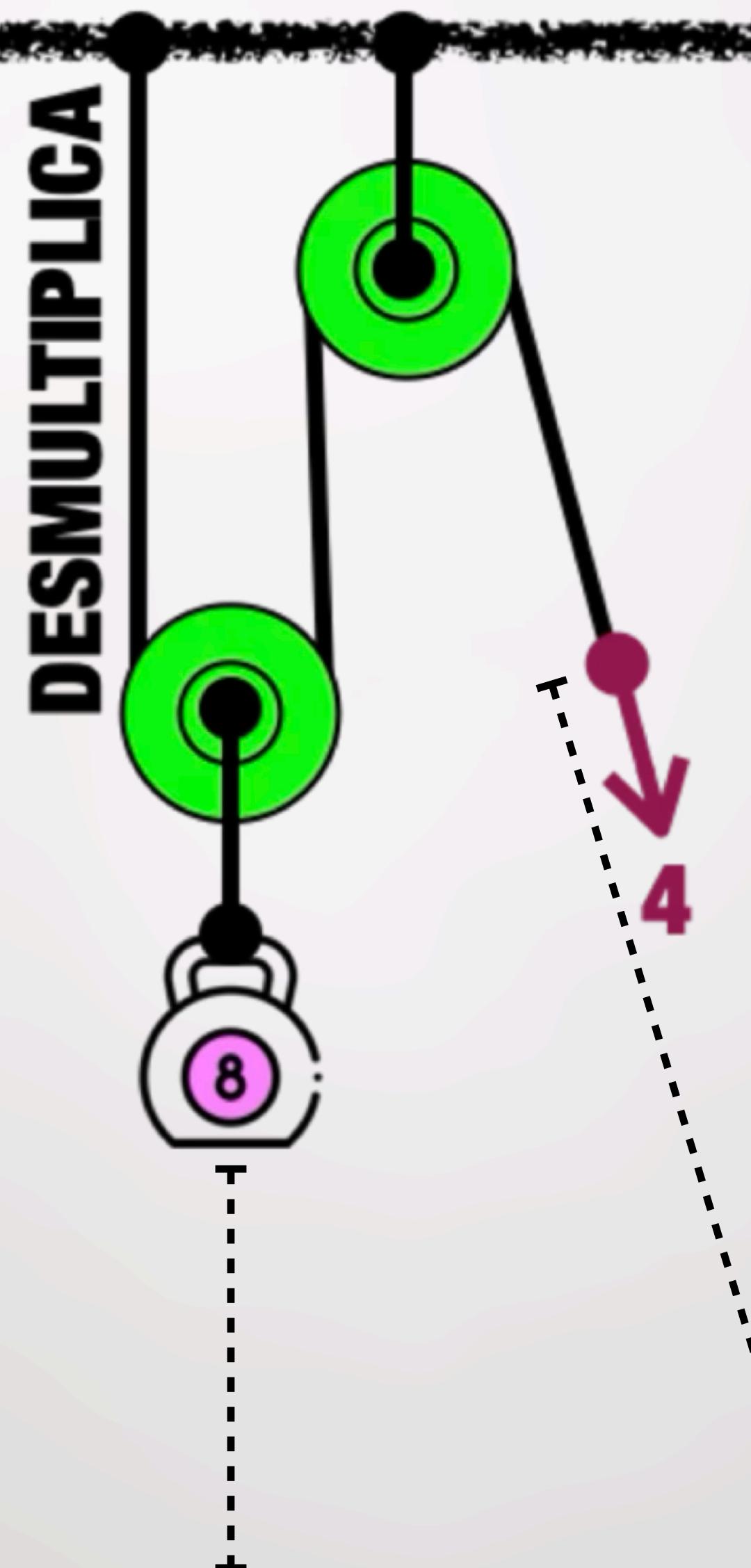
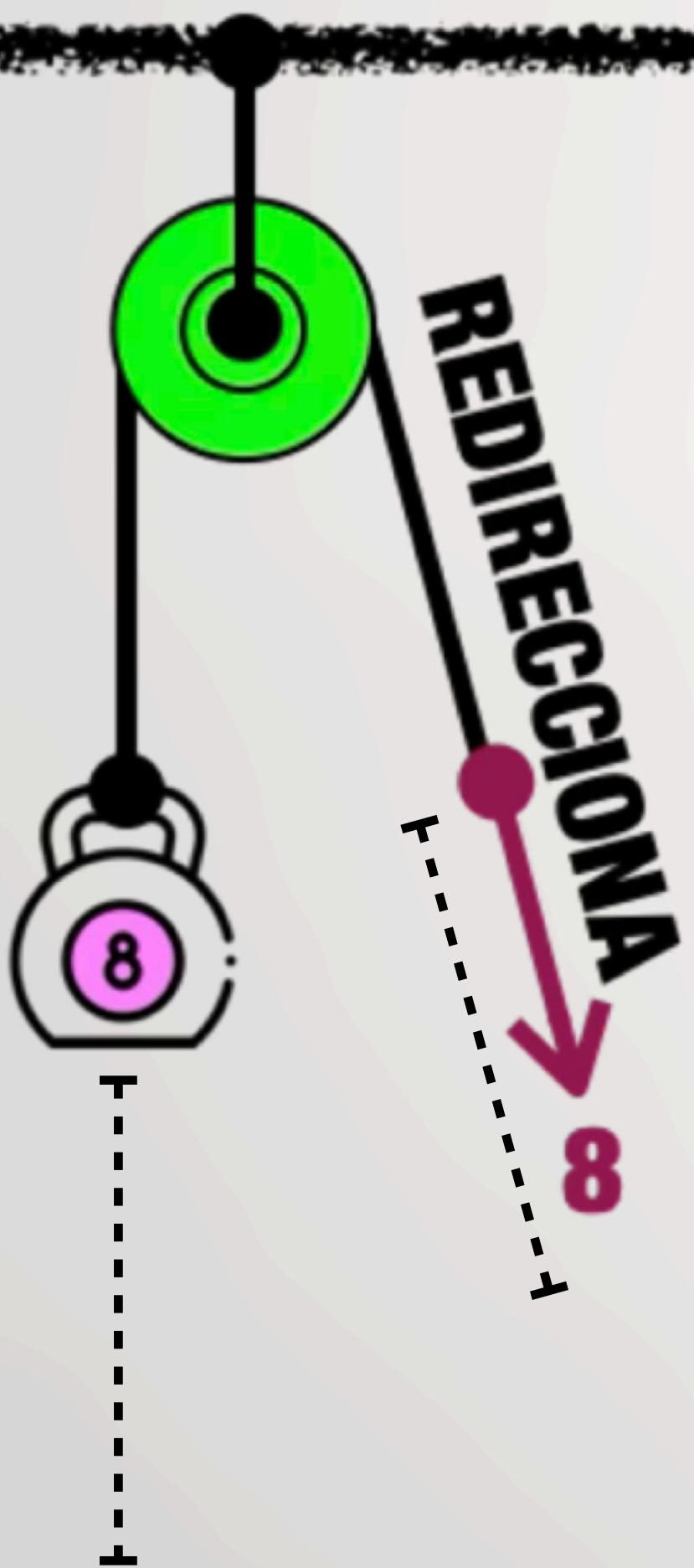
POLEA DE RADIO VARIABLE (CAM) SELECTORIZED MONOARTICULARES

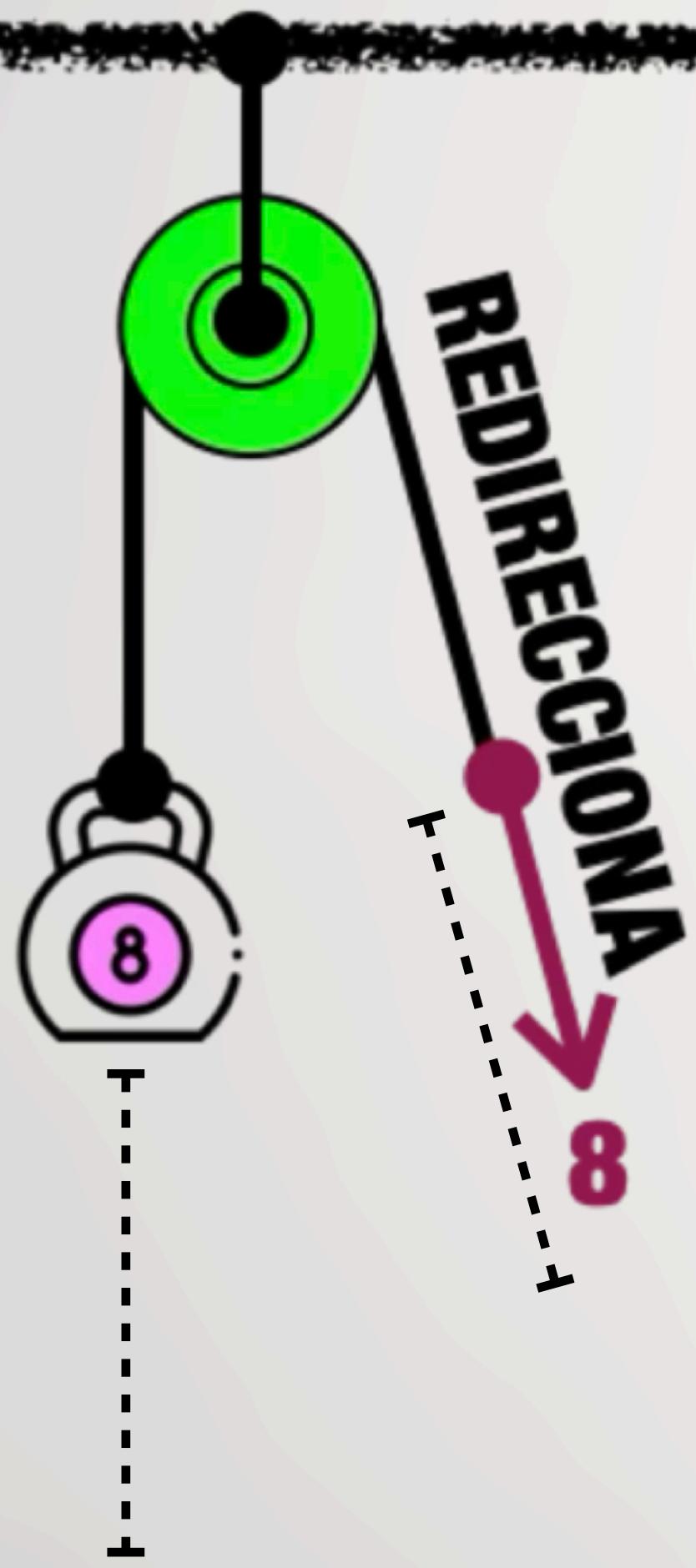


ANÁLISIS DE LOS EJERCICIOS

TIPOS Y USOS DE POLEAS

POLEAS SIMPLES Y MÓVILES

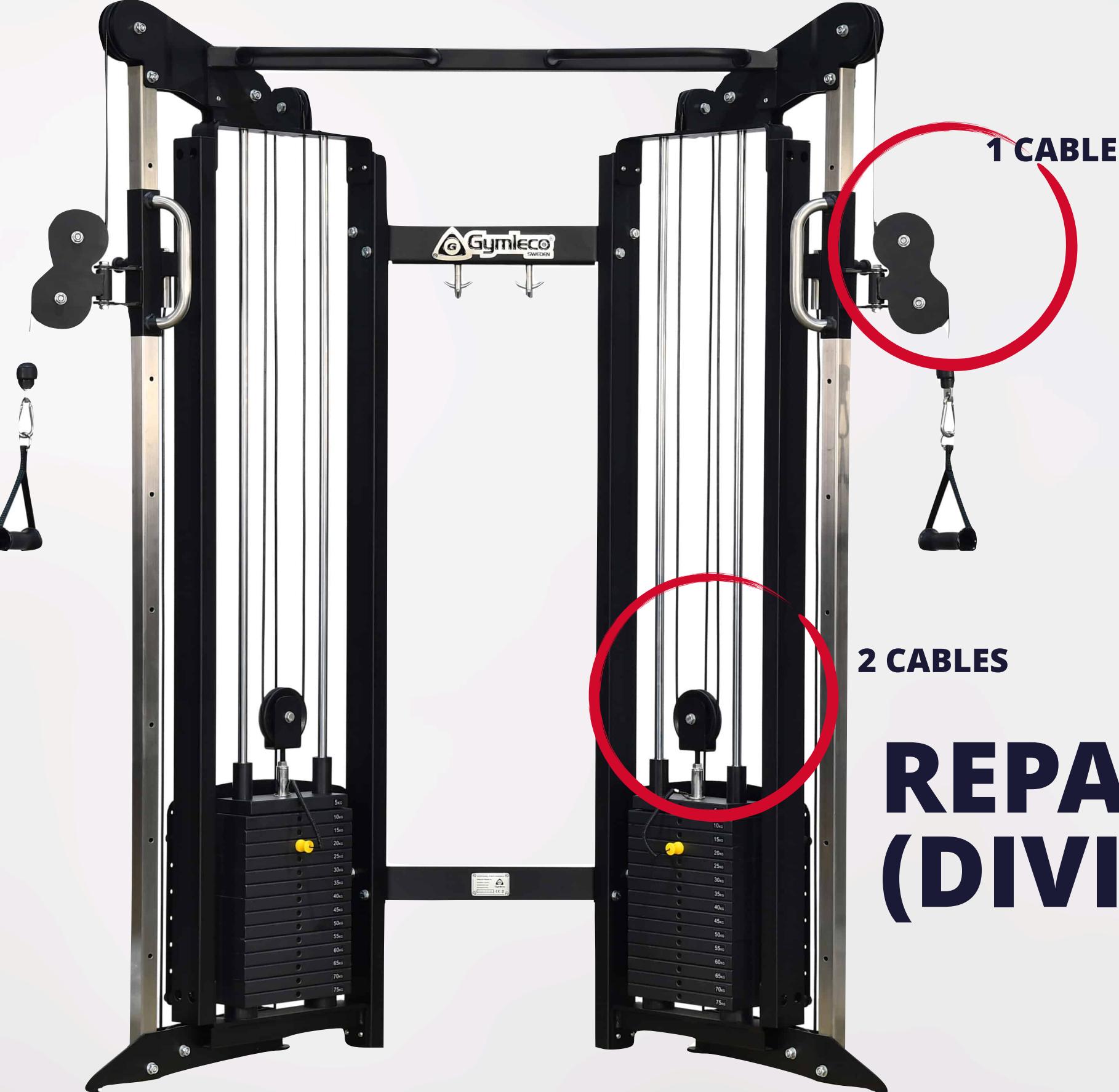
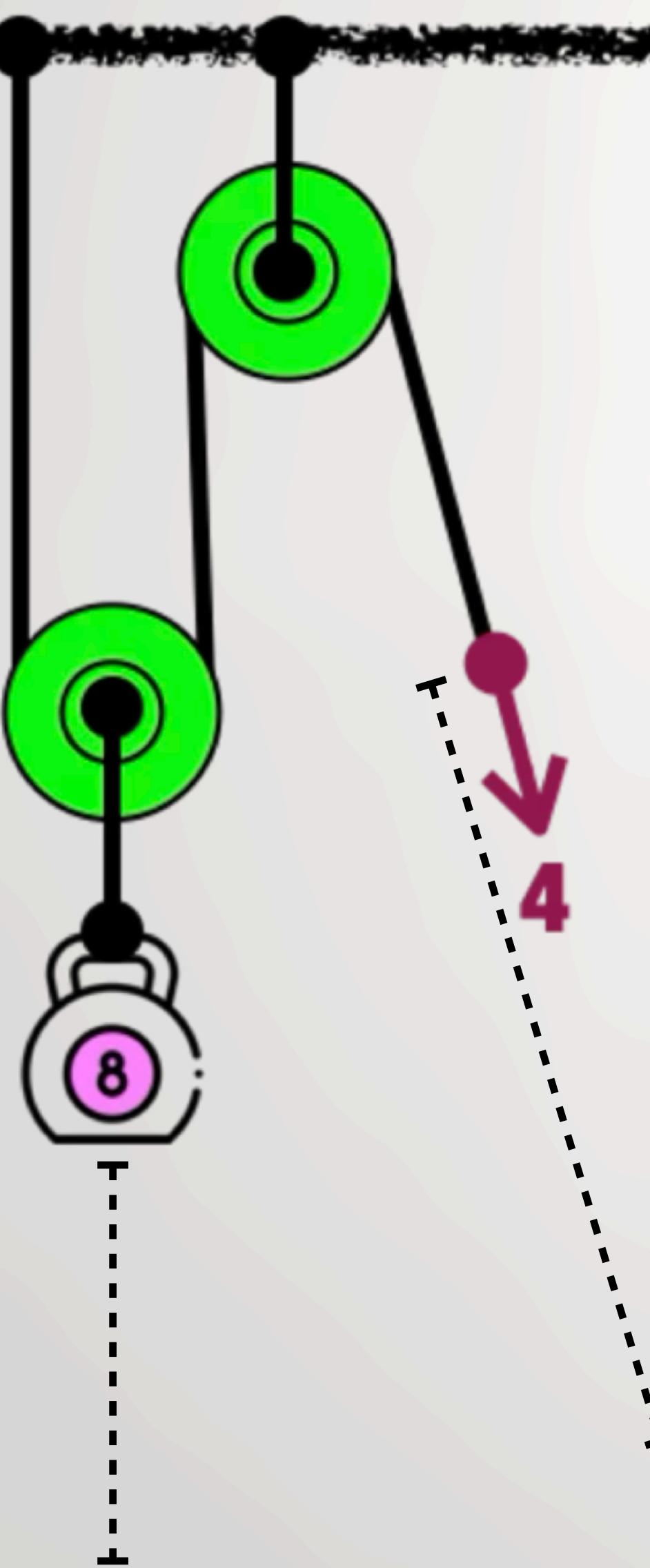




**SOLO
REDIRECCIONA**

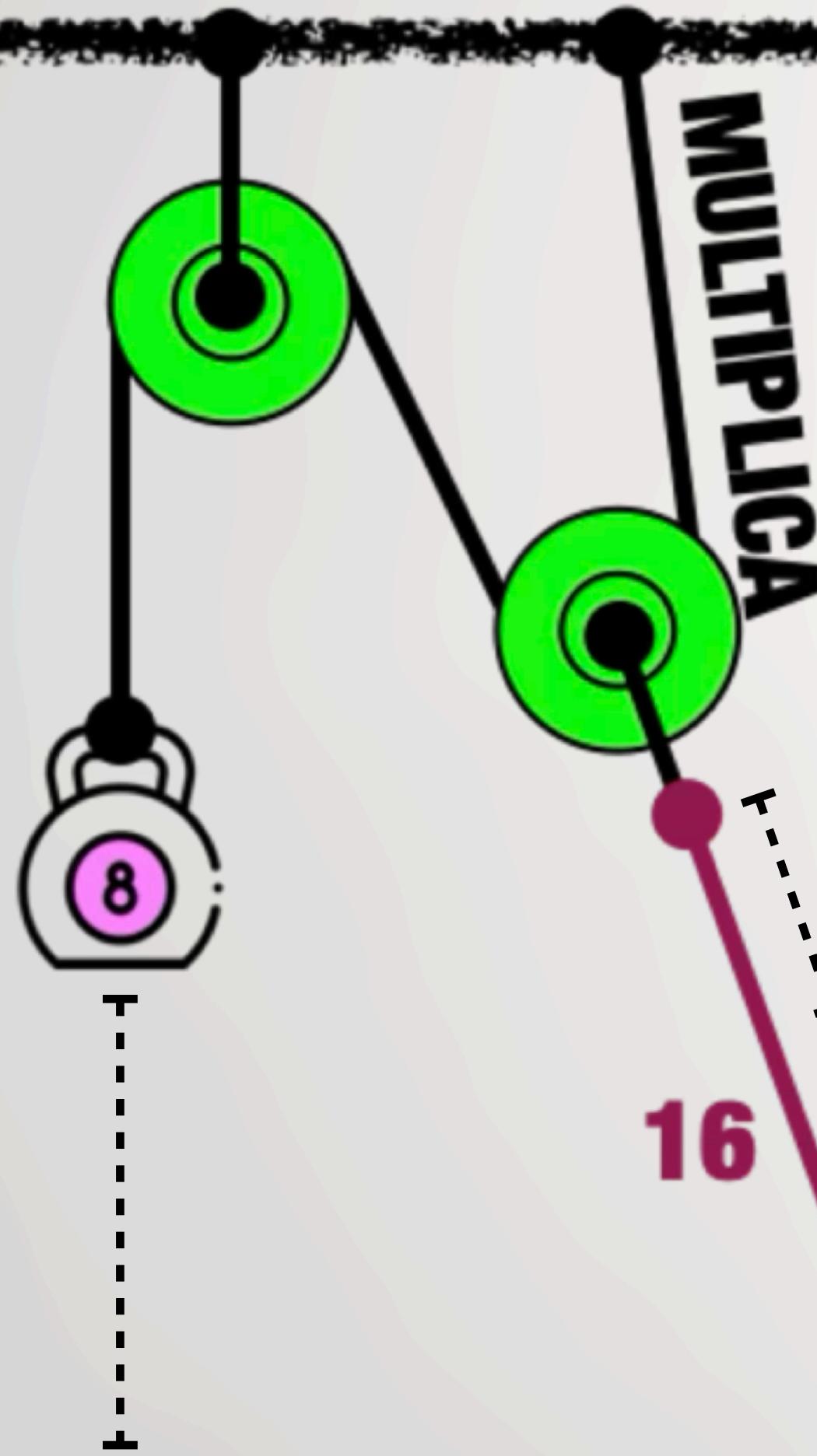
1 CABLE
1:1
**SE NECESITA LA MISMA FUERZA
Y EL MISMO RECORRIDO**

DESMULTIPLICA

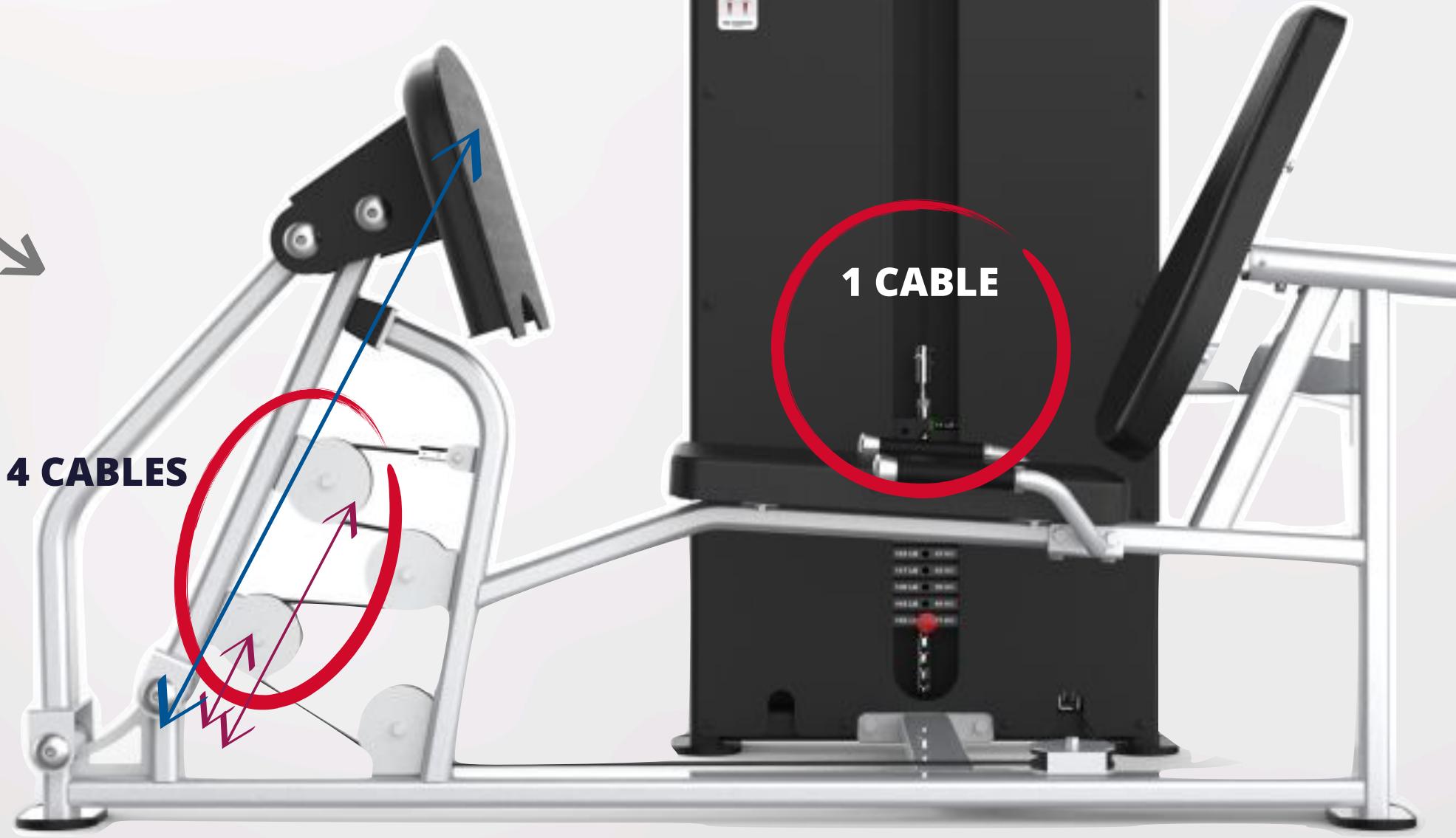


**REPARTE
(DIVIDE)**

2:1
SE NECESITA LA MITAD DE FUERZA
PERO EL DOBLE DE RECORRIDO



SE HACE PARA COMPENSAR LA DIFERENCIA DE PALANCAS. POR DISEÑO, LA RESISTENCIA TIENE QUE INSERTARSE MUY CERCA DEL EJE, Y POR TANTO ESTÁ EN MUCHA DESVENTAJA RESPECTO LA DISTANCIA DONDE SE UBICAN LOS PIES. ES MUY COMÚN EN LAS MÁQUINAS SELECTORIZADAS MULTIARTICULARES



1:4
SE NECESITA x4 DE FUERZA
PERO $\div 4$ DE RECORRIDO

**MULTIPLICA
(EN ESTE CASO x4)**

MULTIPLICA



REPARTE & MULTIPLICA



ANÁLISIS DE LOS EJERCICIOS

DINÁMICA DE LA RESISTENCIAS

MEDIOS DE ENTRENAMIENTO

(TIPOS DE RESISTENCIAS)

INERCIALES
(DEPENDEN DE LA MASA)

PESOS LIBRES, POLEAS,
MÁQUINAS...

NO INERCIALES
(NO DEPENDEN DE LA MASA)

ELÁSTICOS, NEUMÁTICOS,
HIDRÁULICOS, MOTORIZADOS

OTROS MEDIOS

ELECTRONEUROMIOESTIMULACIÓN
SUPERFÍCIES INESTABLES...

INERCIAL \neq GRAVITACIONAL

MASA \neq PESO

INERCIALES

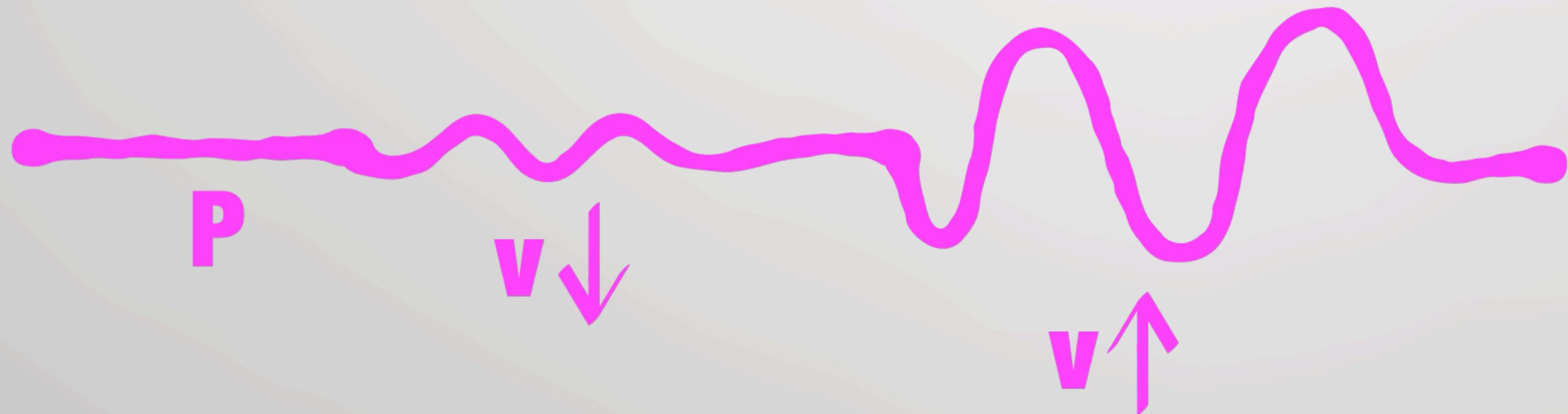
PESO
($m \cdot g$)

&
...PERO...

OFRECEN RESISTENCIA
PROPORCIONAL A SU
PESO

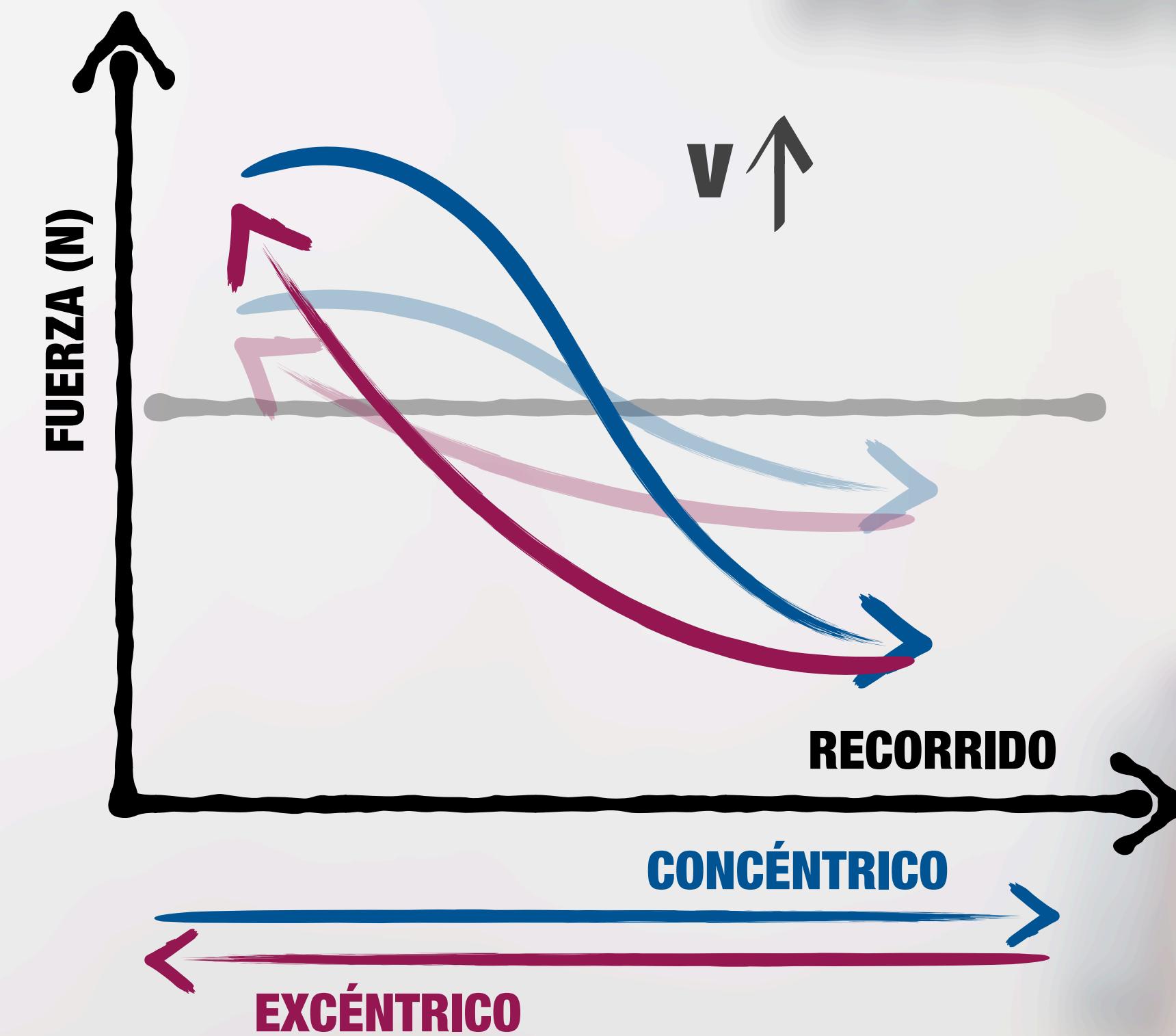
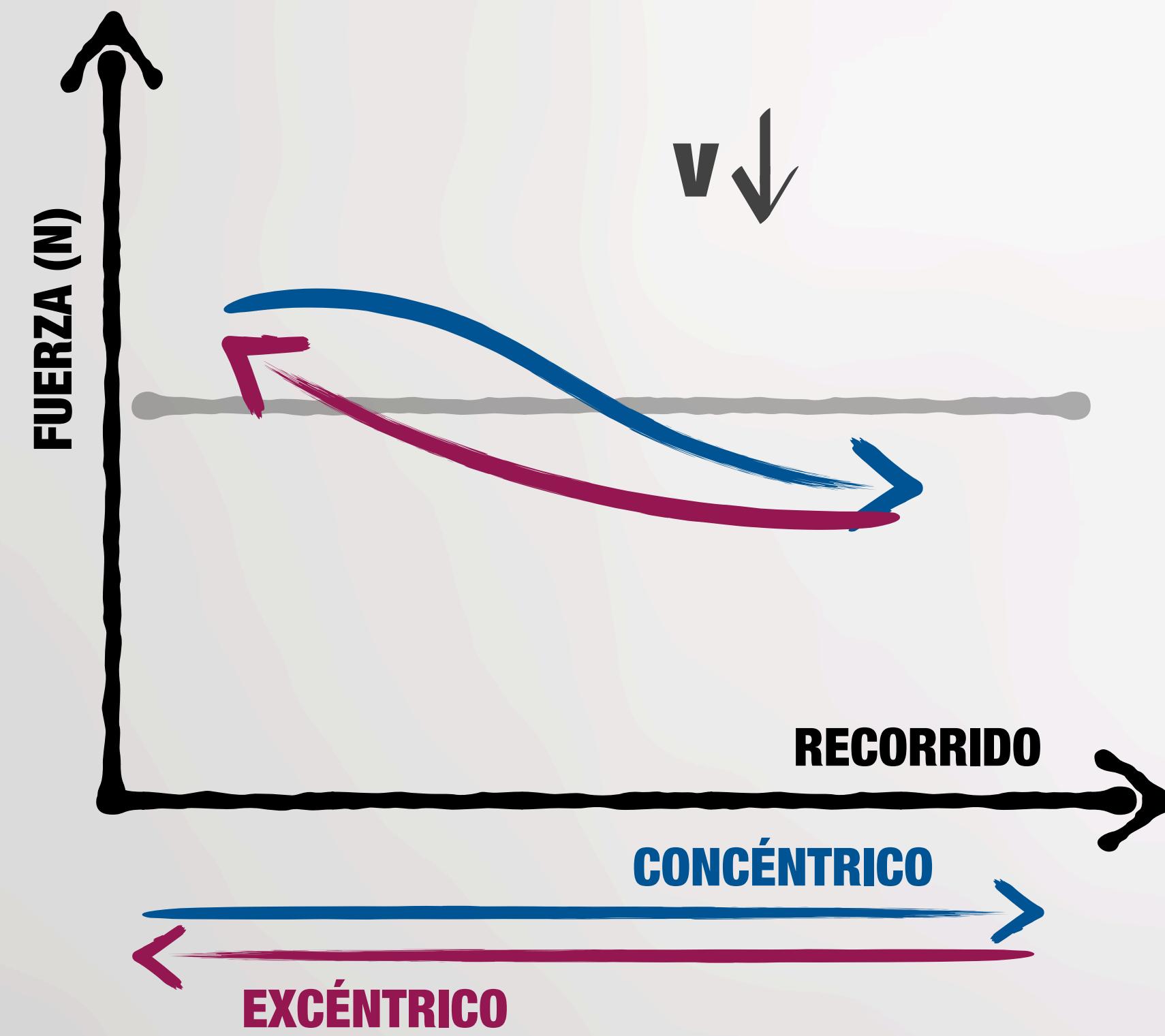
MOMENTUM
($m \cdot v$)

LA RESISTENCIA DEPENDE
DE LA VELOCIDAD
(INERCIA)



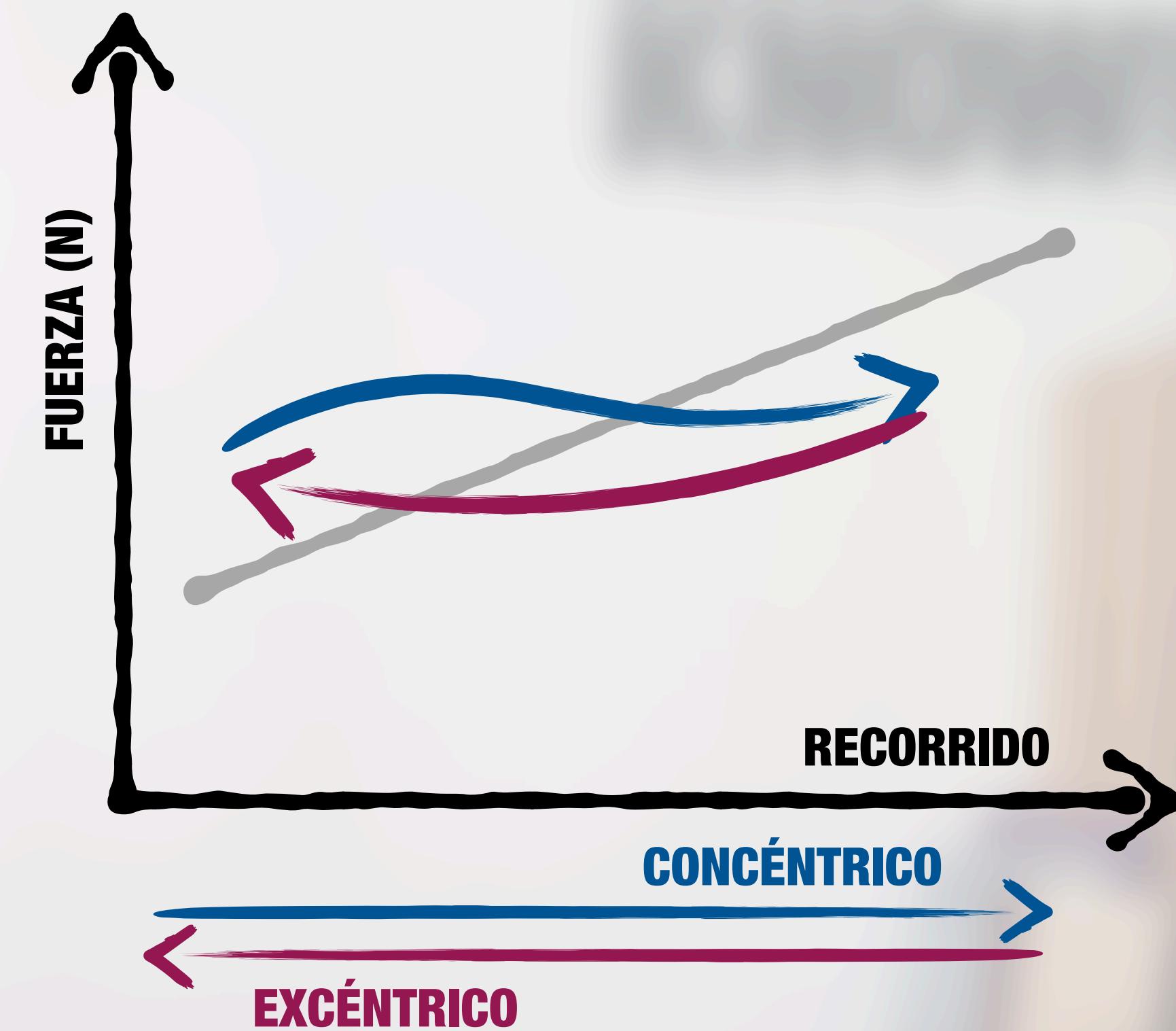
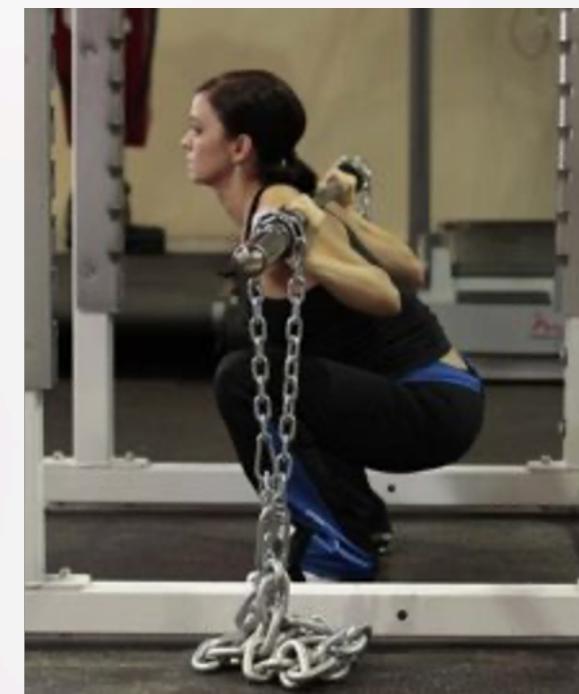
**«un kilo no siempre
es un kilo»**

PESOS LIBRES

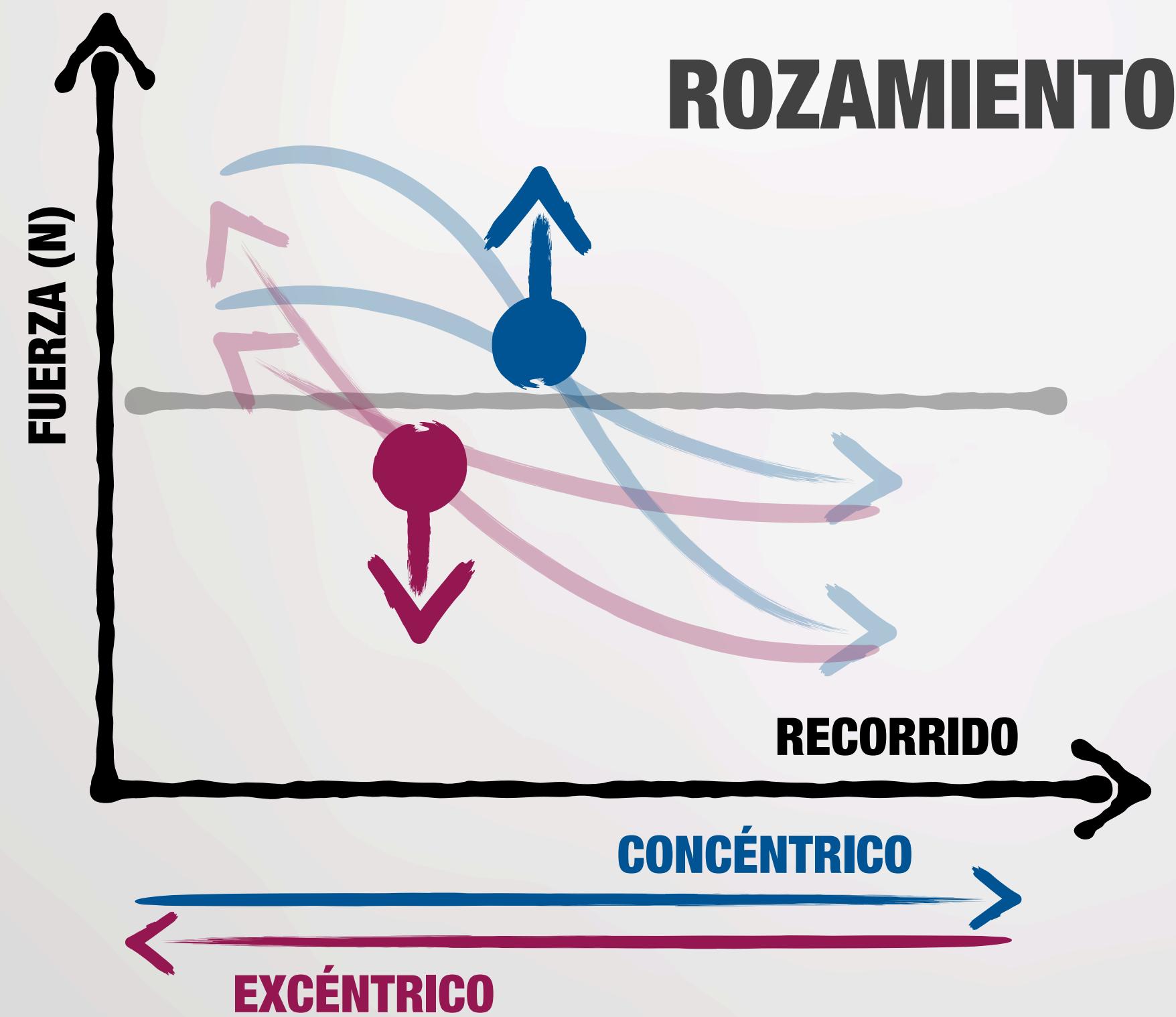


CADENAS

LASTRE vs RESISTENCIA VARIABLE

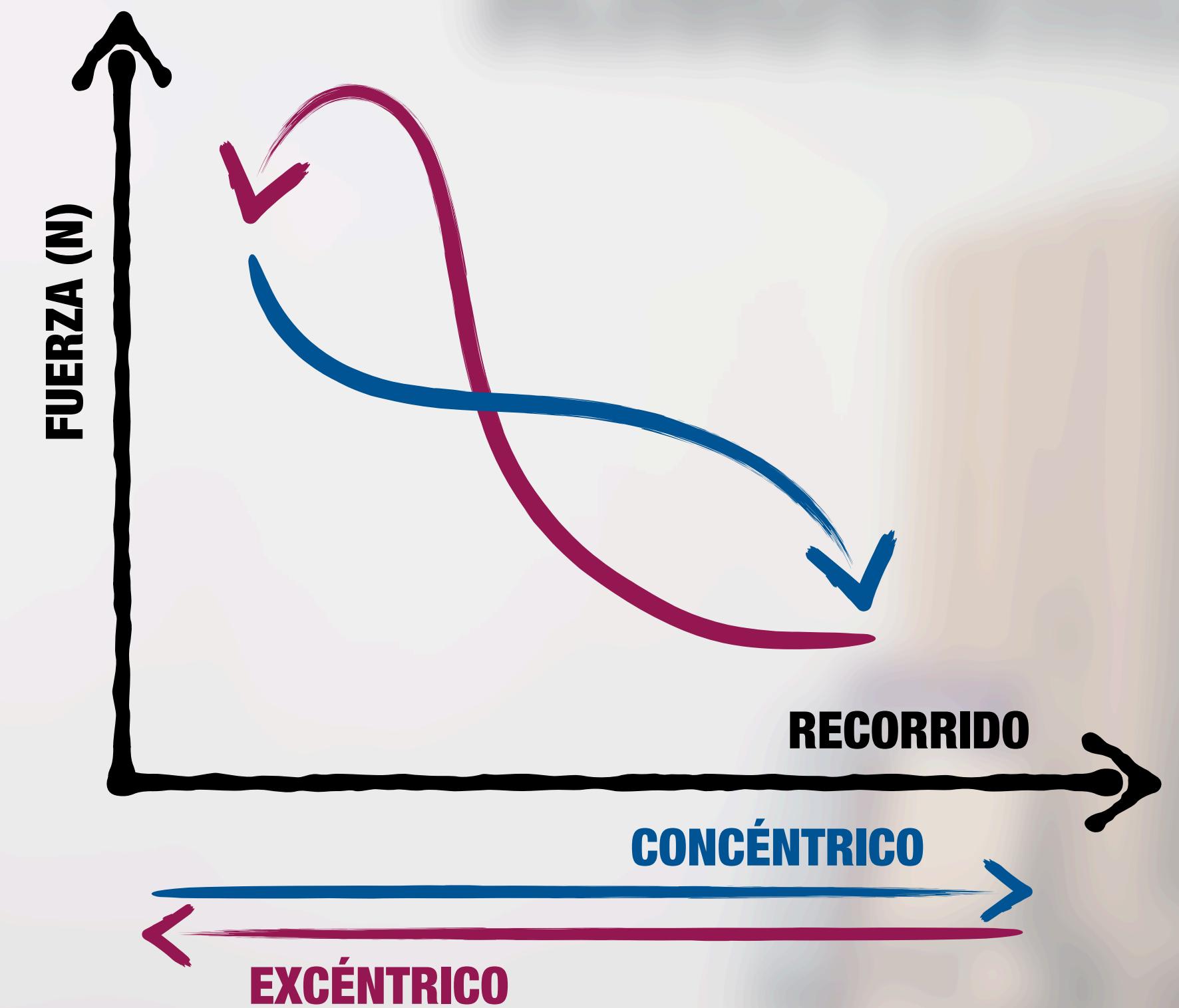


MÁQUINAS Y POLEAS

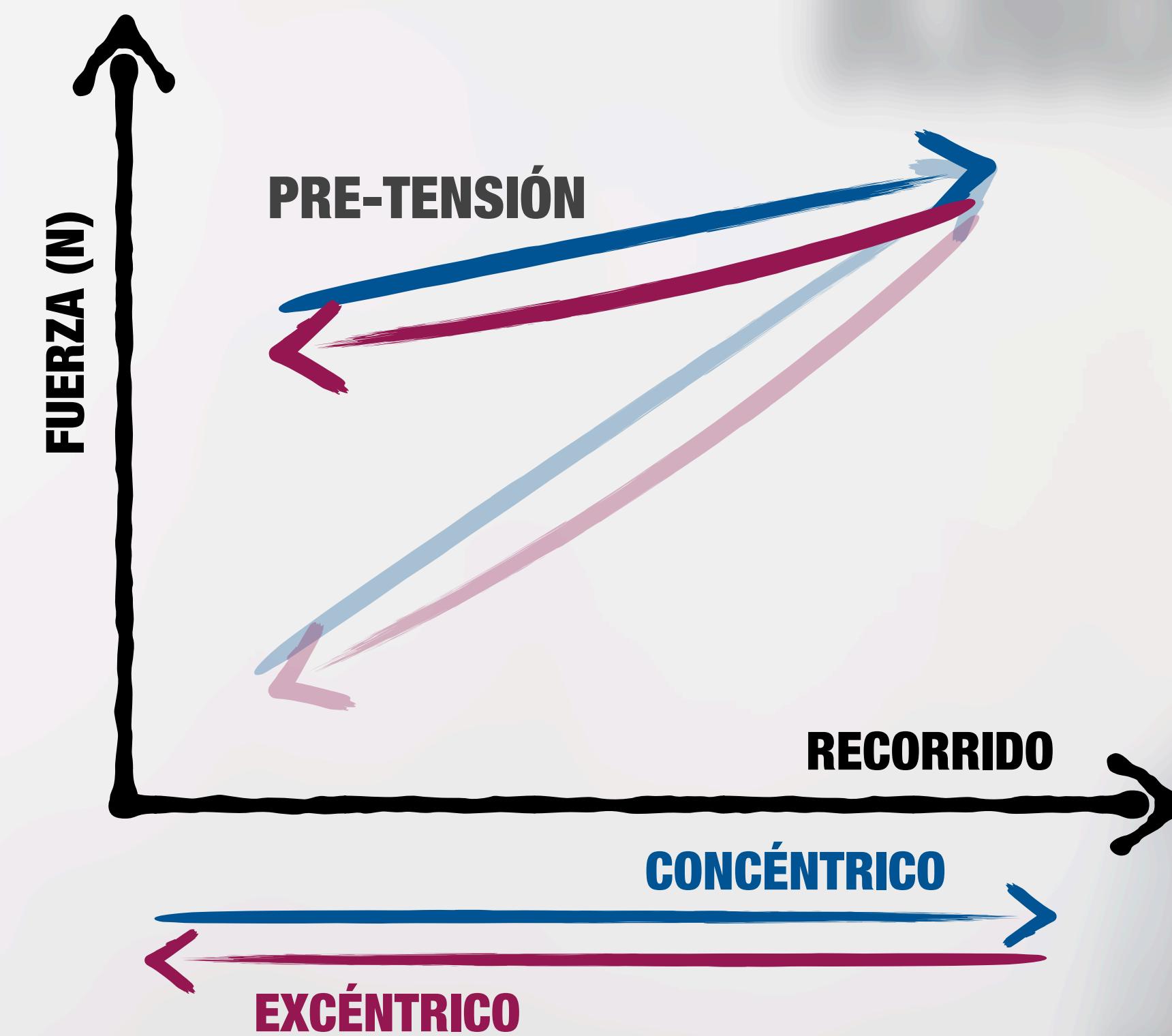
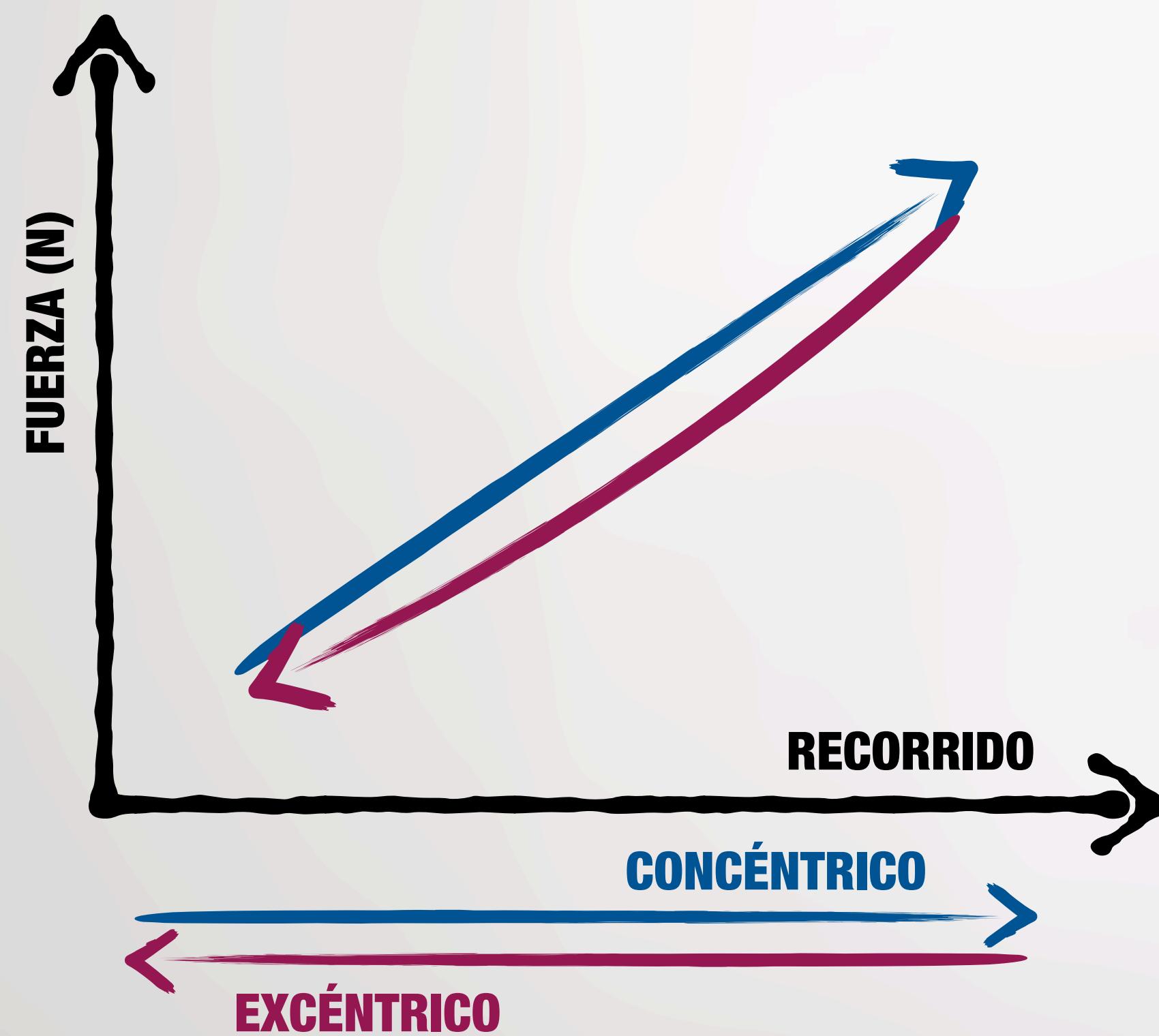


* DIFERENTES GRADOS DE LIBERTAD

CÓNICAS & YOYO (FLYWHEEL)



ELÁSTICOS



$$F = k\Delta x$$

NEUMÁTICA AIRE COMPRIMIDO



HIDRÁULICA PISTÓN HIDRÁULICO





ANÁLISIS DE LOS EJERCICIOS

**RESUMEN DEL PERFIL DE
RESISTENCIAS**



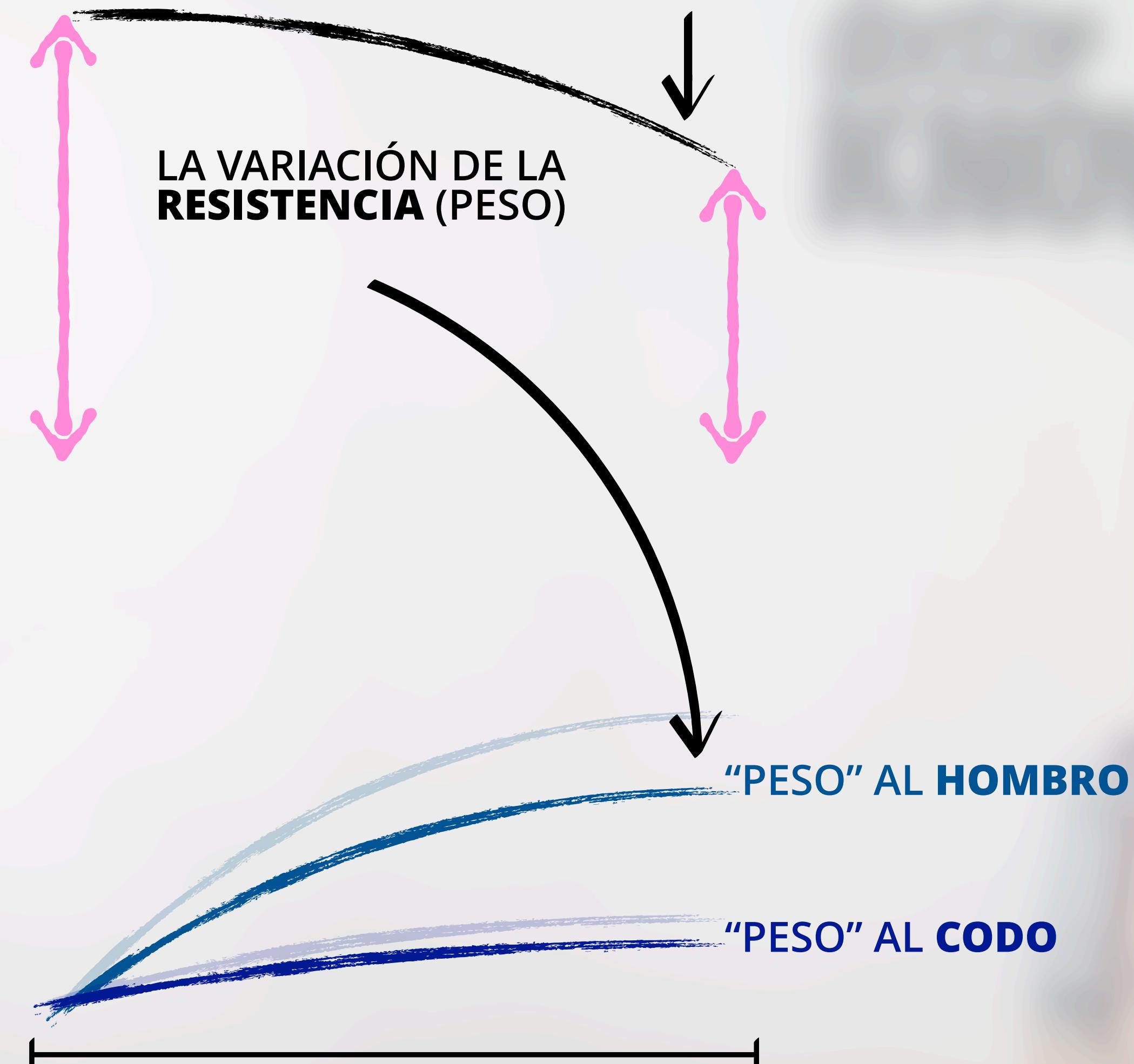
BRAZOS DE MOMENTO



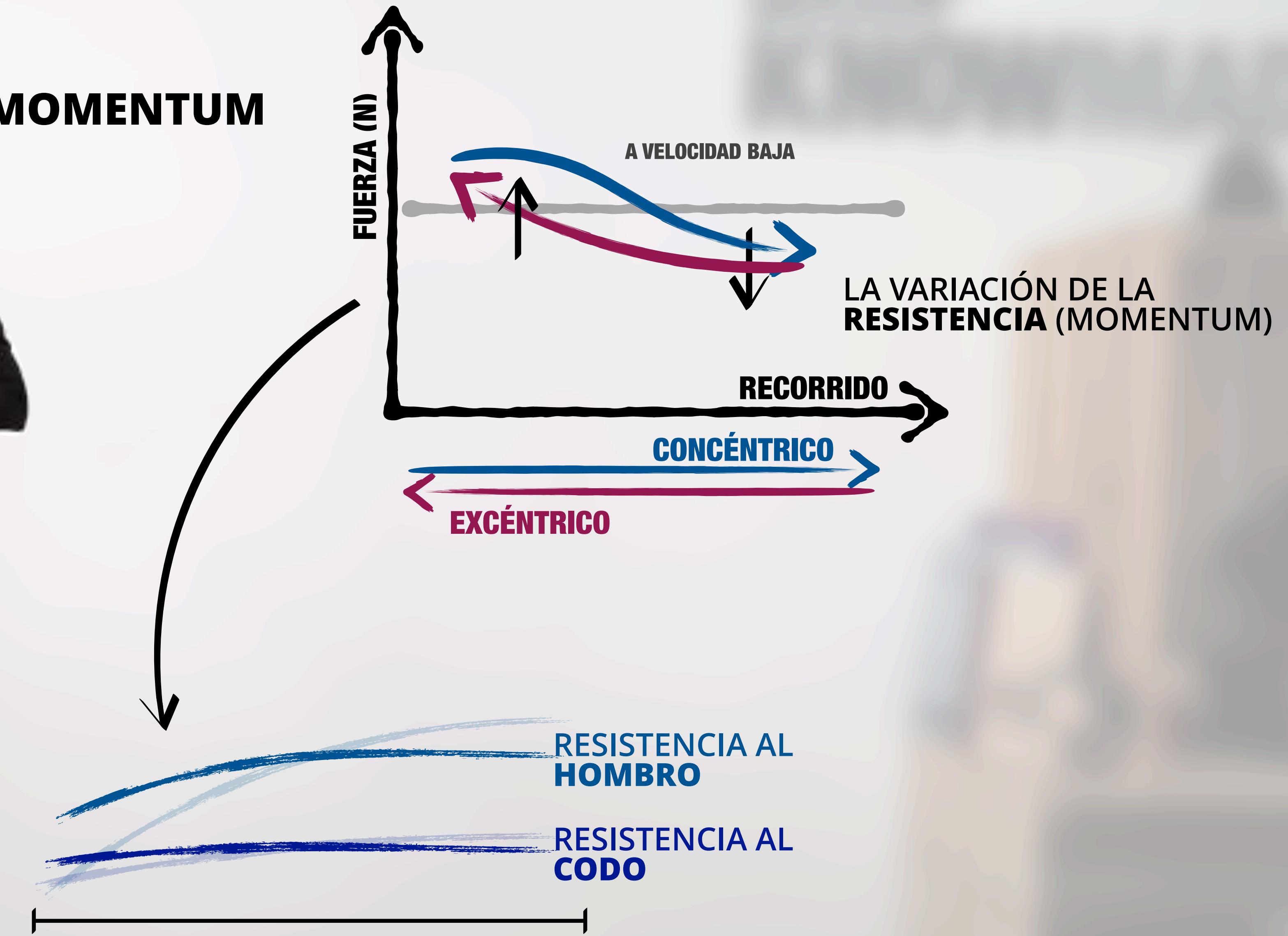
**BRAZO DE MOMENTO AL
HOMBRO**

**BRAZO DE MOMENTO AL
CODO**

BRAZOS DE MOMENTO + PESO



BRAZOS DE MOMENTO + PESO + MOMENTUM



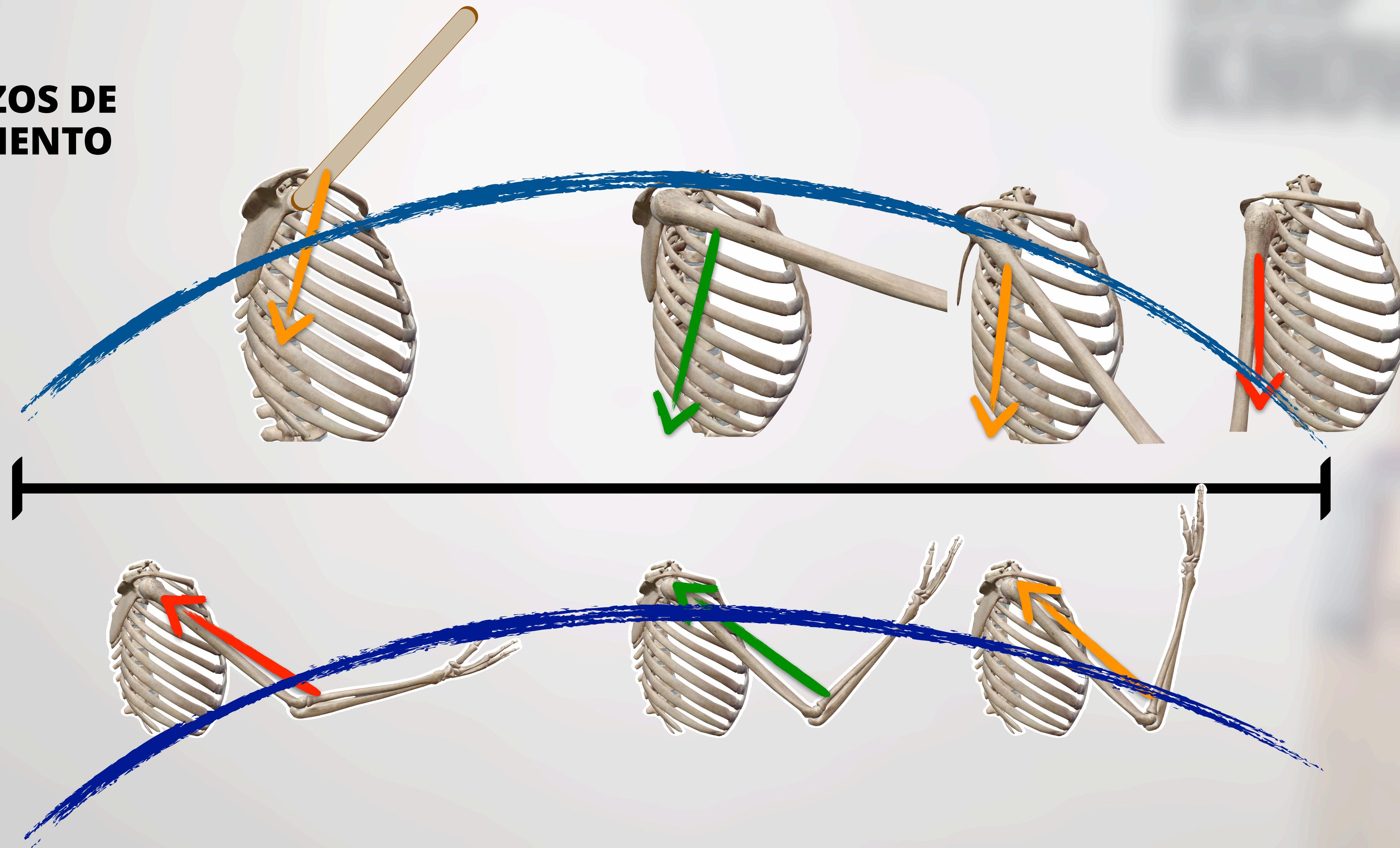
¿Y CÓMO SE COMPORTAN LOS MÚSCULOS QUE DEBEN HACER FRENTE A ESAS DEMANDAS?



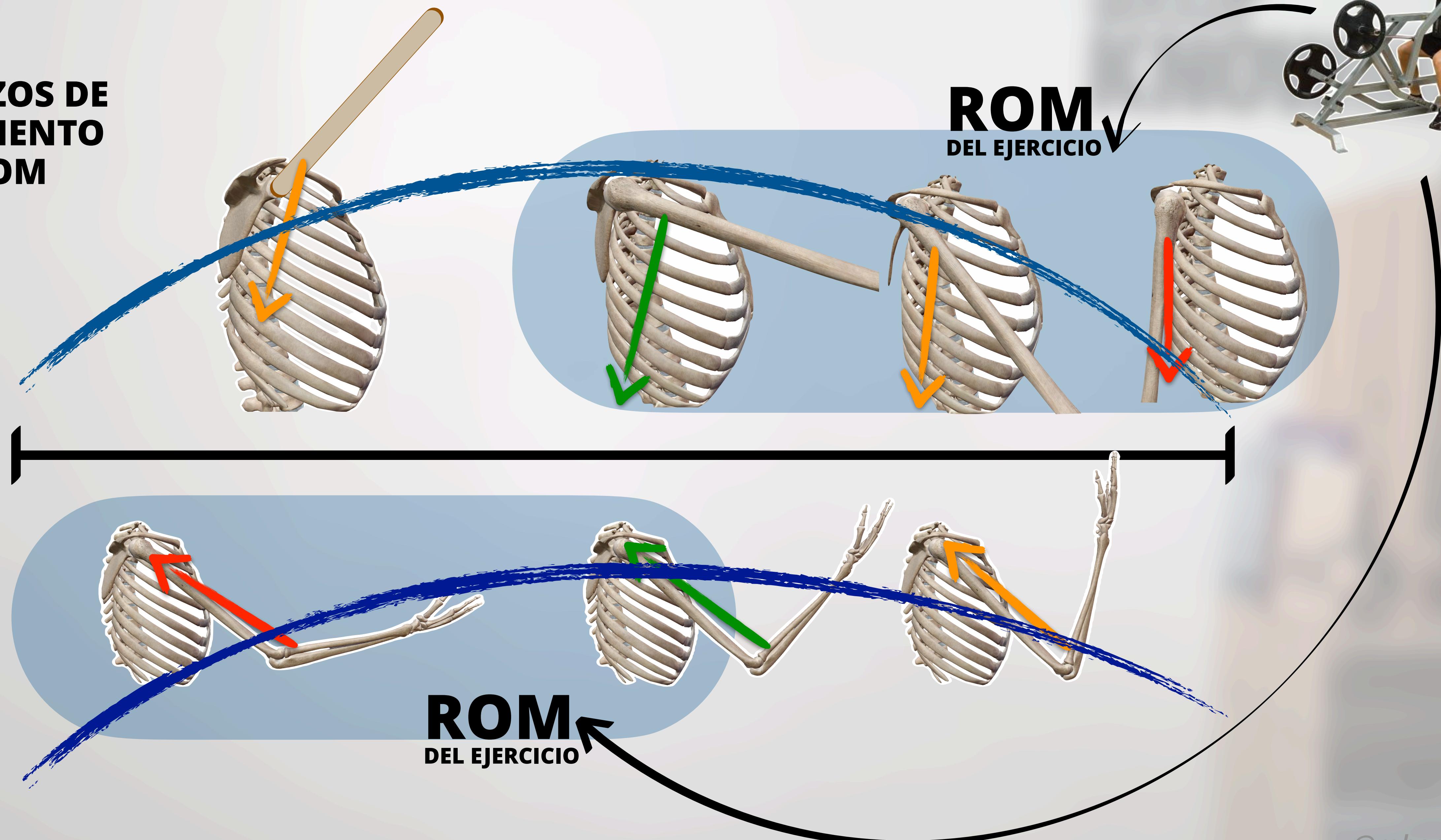
ANÁLISIS DE LOS EJERCICIOS

PERFIL DE FUERZAS DE LOS MÚSCULOS

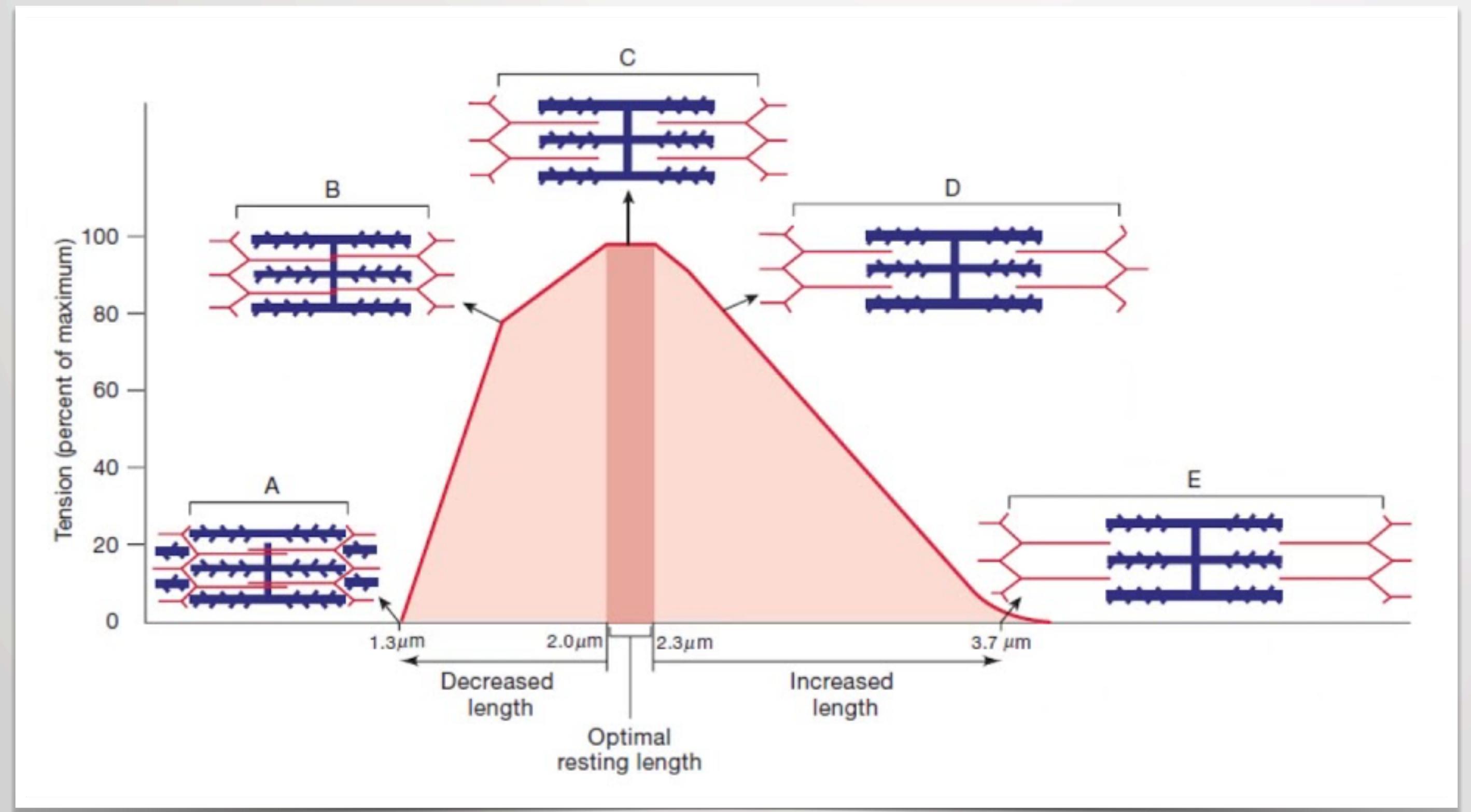
BRAZOS DE MOMENTO



BRAZOS DE MOMENTO vs ROM



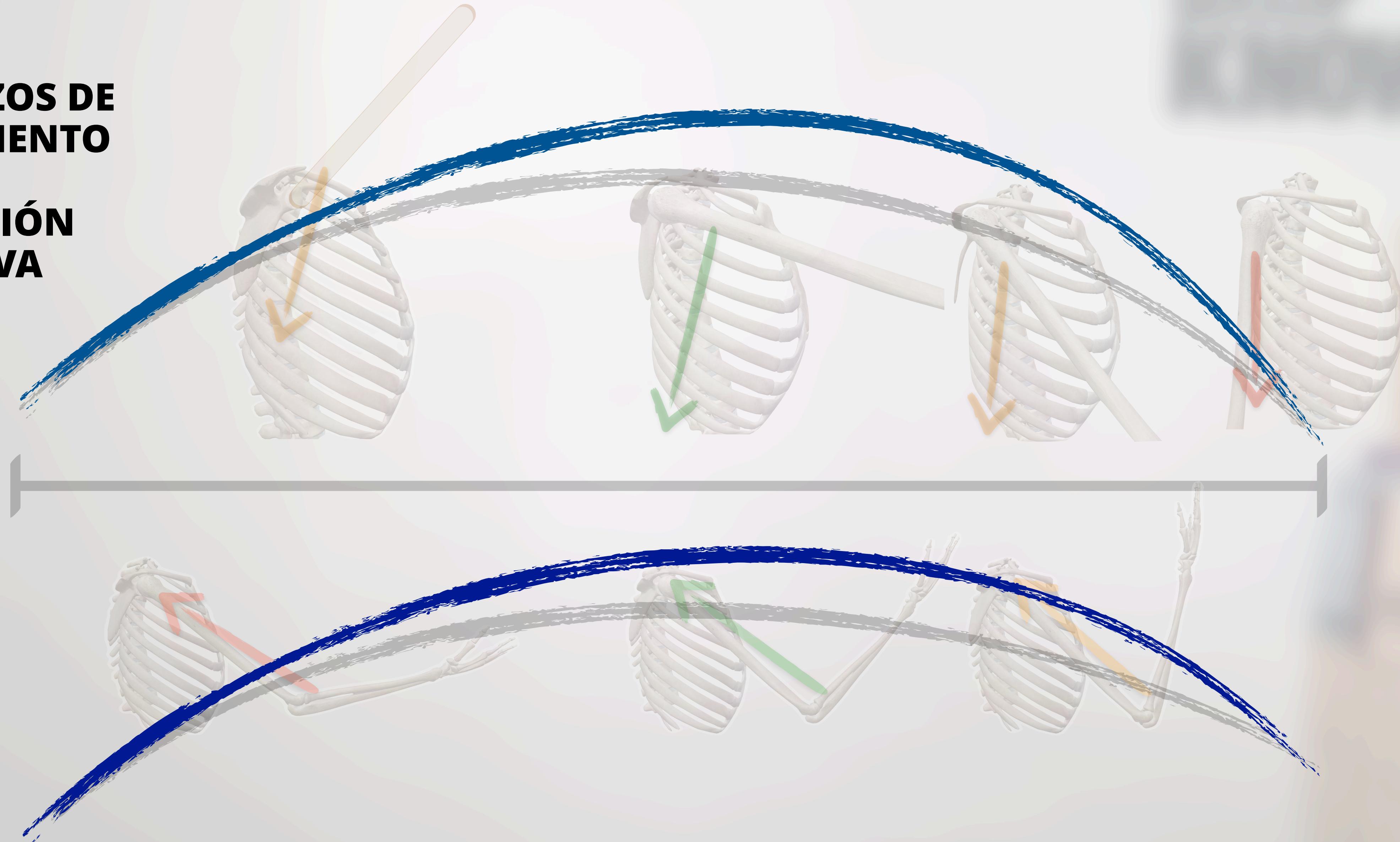
**TENSIÓN
ACTIVA**



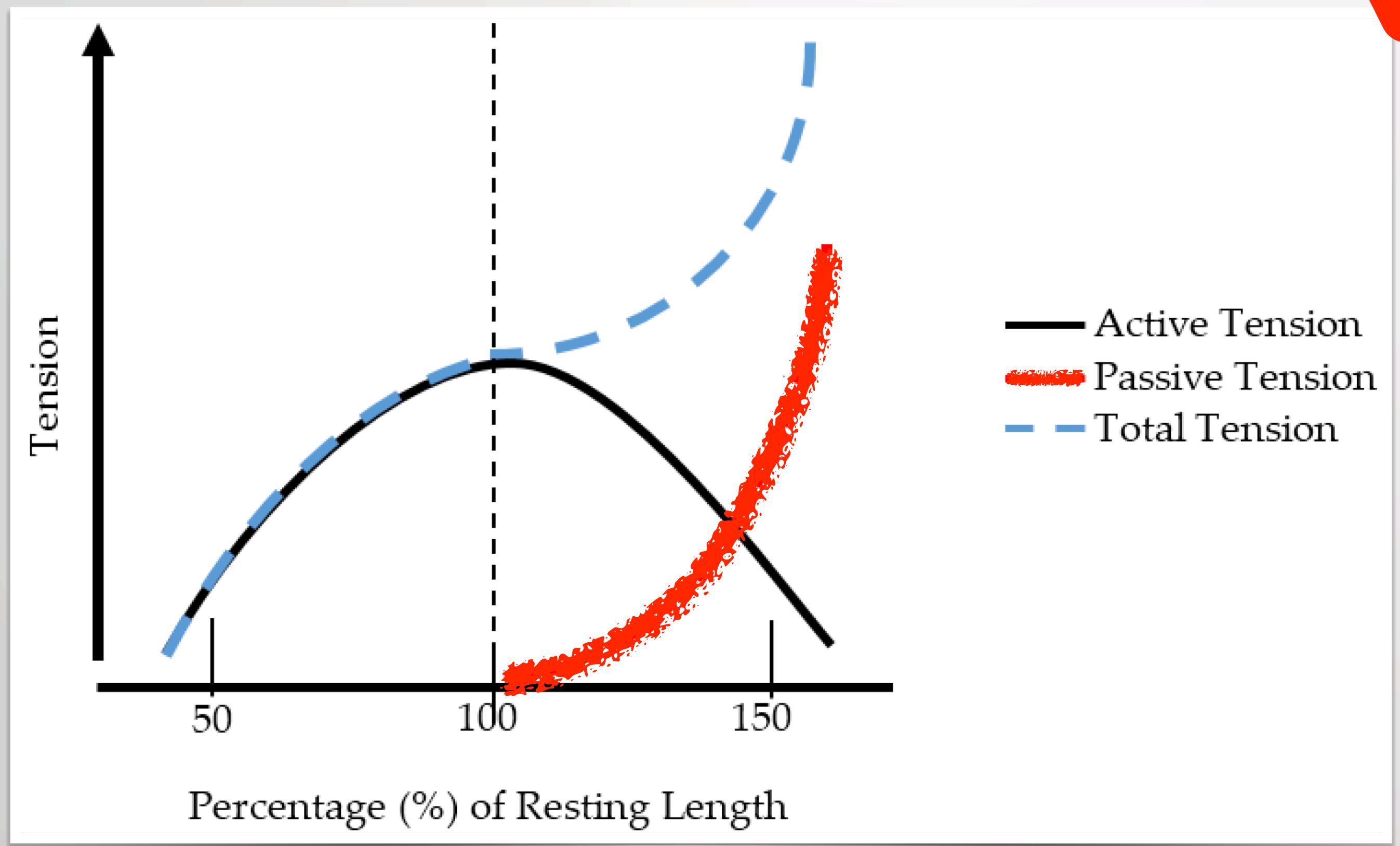
ESTE GRÁFICO TIENE EL
ESTIRAMIENTO A LA
DERECHA Y EL
ACORTAMIENTO A LA
IZQUIERDA

LO USAREMOS GIRADO

**BRAZOS DE
MOMENTO
+
TENSIÓN
ACTIVA**



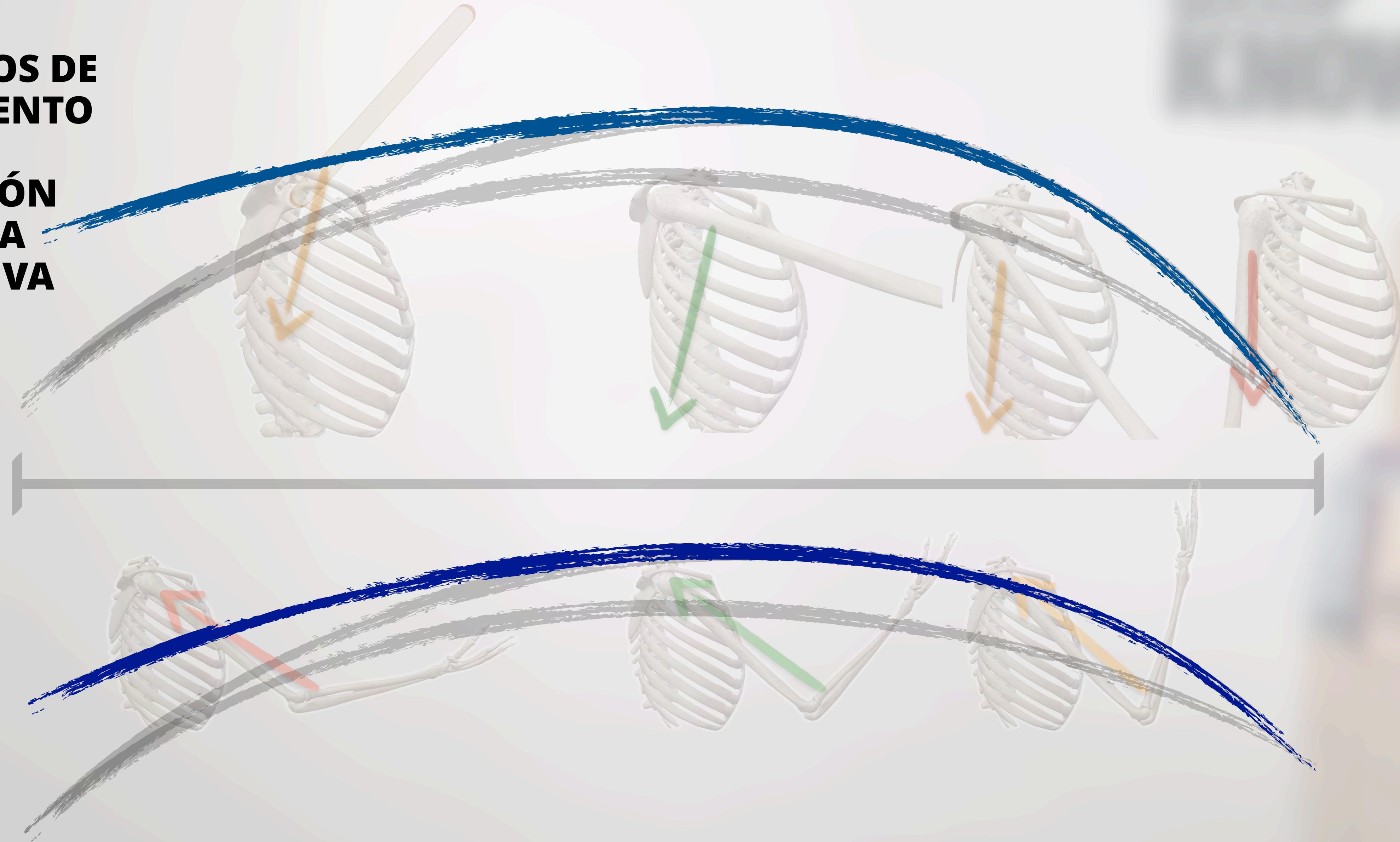
**TENSIÓN
PASIVA**



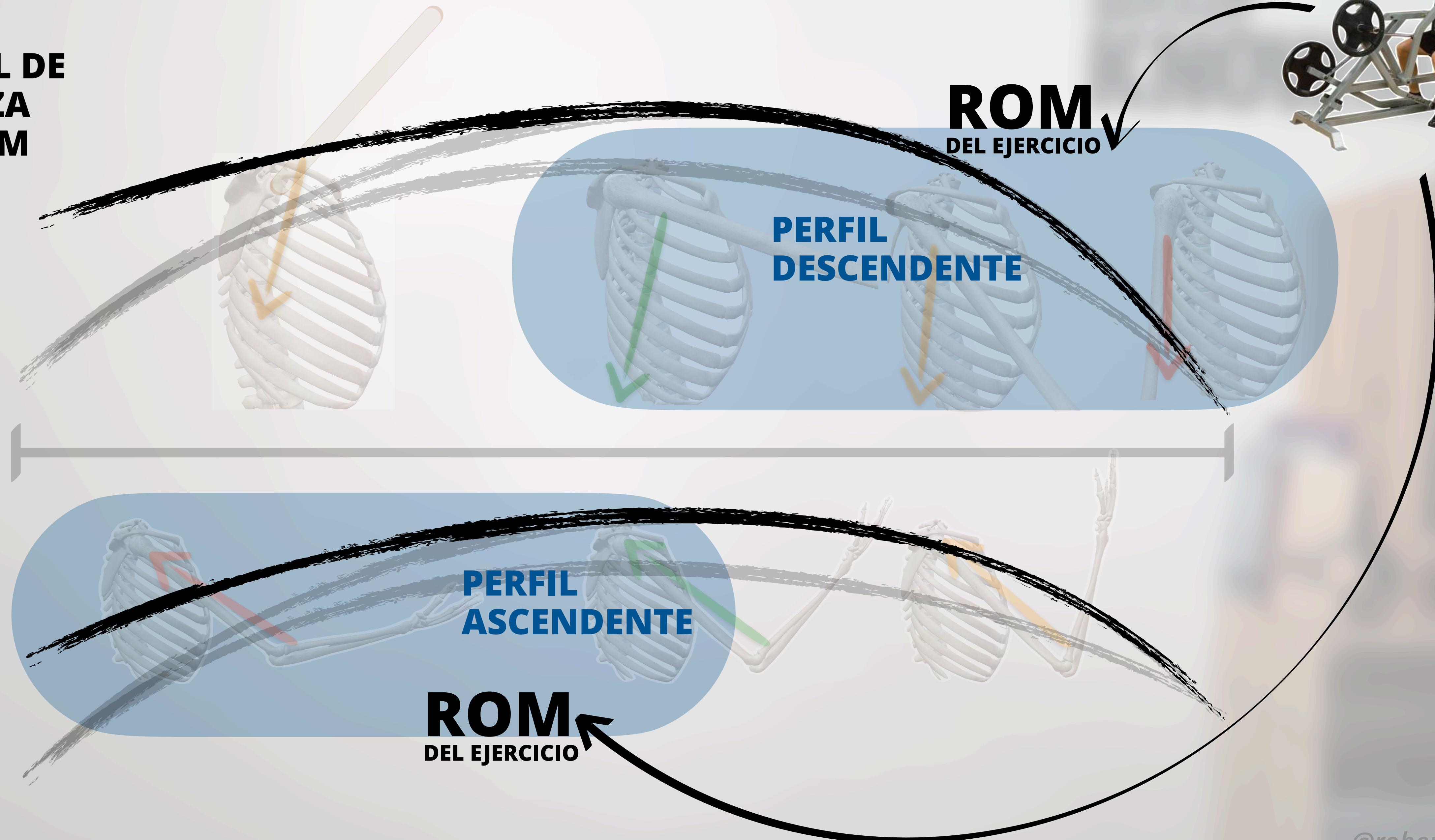
ESTE GRÁFICO TIENE EL
ESTIRAMIENTO A LA
DERECHA Y EL
ACORTAMIENTO A LA
IZQUIERDA

LO USAREMOS GIRADO

**BRAZOS DE
MOMENTO**
+
**TENSIÓN
ACTIVA**
+ **PASIVA**



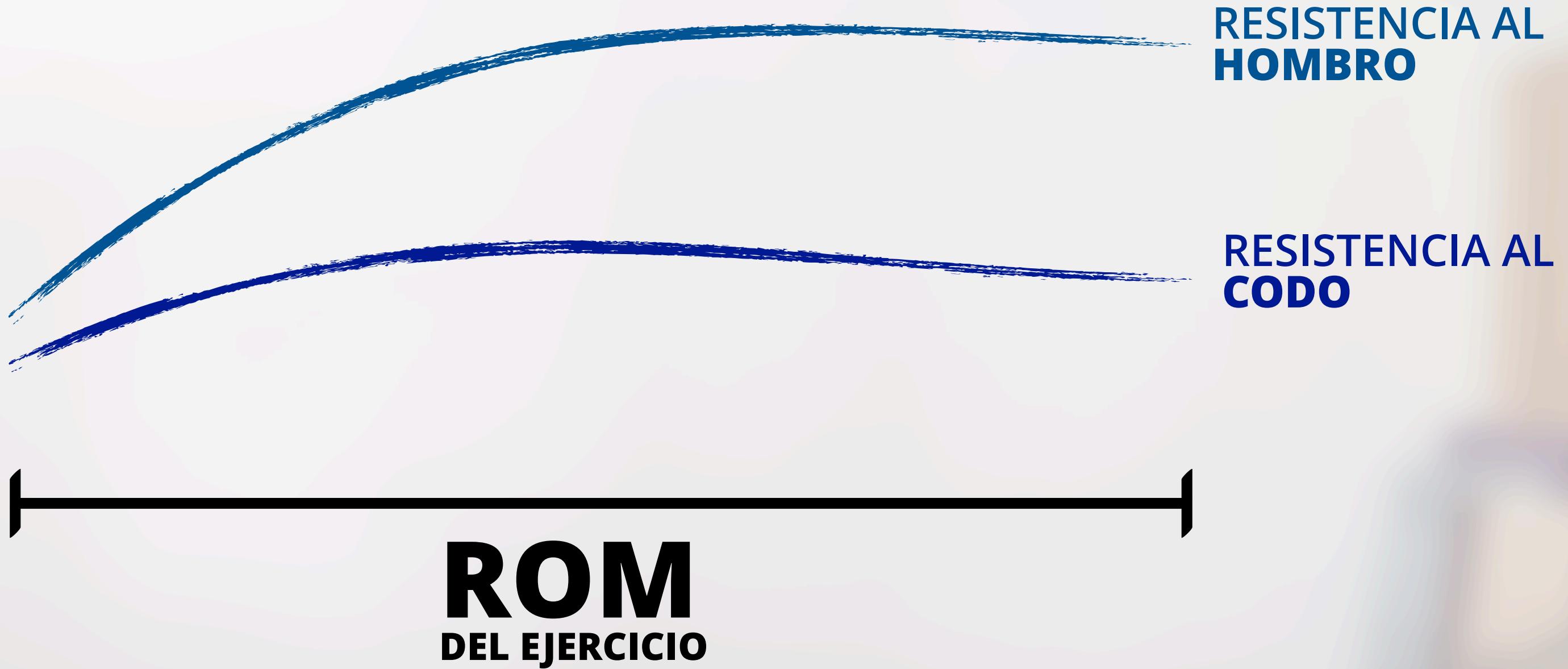
PERFIL DE FUERZA vs ROM



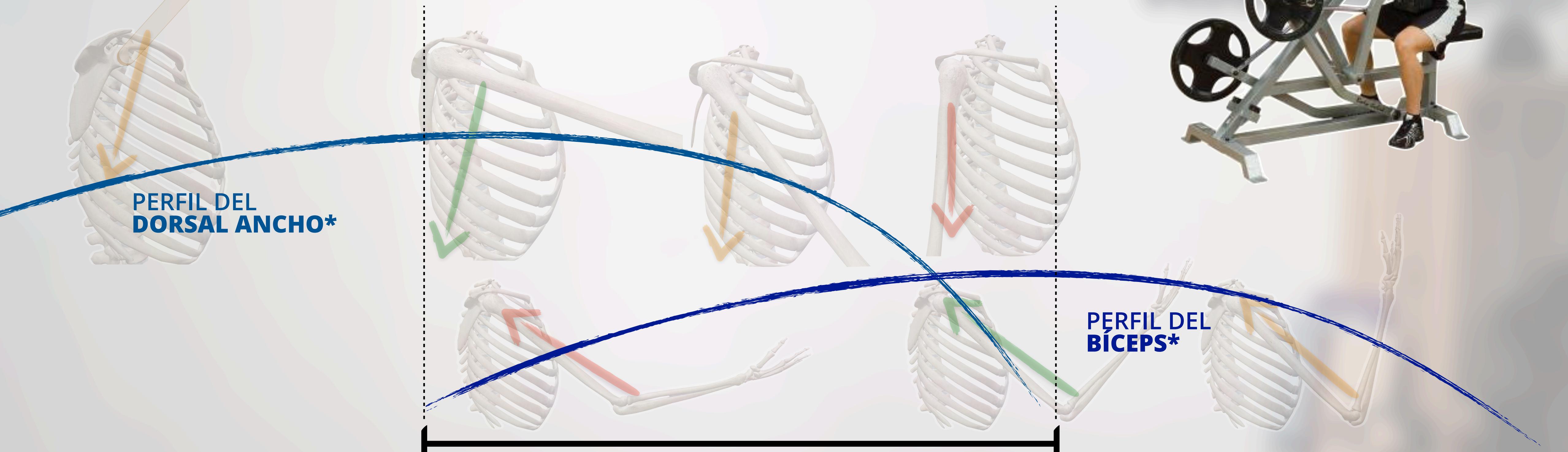
ANÁLISIS DE LOS EJERCICIOS

CONTRASTE DE PERFILES

PERFILES DE RESISTENCIA



PERFILES DE FUERZA



ROM
DEL EJERCICIO

PERFILES DE FUERZA vs PERFILES DE RESISTENCIA

