Uptc®
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

LA UNIVERSIDAD
QUE QUEREMOS

Electiva: Ingeniería Biomédica

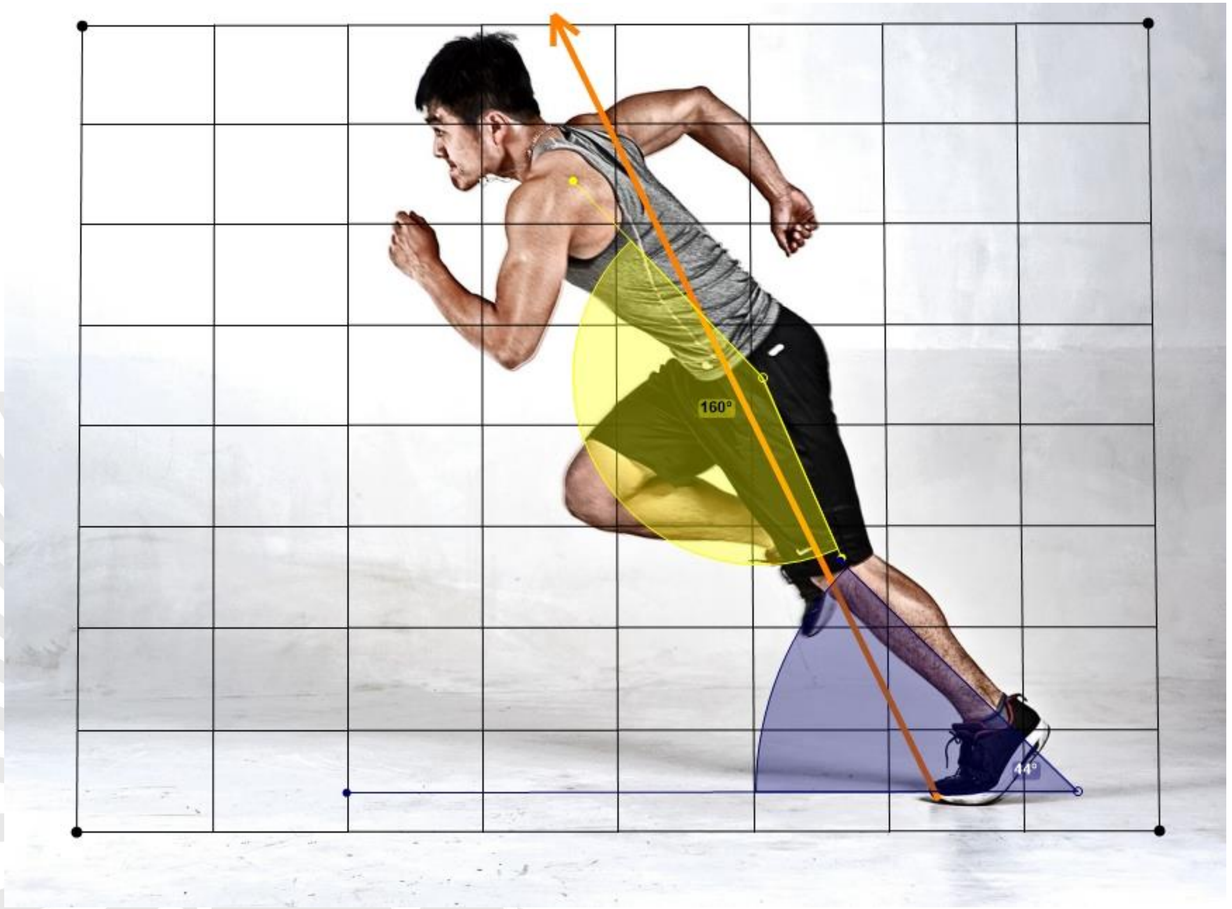
Fabian Rodrigo Castro Forero
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Escuela Ingeniería Electrónica
fabian.castro@uptc.edu.co

ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
DE ALTA CALIDAD
MULTICAMPUS
RESOLUCIÓN 3910 DE 2015 MEN / 6 AÑOS

www.uptc.edu.co

VIGILADA MINEDUCACIÓN

Unidad 2: Biomecánica y Sistemas de Medición Plantar



- Sistema Tónico Postural
- Posturología
- Podoposturología
- Biomecánica de los pies
- Biomecánica de la marcha

POSTURA

La postura puede ser explicada como la unión y configuración de los sistemas óseos, articular, muscular y nervioso para mantener el cuerpo en una posición deseada en relación a un punto de referencia.

Segmentos Posturales

- Cualquier parte del cuerpo que soporte y transfiera peso es considerada un segmento postural.

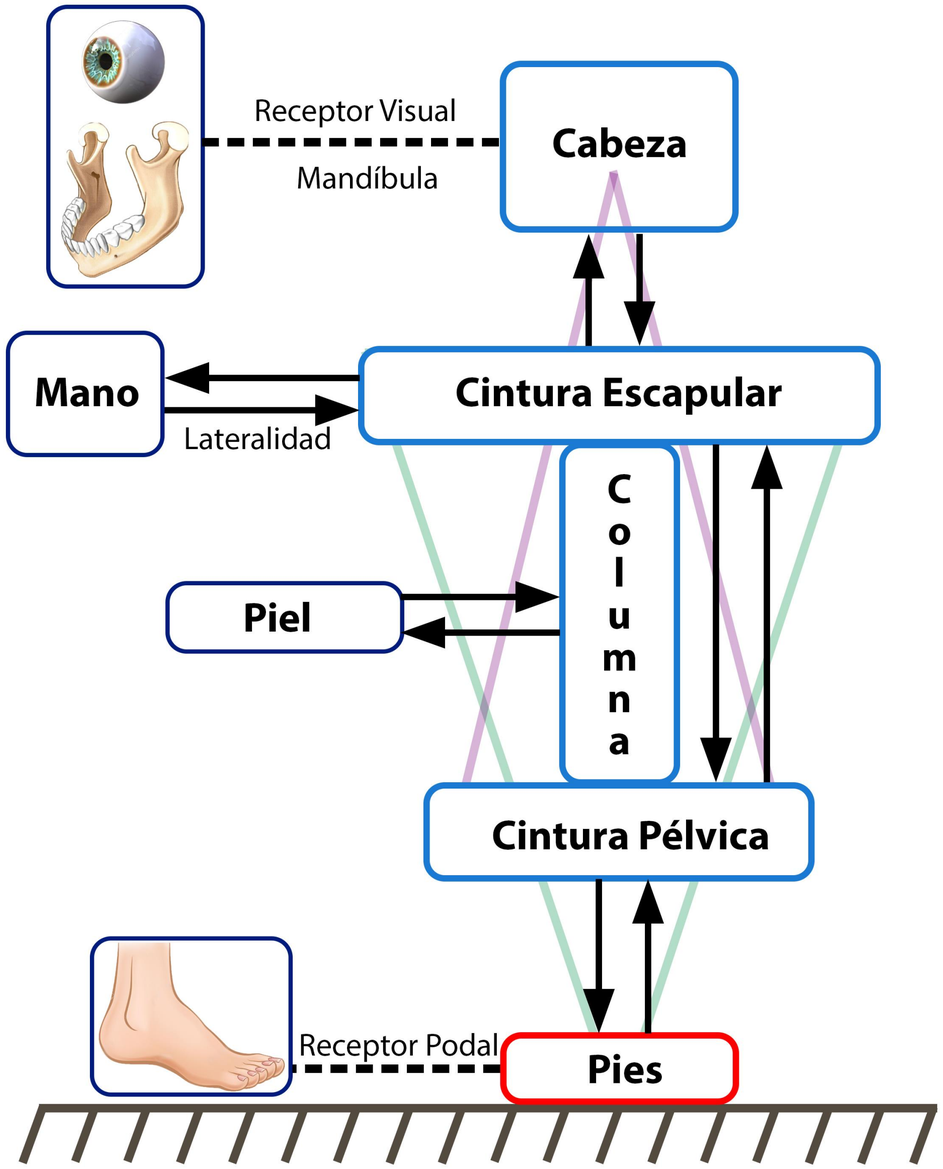
piernas
(pies, rodillas) ; codos ; columna ; cuello

- Para mantener una postura deseada, se deben alinear y configurar los diferentes segmentos posturales.

Sistema Postural

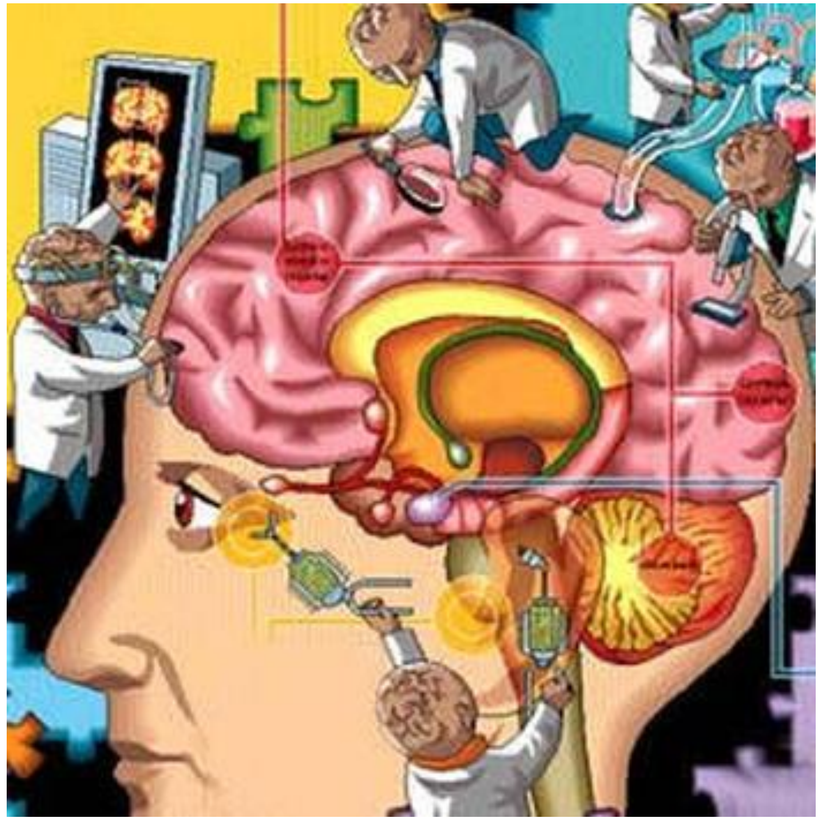
- Modelo de doble péndulo propuesto por **Bricot (2010).**

- Conocimiento Holístico



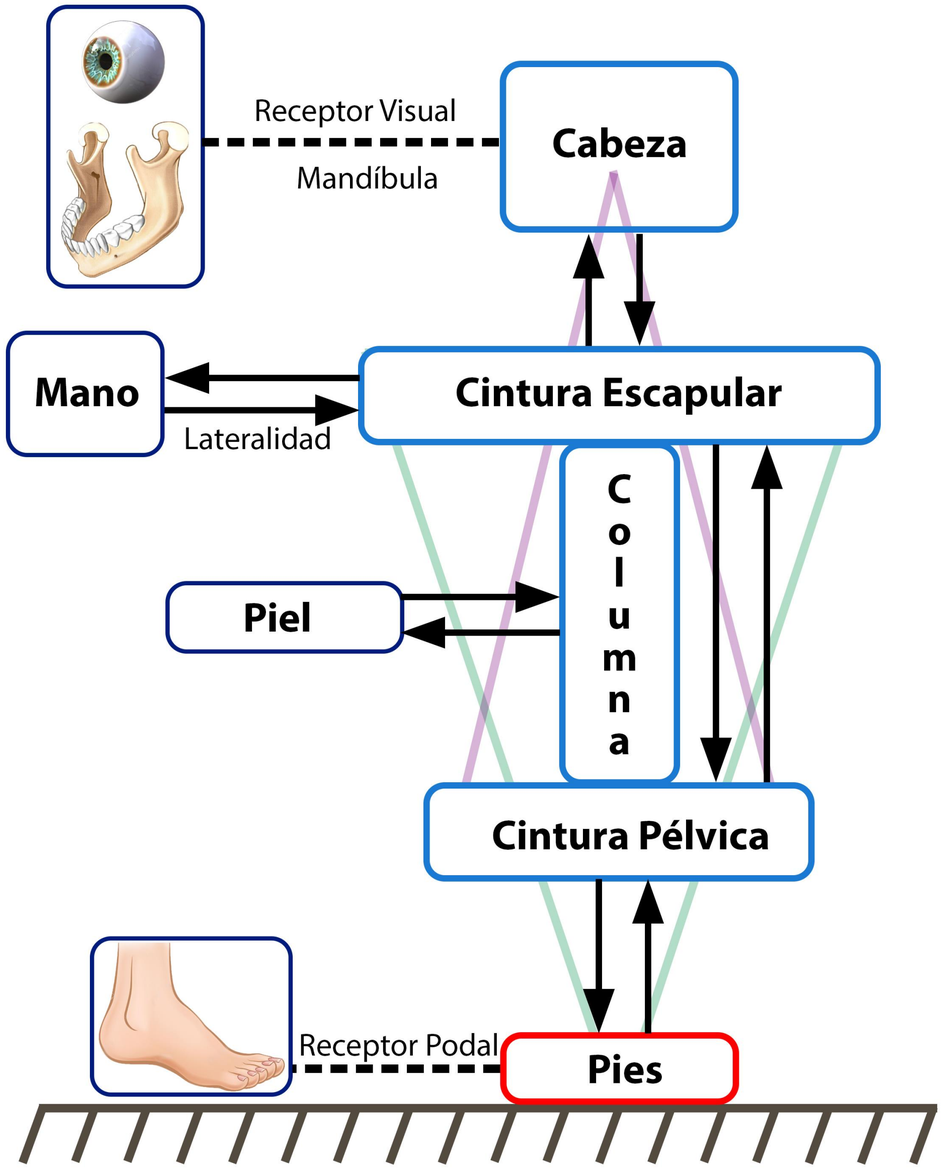
Conocimiento Holístico

Comprende el concepto de una persona o cosa o idea, como un TODO



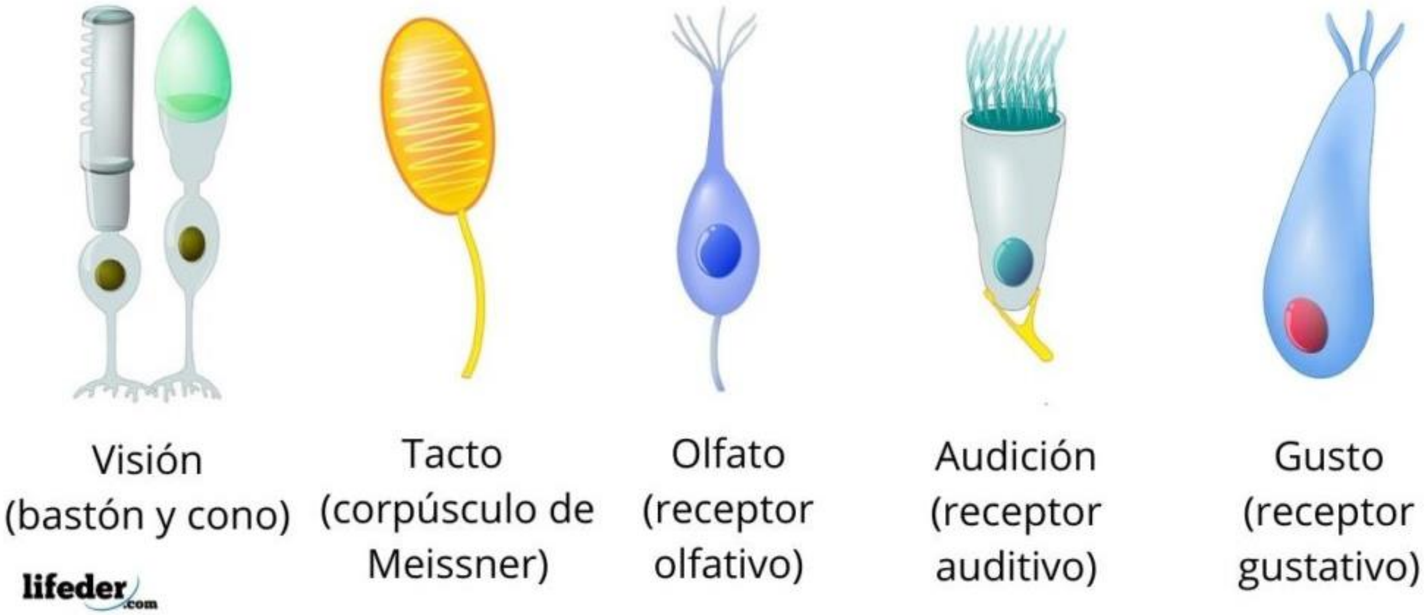
Sistema Postural

- Sistema de Control con Entradas-Controlador-Actuadores
- Luchar contra las fuerzas externas y no desplomarse



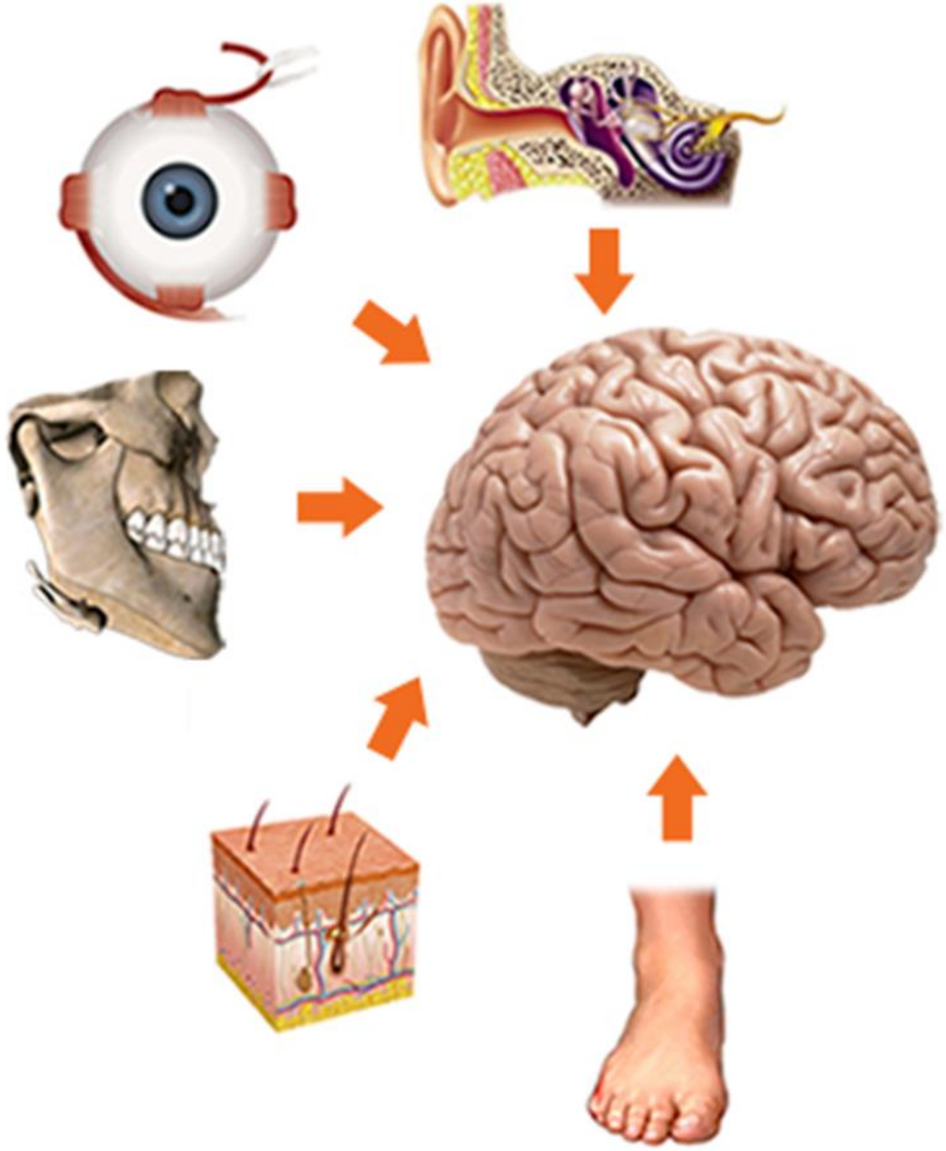
Receptores Sensoriales

- Los receptores sensoriales son terminaciones nerviosas o células especializadas capaces de captar estímulos internos o externos y generar en respuesta impulsos nerviosos.

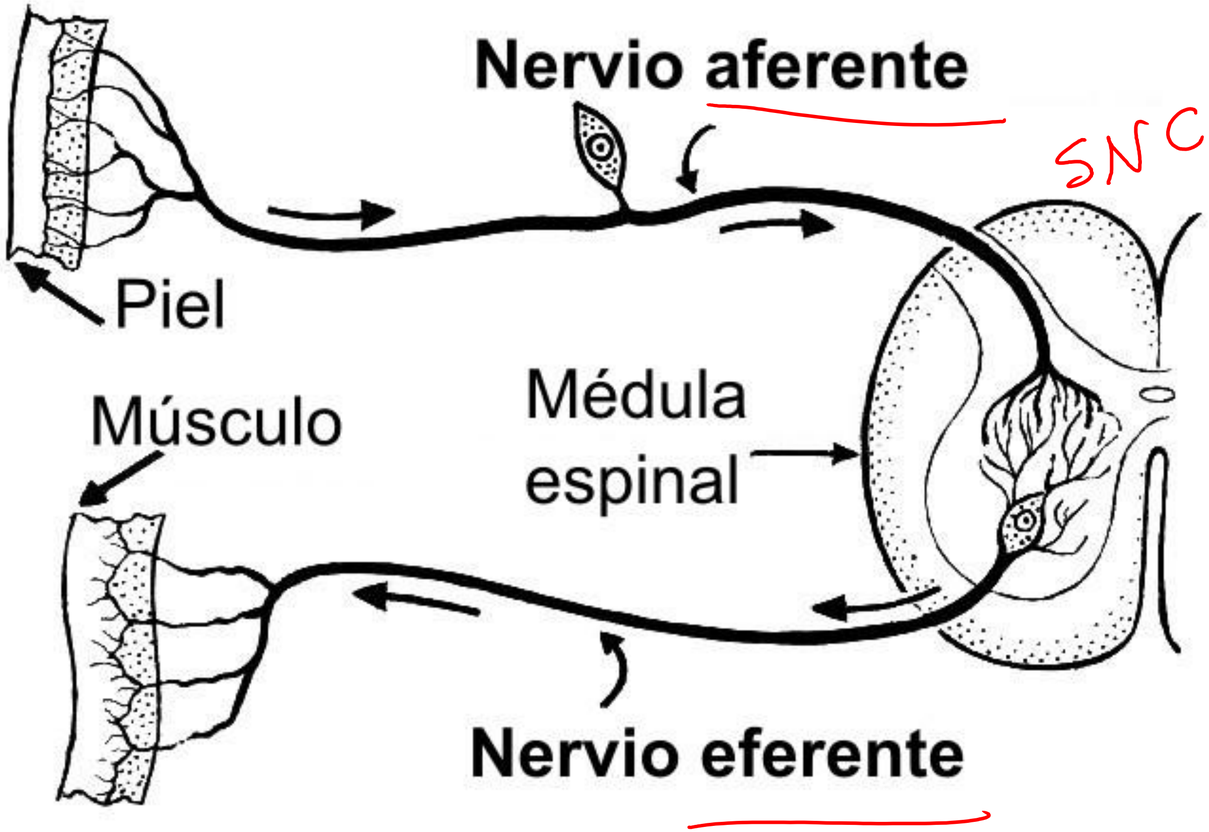


Sistema Post

- Sistema de Control con Entradas-**Controlador**-Actuadores

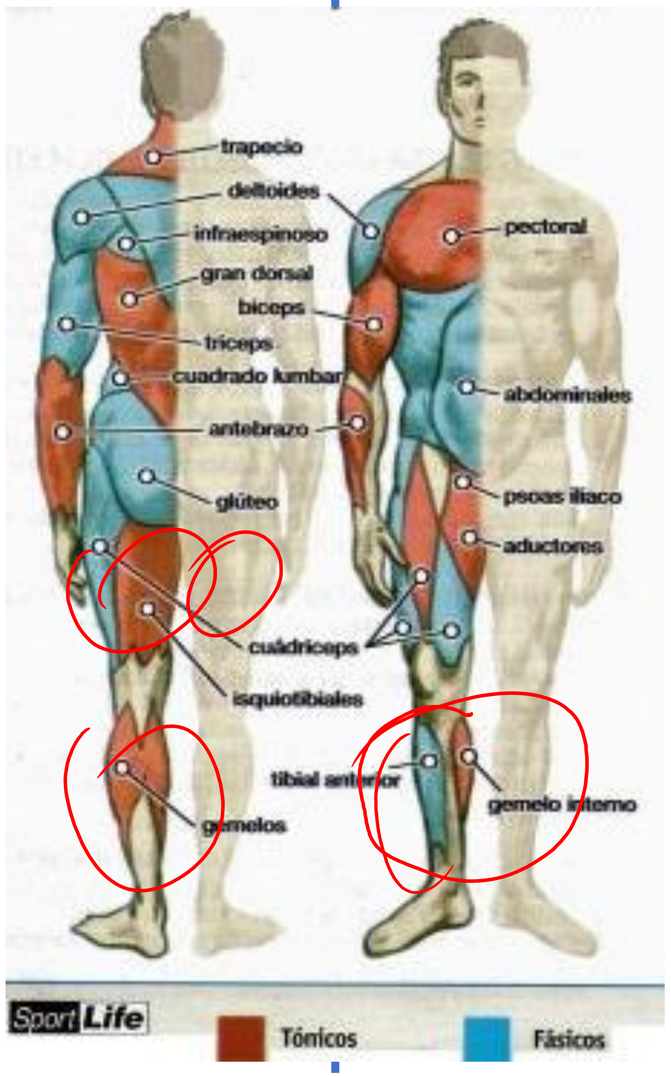


Actuadores


Nervio aferente
SNC
Piel
Médula espinal
Músculo
Nervio eferente

Músculos Tónicos y Músculos Fásicos

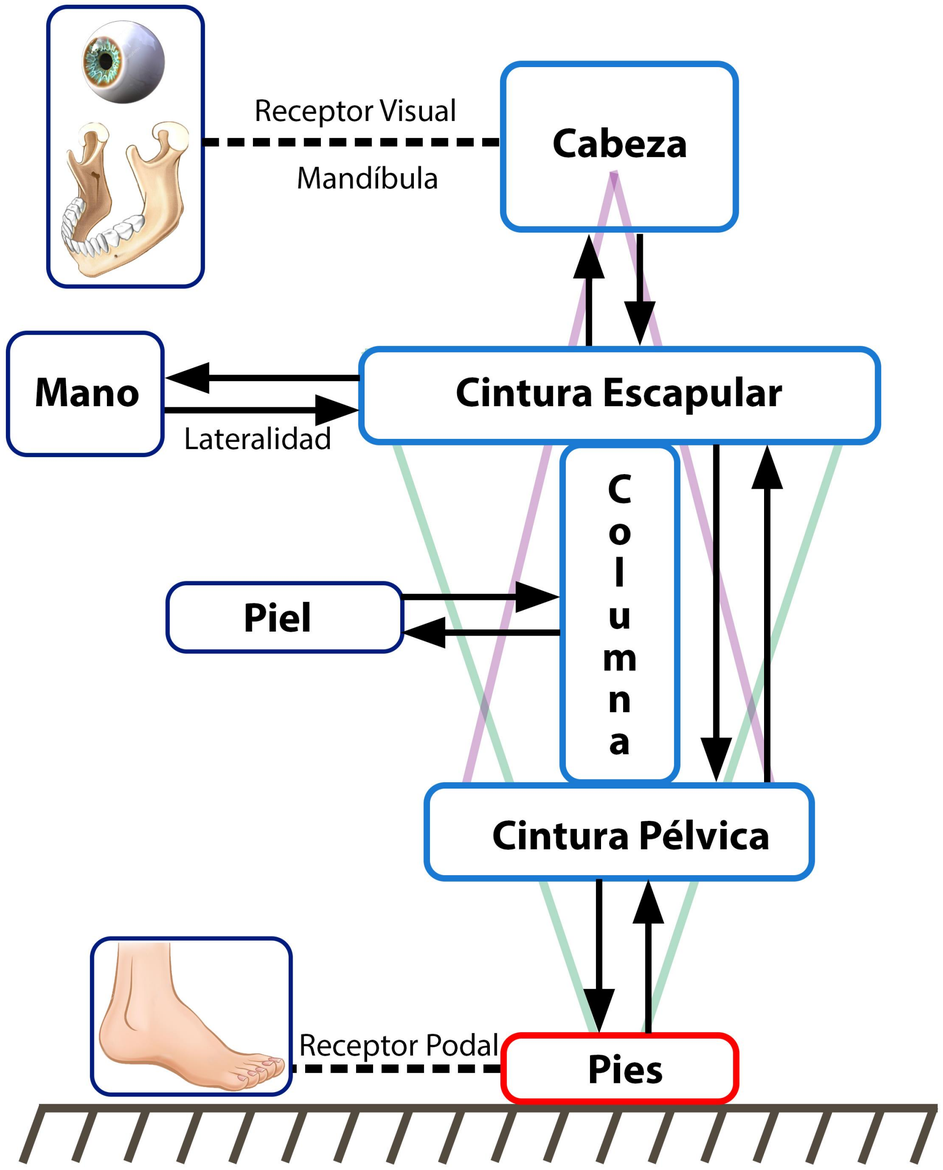
Los tónicos son los que tienden a acortarse y, como su nombre lo indica, a estar muy tonificados, muy duros. **Su función principal es mantener la postura y dependiendo de nuestra posición pueden llegar a acortarse demasiado**



Los fásicos son, en cambio, aquellos que tienen muy poco tono muscular y muy estirados, tienden a alargarse en lugar de acortarse. **Entran en acción cuando nosotros lo deseamos, es decir que tienen una contracción voluntaria**

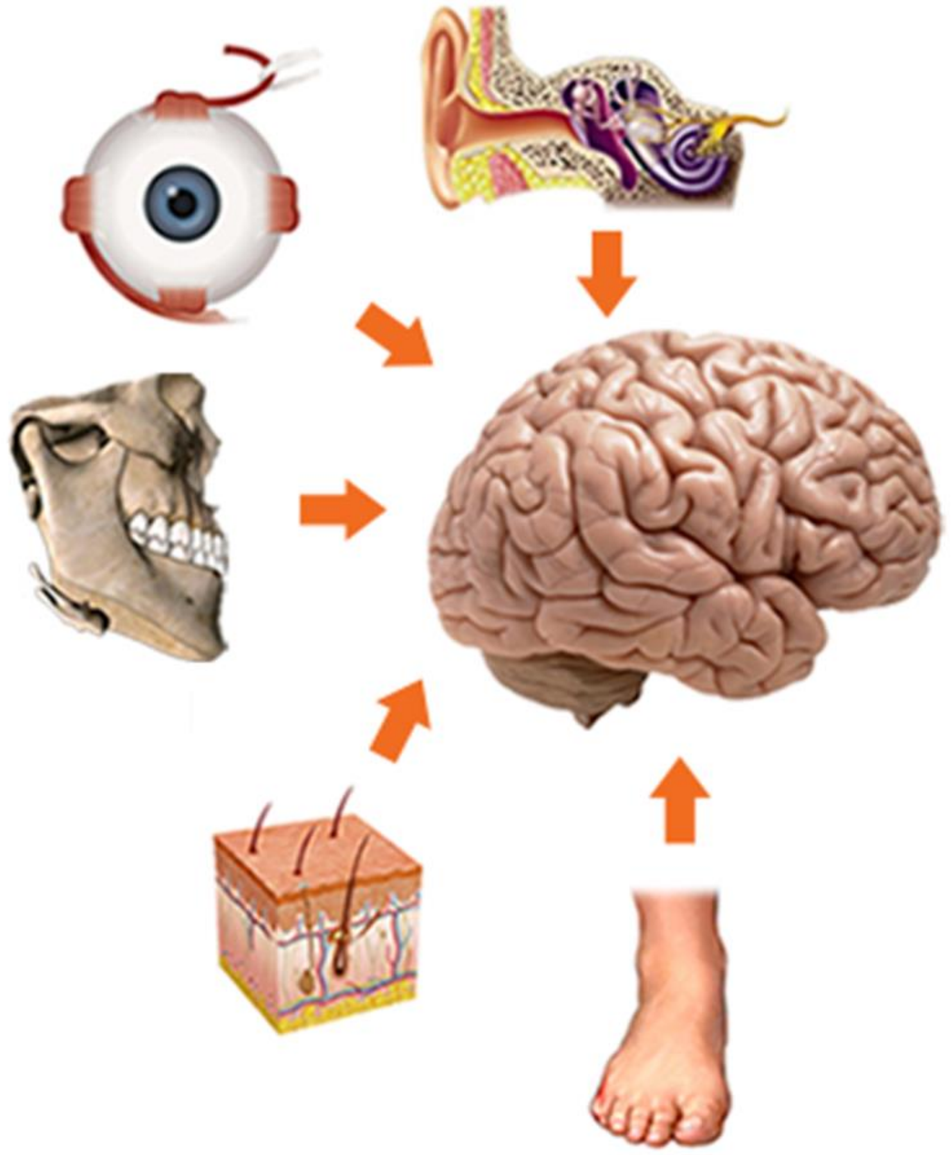
Sistema Tónico Postu

Conjunto de interacciones entre aferencias y eferencias dadas por varios receptores posturales, los que a su vez están modulados directa e indirectamente por el Sistema Nervioso Central, a nivel córtico-espinal y a través de un complejo sistema de reflejos neuro-sensitivo motores.



Sistema Tónico Postur

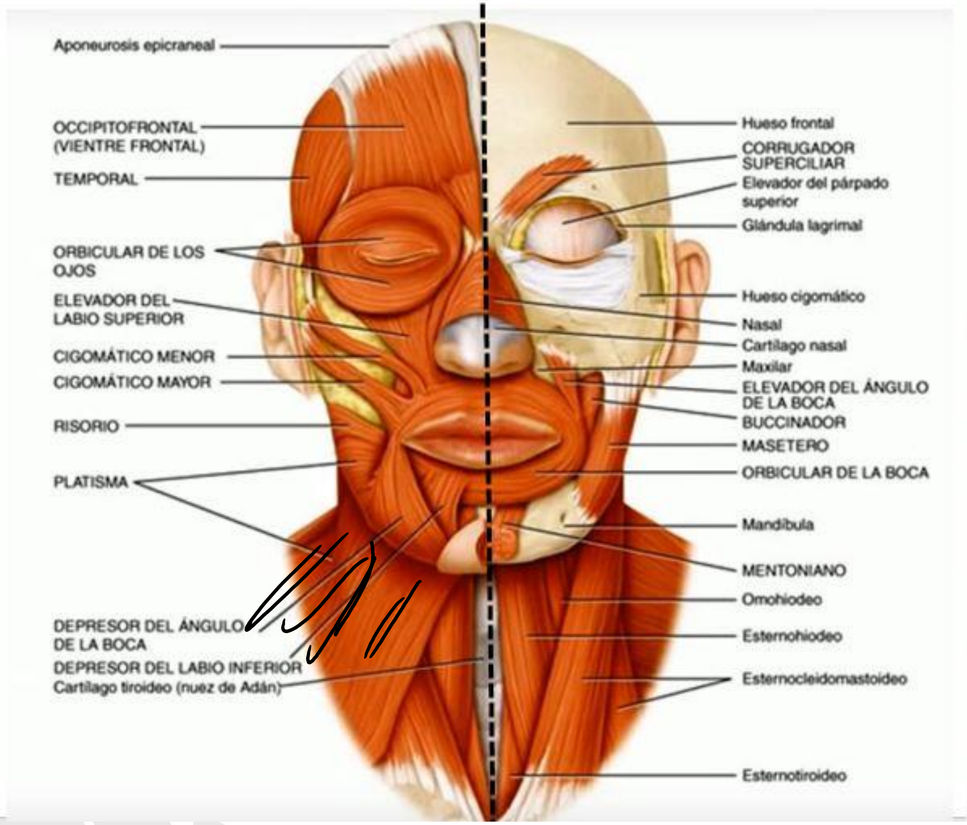
- Sistema de Control con Entradas-Controlador-Actuadores



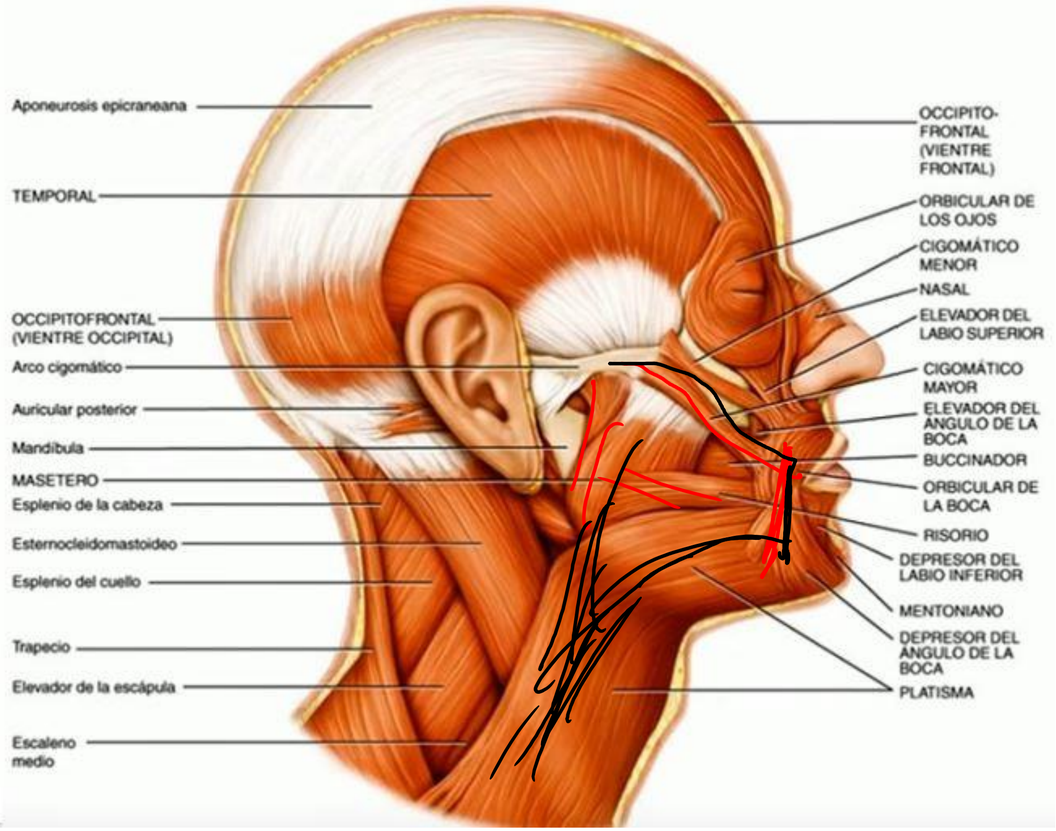
Músculos de la Cabeza

Visión anterior

Visión anterior superficial | Visión anterior profunda

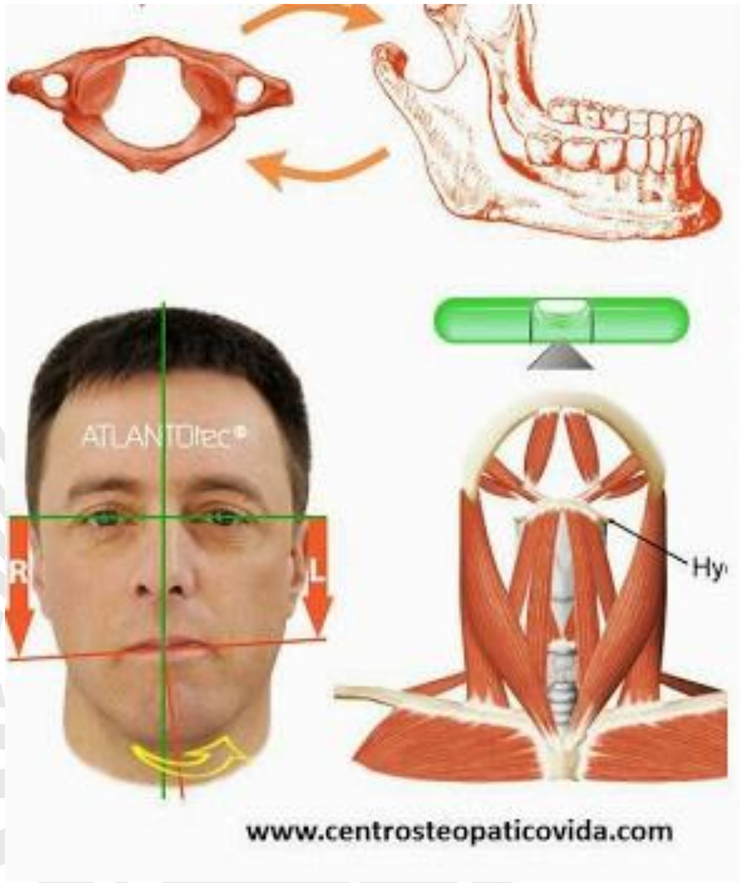


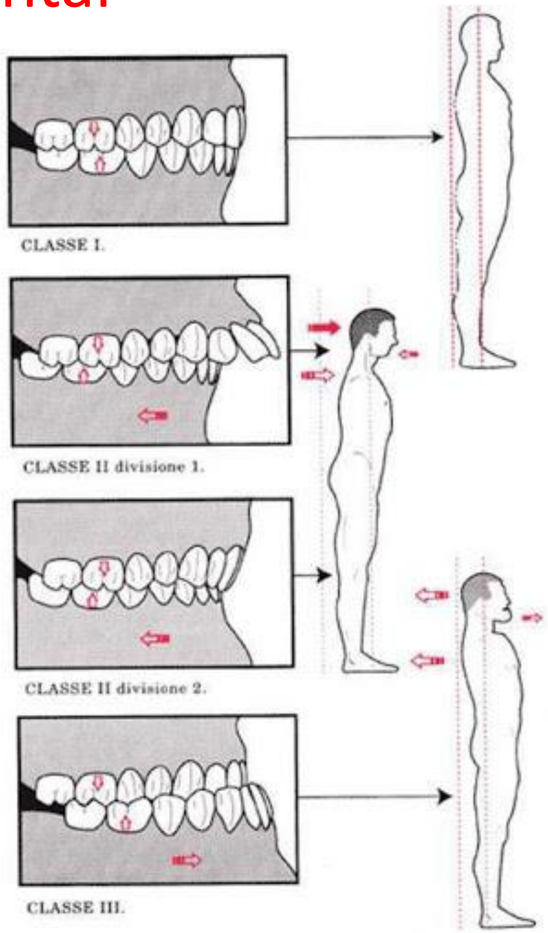
Visión superficial lateral derecha

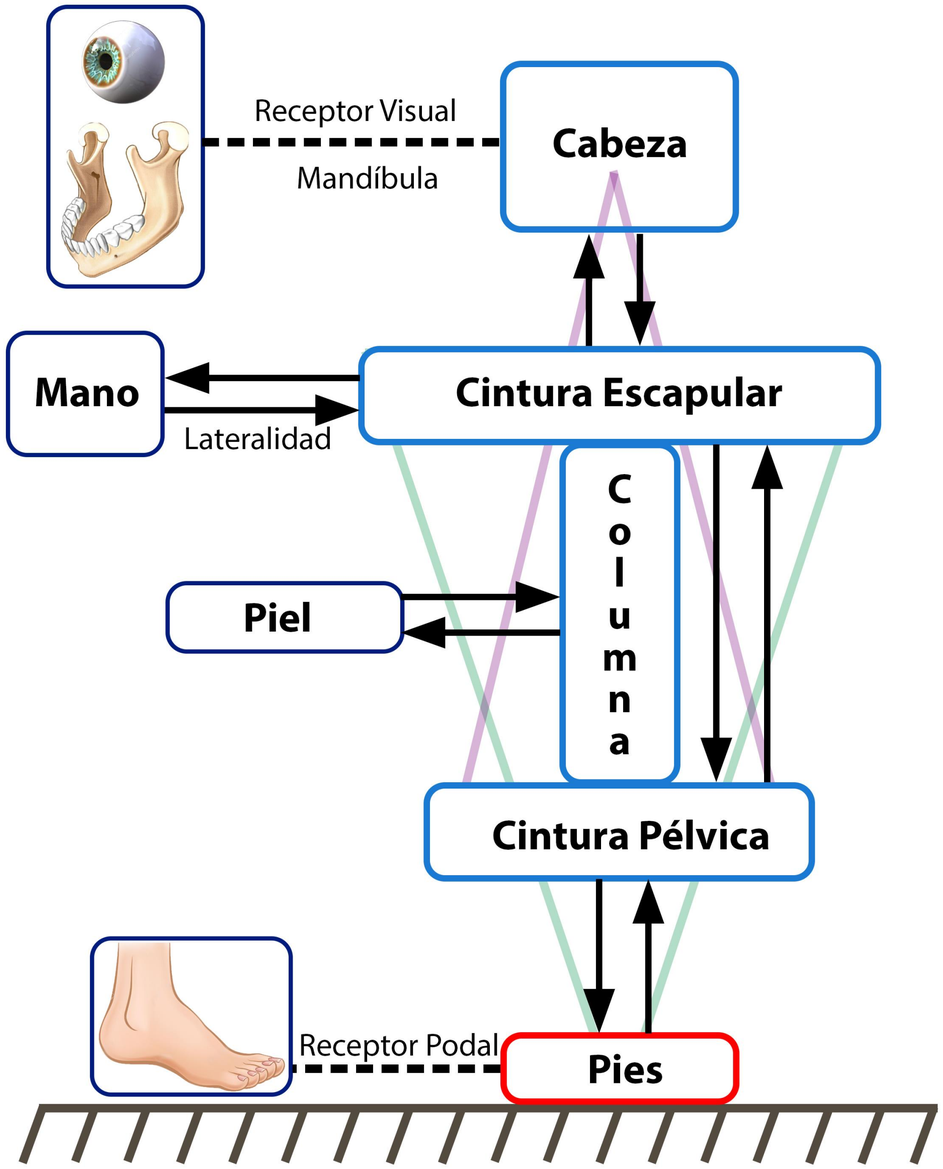


Sistema Tónico Postu

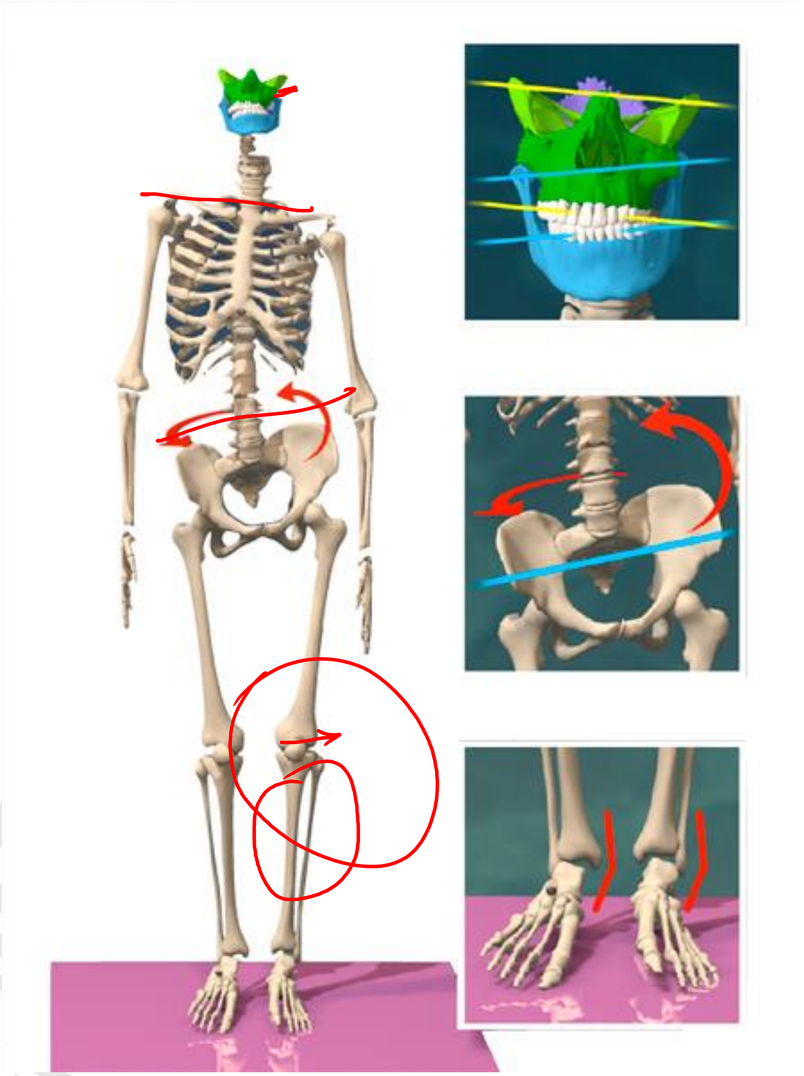
Oclusión Dental

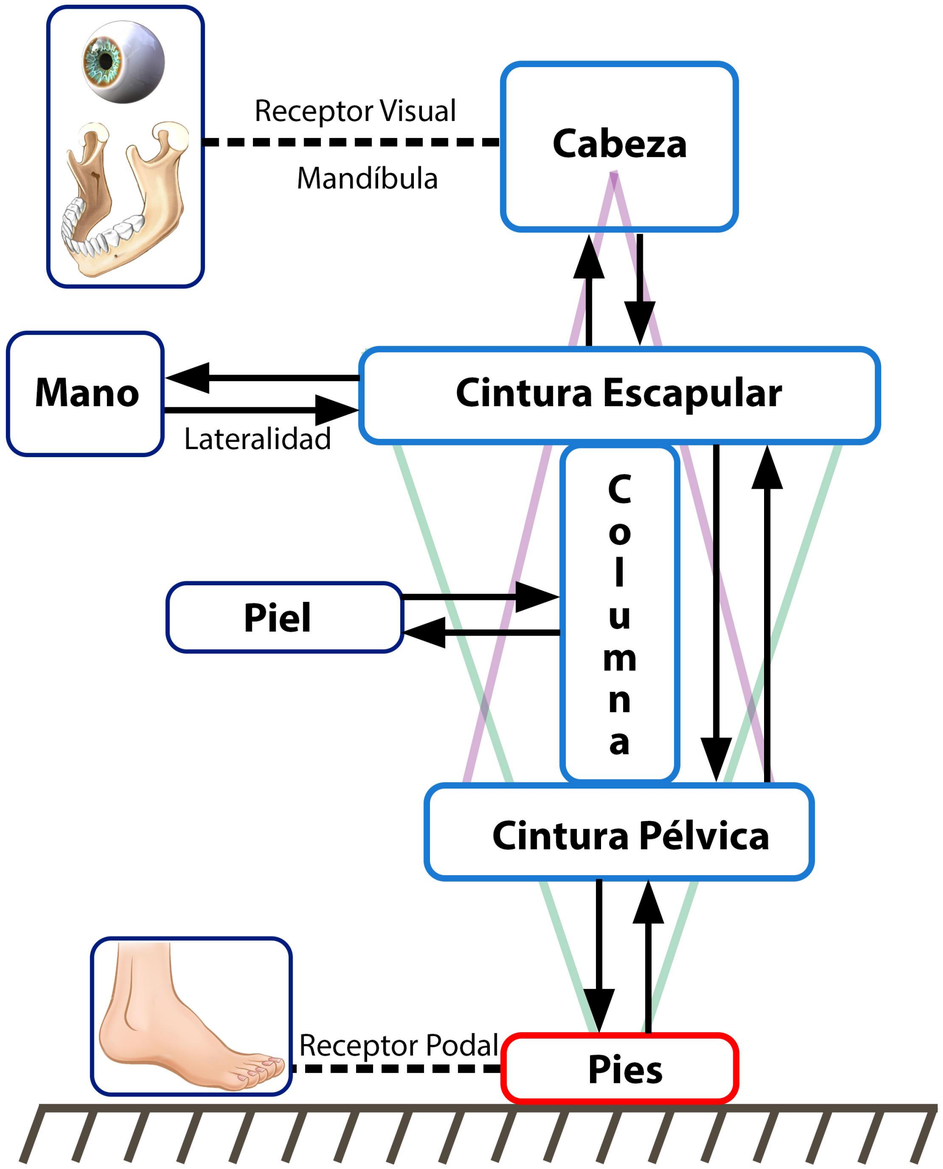




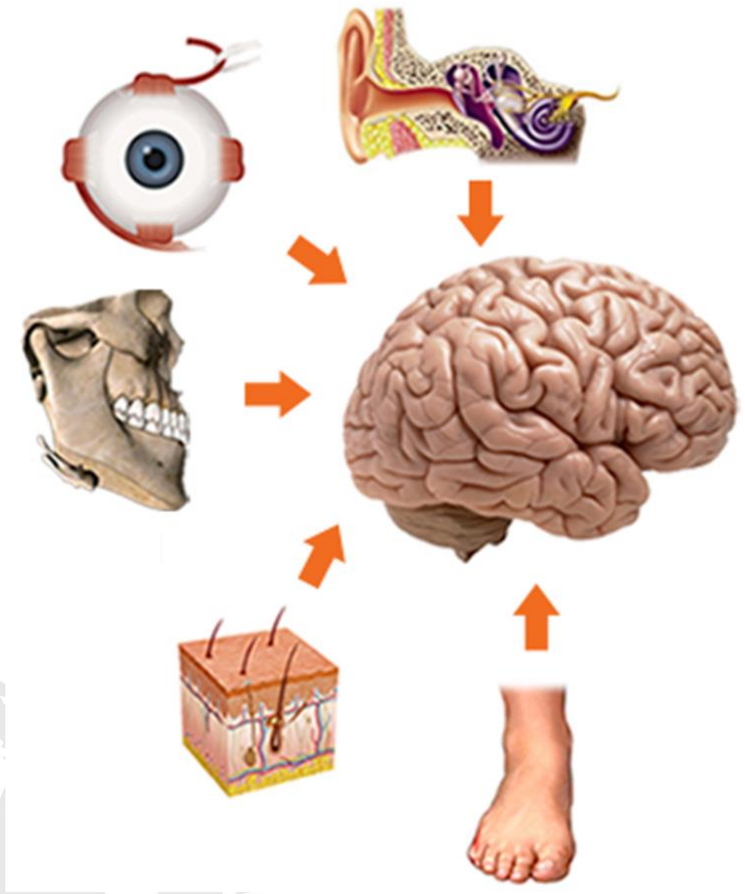


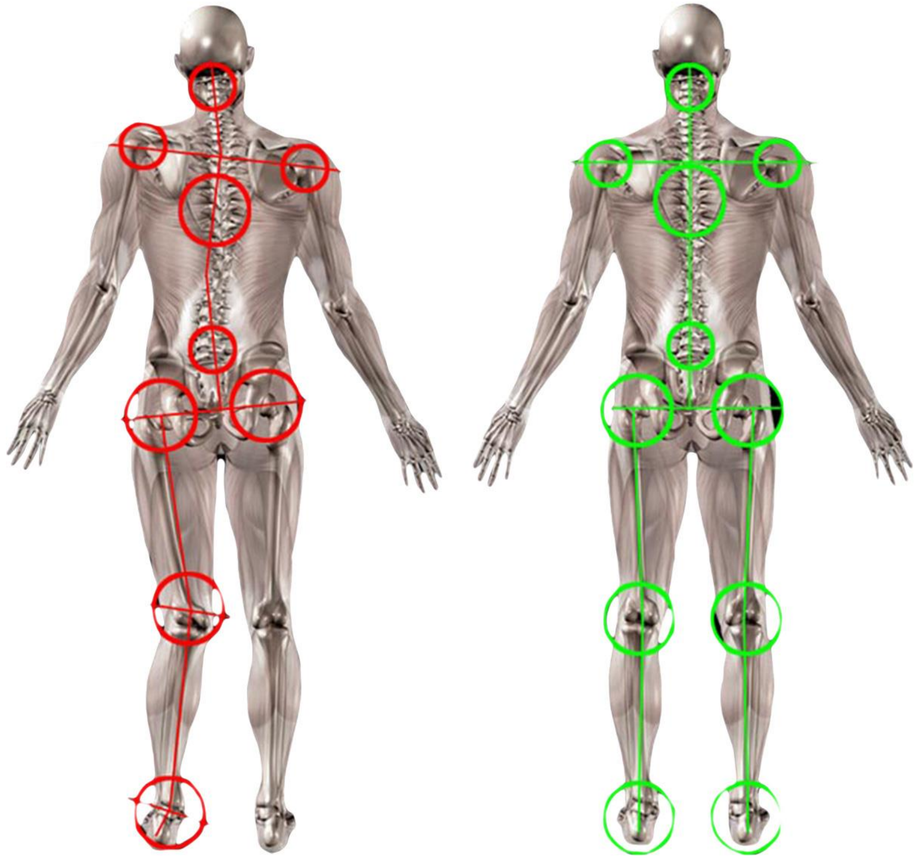
Sistema Tónico Postura



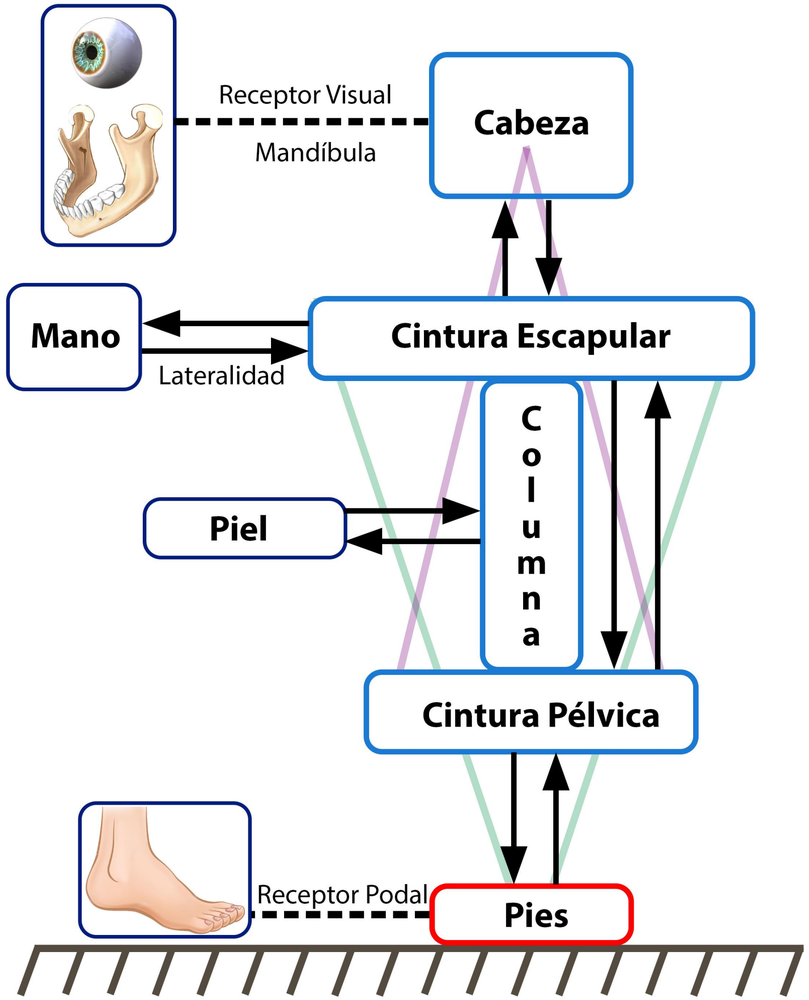


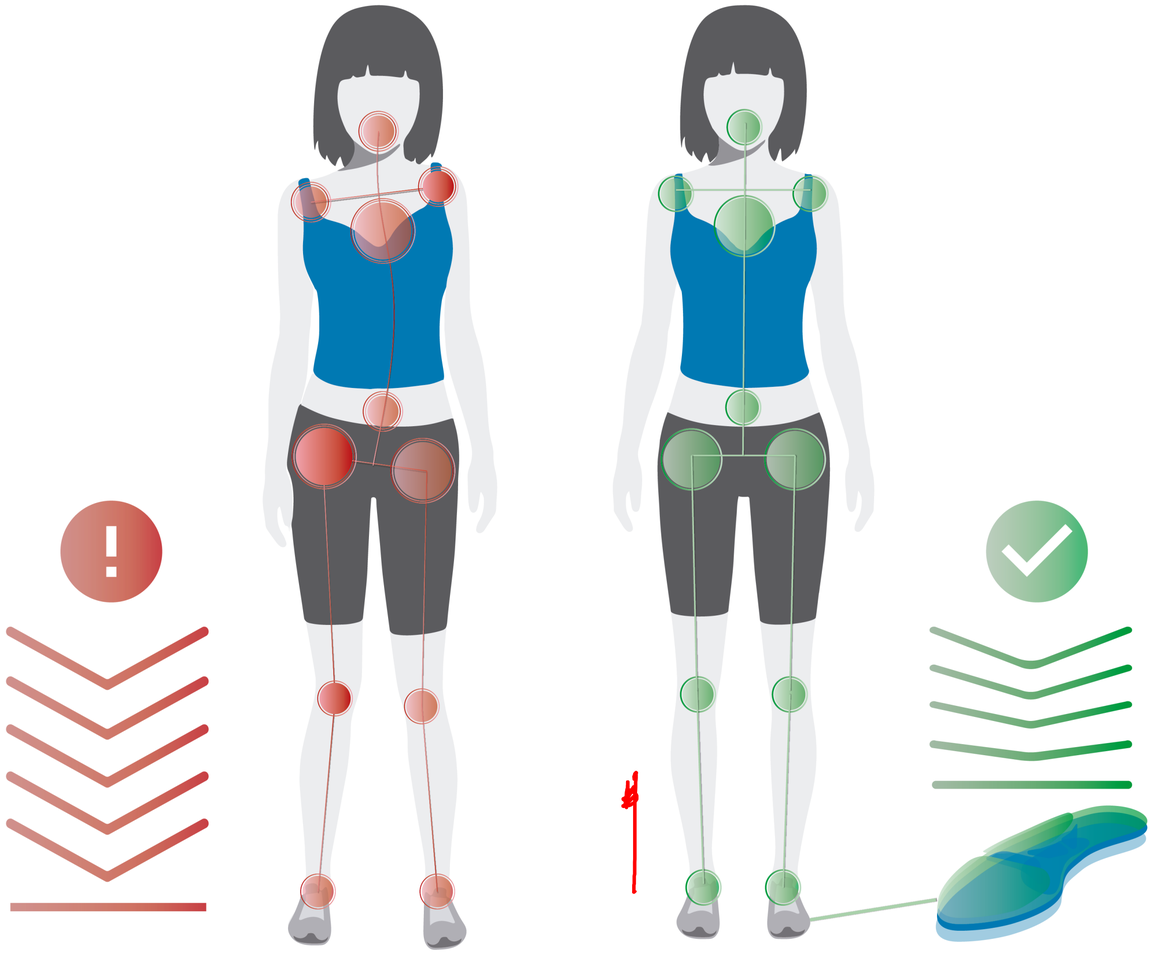
POSTUROLOGÍA





PODOPOSTUROLOGÍA



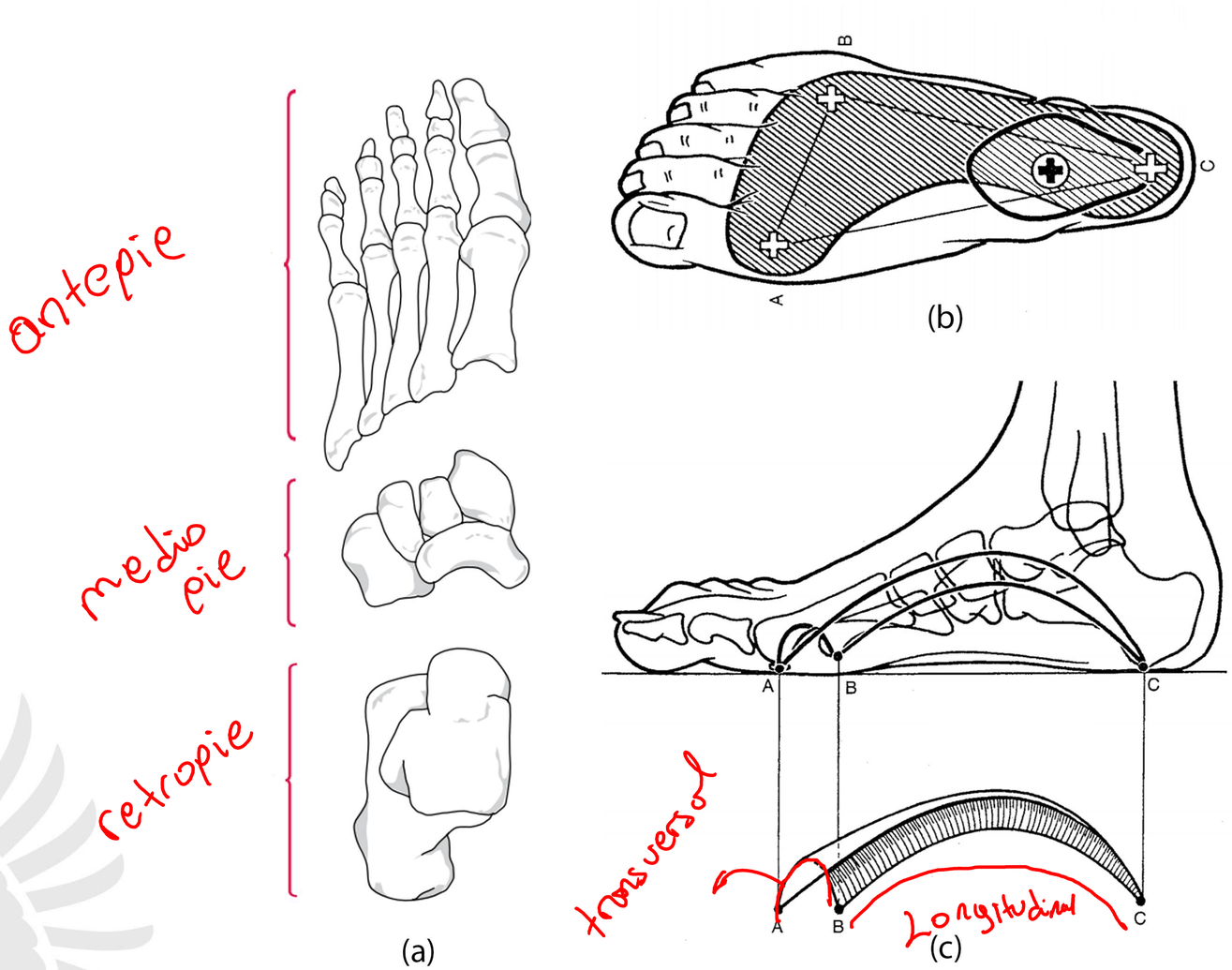


Pies

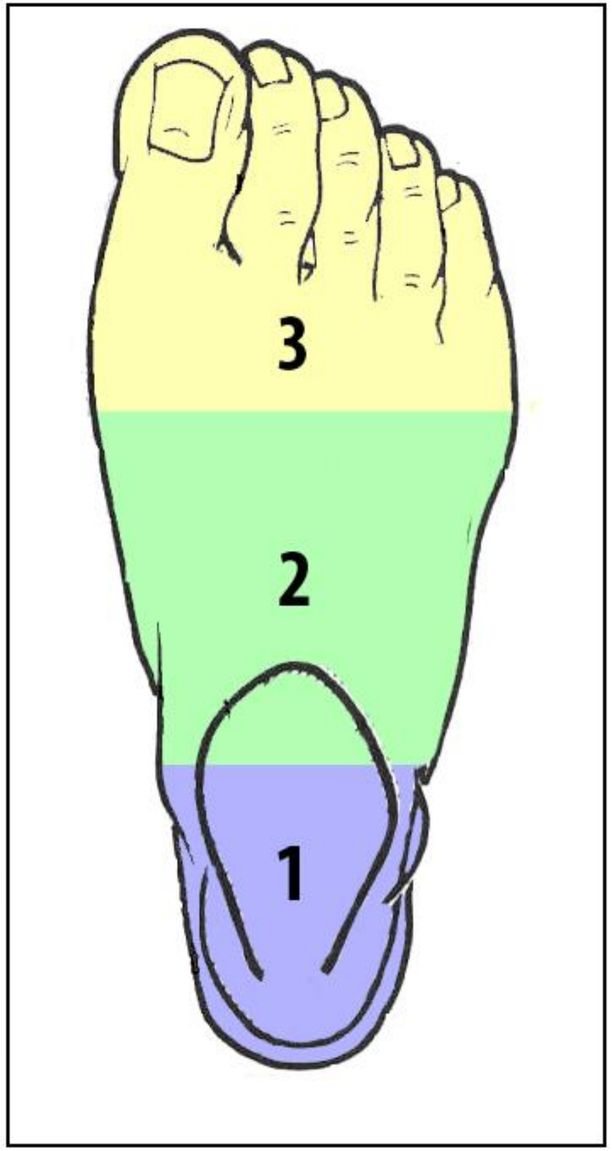
- **Base de sustentación.**
- **Ofrecen equilíbrio y estabilidade.**
- **Transferir y amortiguar fuerzas.**
- **Segmento postural más importante del cuerpo humano.**

Segmento postural adaptativo y de gran interacción con el medio ambiente

Anatomía del Pie



Anatomía del Pie



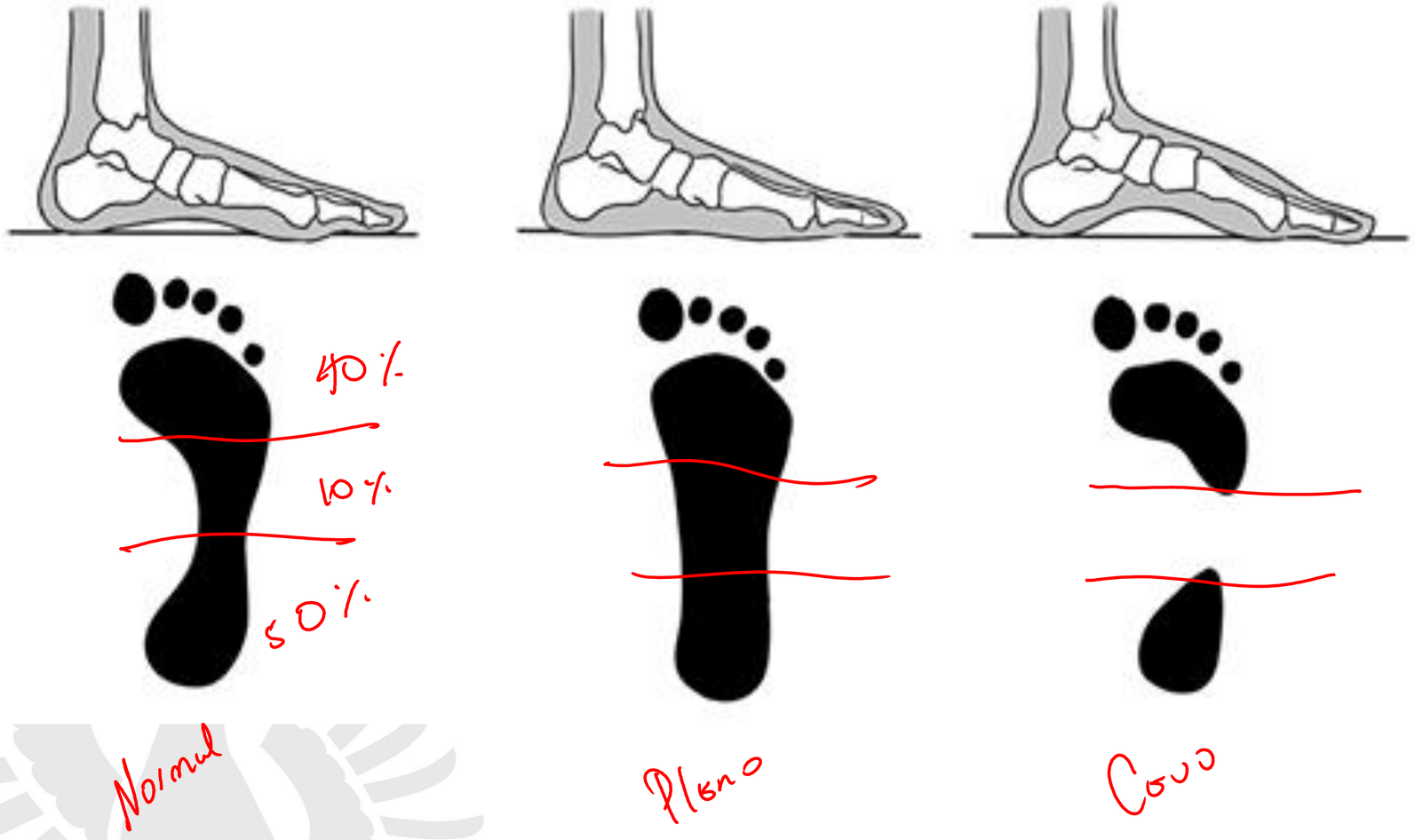
Antepie 30-40% del peso

Mediopié 10-20% del peso

Retropie 40-50% del peso

Descargas de peso fuera de las franjas llevan a clasificaciones patológicas de los pies: pie plano o cavo.

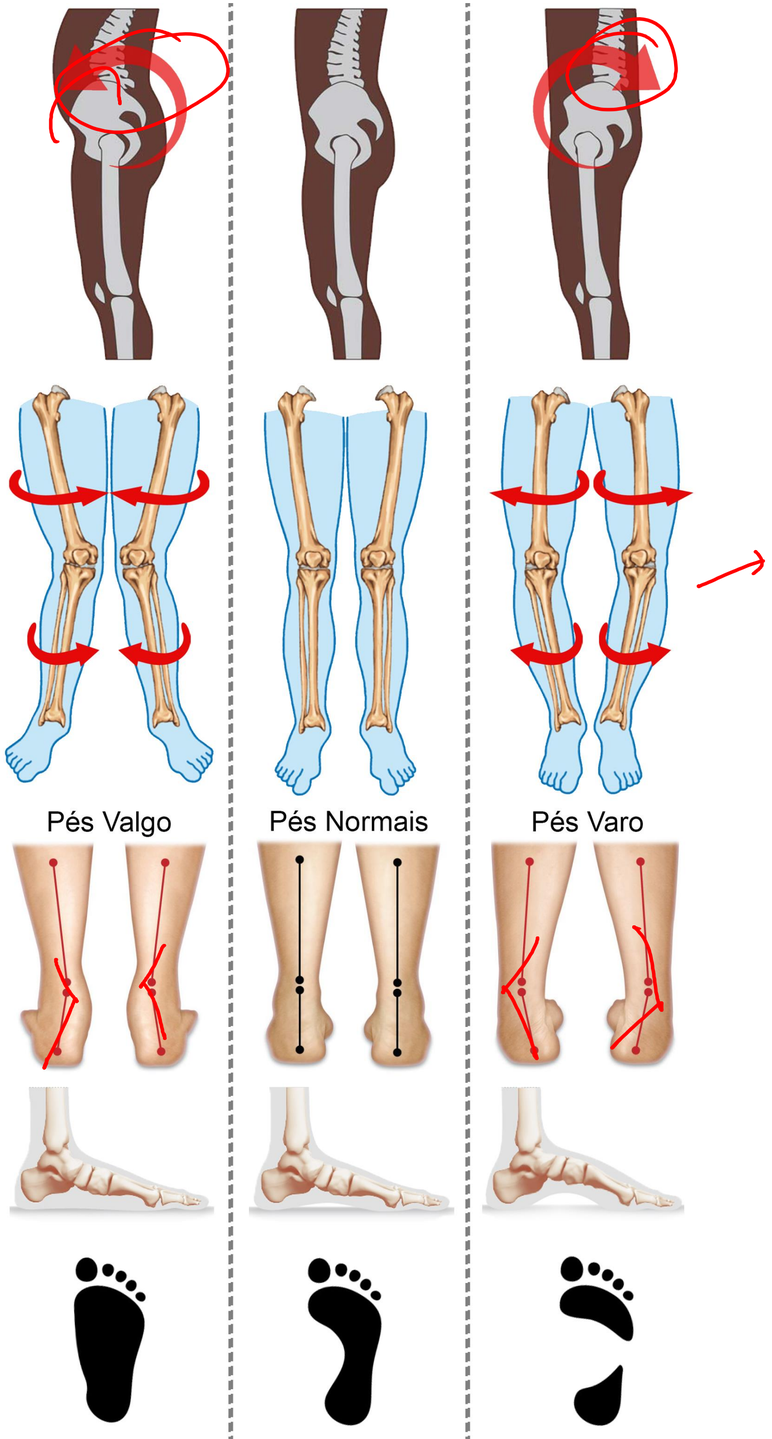
Anatomía del Pie



Descargas de peso fuera de las franjas llevan a clasificaciones patológicas de los pies: pie plano o cavo.

$p < 0{,}05$

Deformidades de los pies y solicitudes anormales en la cadena ascendente

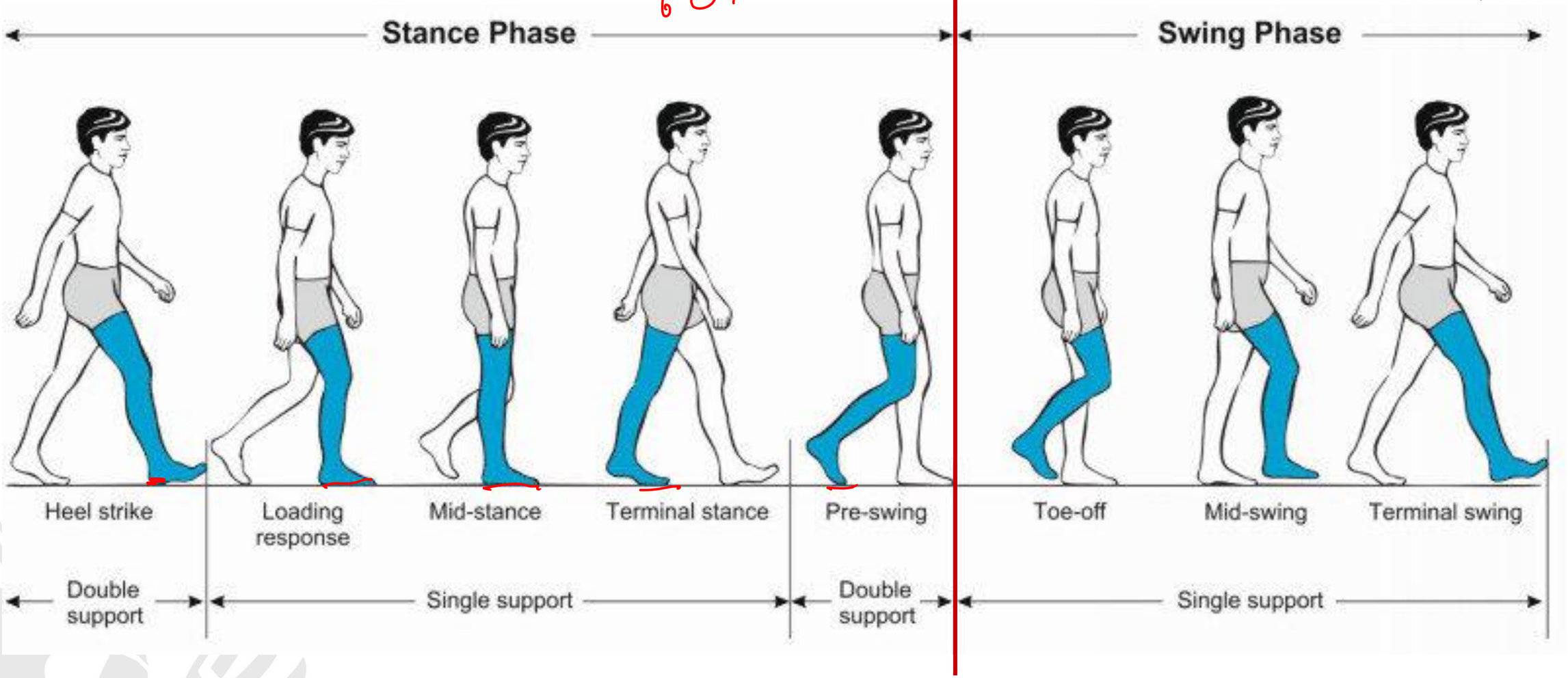


Postura Dinámica

Marcha

Fase de Apoyo 60%

Fase de Balanceo 40%



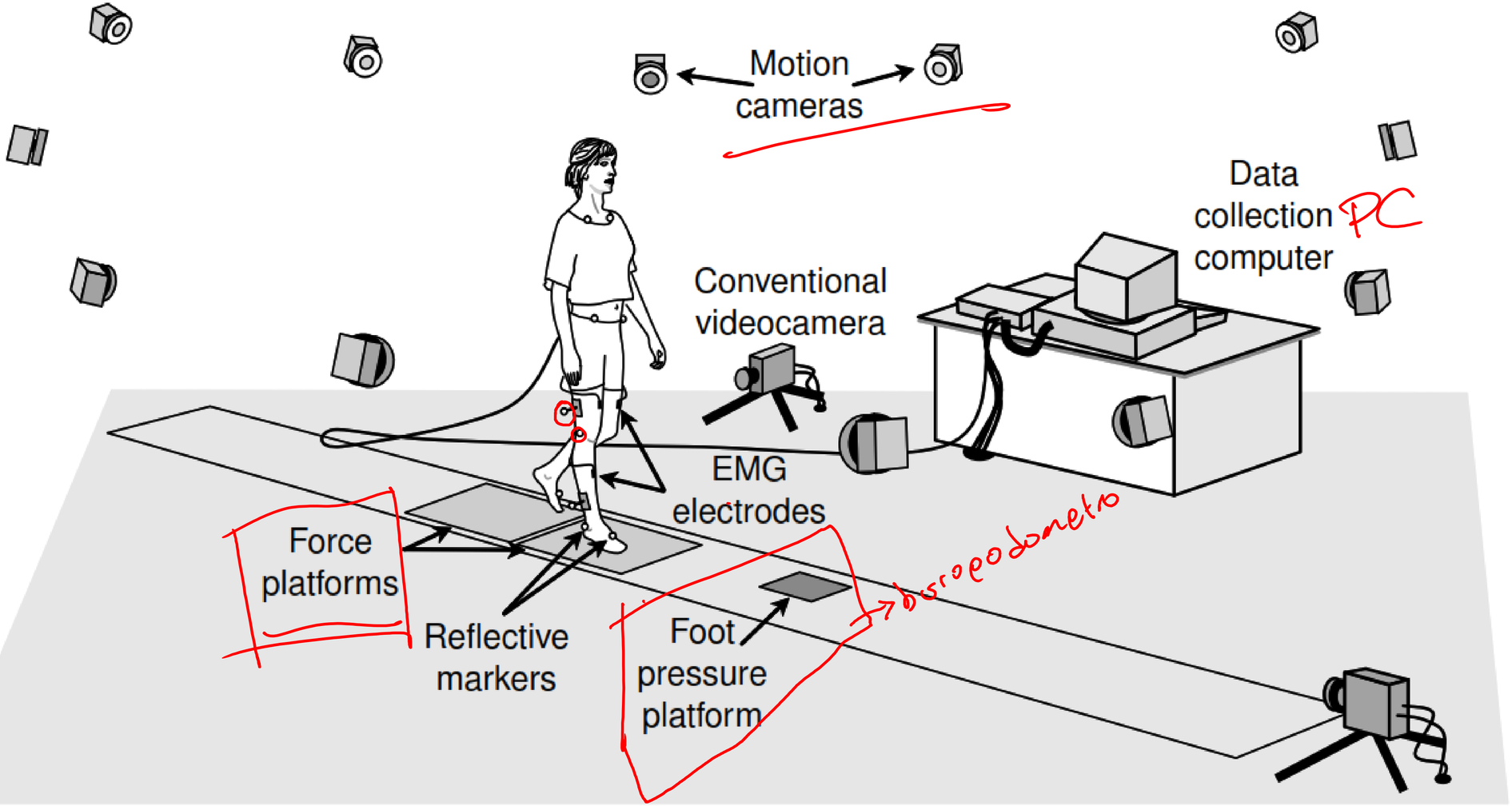
Tiempos en las fases de la marcha. ---> Cadencia.
Fuerzas, aceleraciones y picos de presión.
Tamaño del Paso.

Marcha

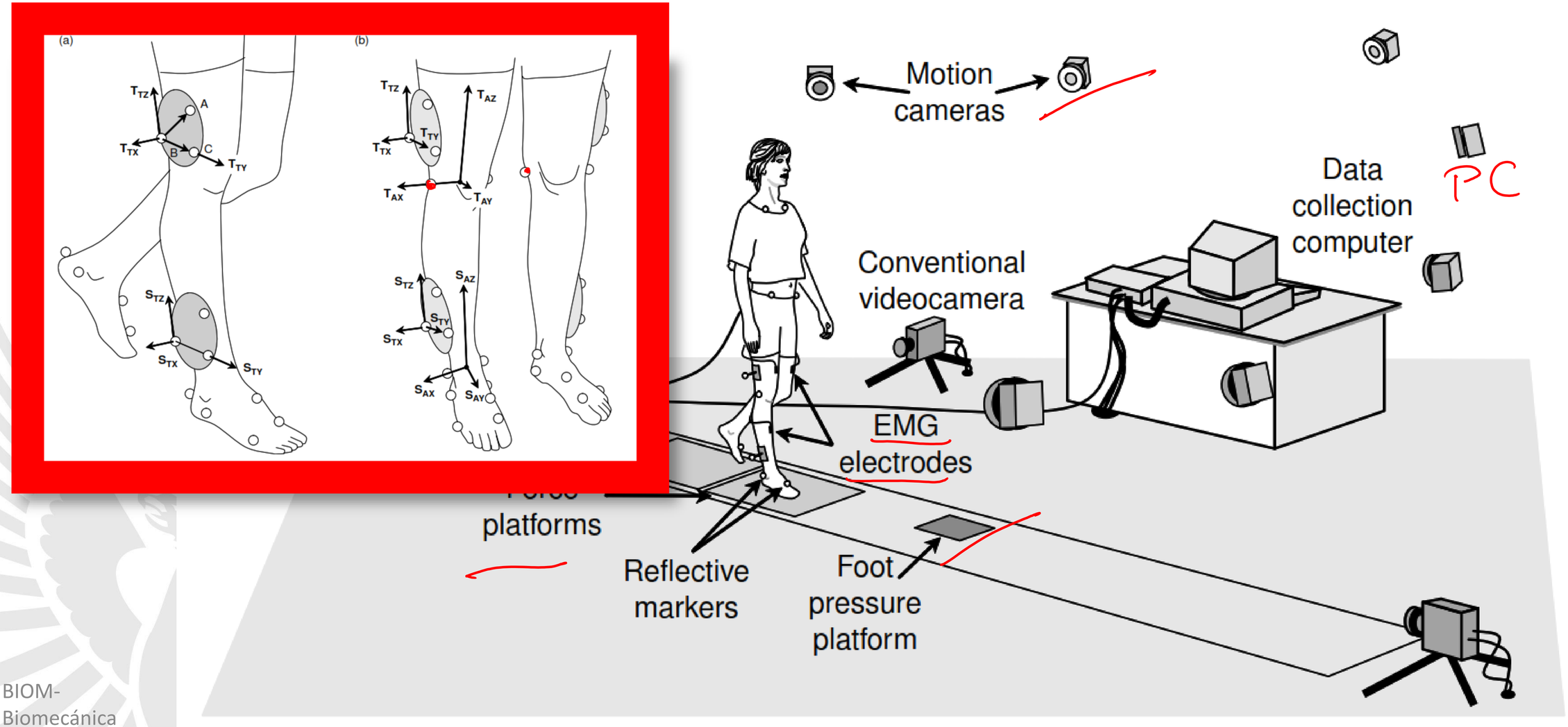
- Amputaciones
- Parálisis Cerebral
- Enfermedad degenerativa de las articulaciones
- Dolor articular
- Reemplazo de articulación
- Poliomielitis
- Esclerosis múltiple
- Parkinson
- Distrofia muscular
- Mielodisplasia
- Artritis reumatoide
- Lesión de la médula espinal
- Accidente cerebrovascular
- Lesión cerebral traumática

Tiempos en las fases de la marcha.
Cadencia.
Fuerzas, aceleraciones y picos de presión.
Tamaño del Paso.

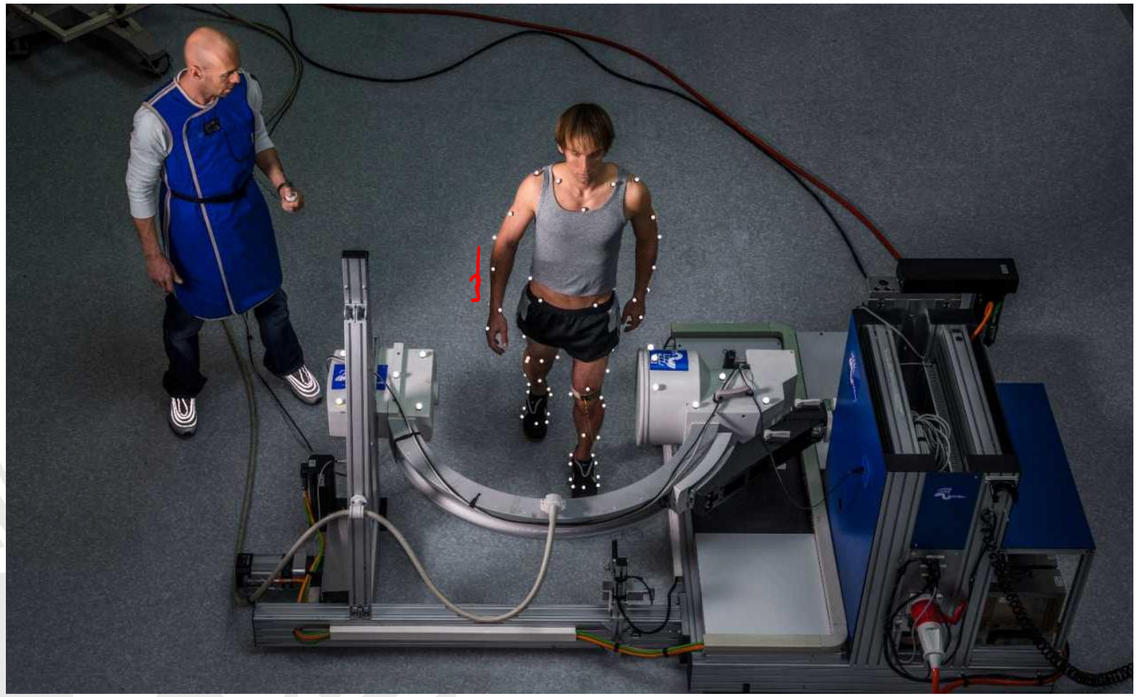
Sistemas de Análisis de Marcha

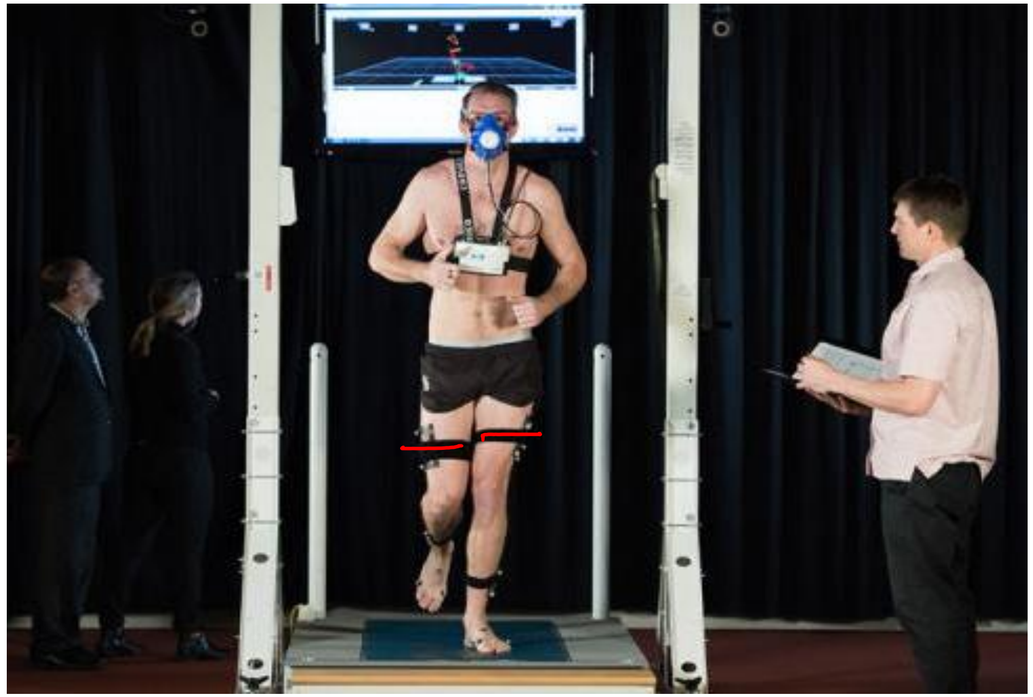


Sistemas de Análisis de Marcha

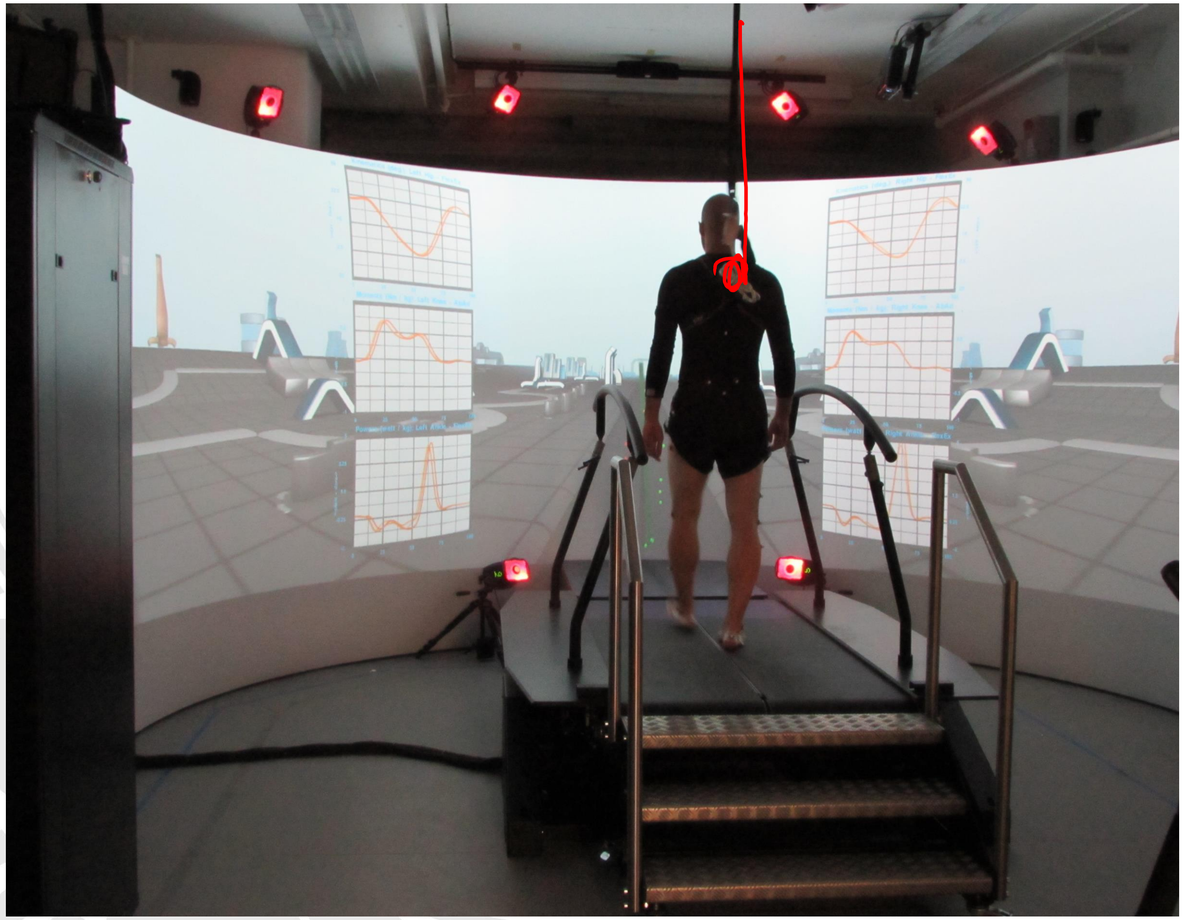


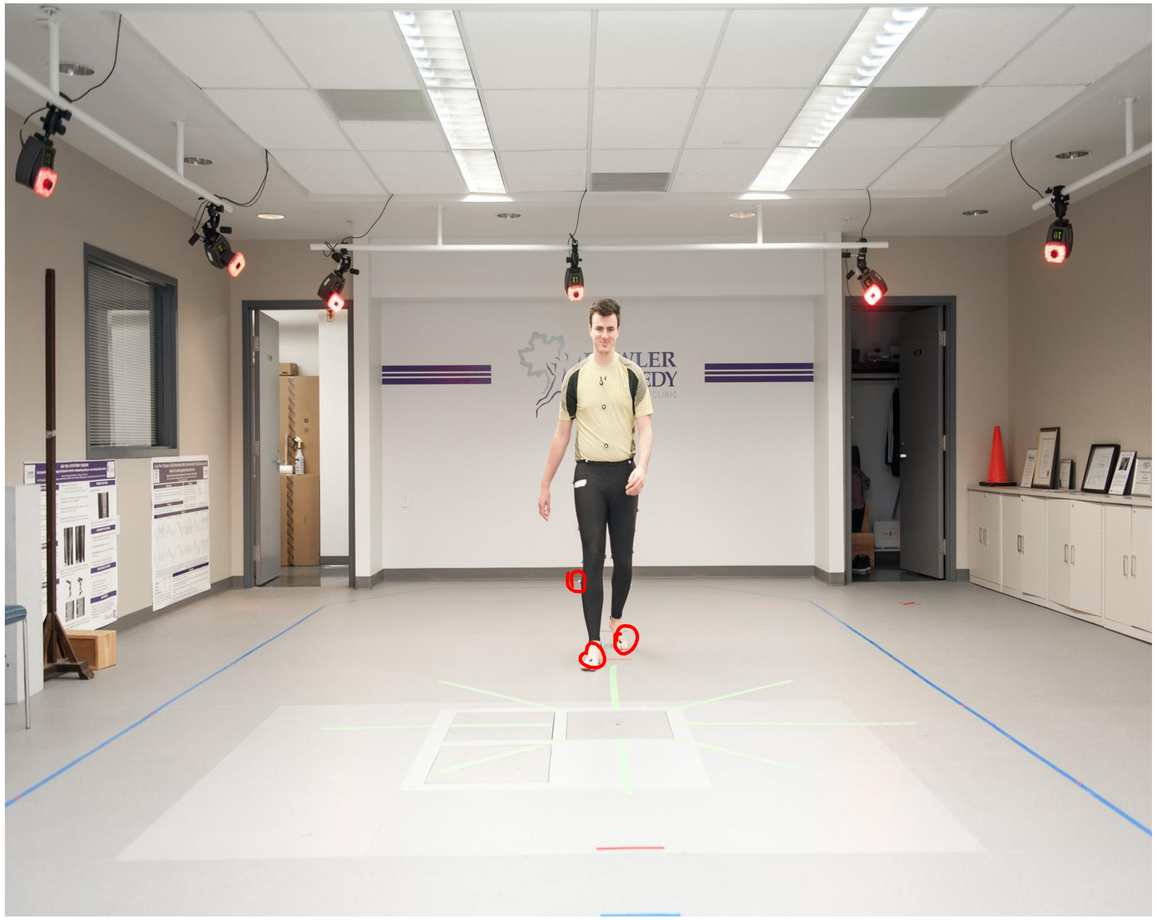
Laboratory for Movement Biomechanics | ETH Zurich





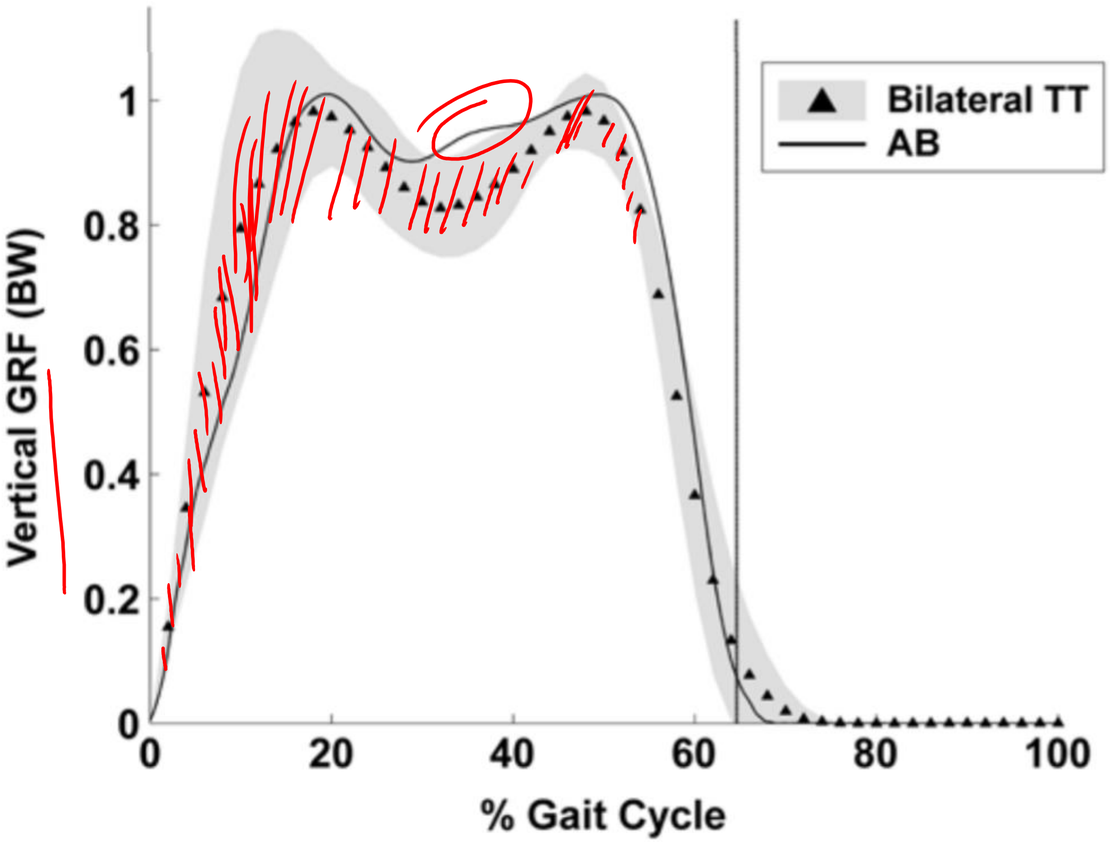
Wolf Orthopaedic Biomechanics Lab Canada





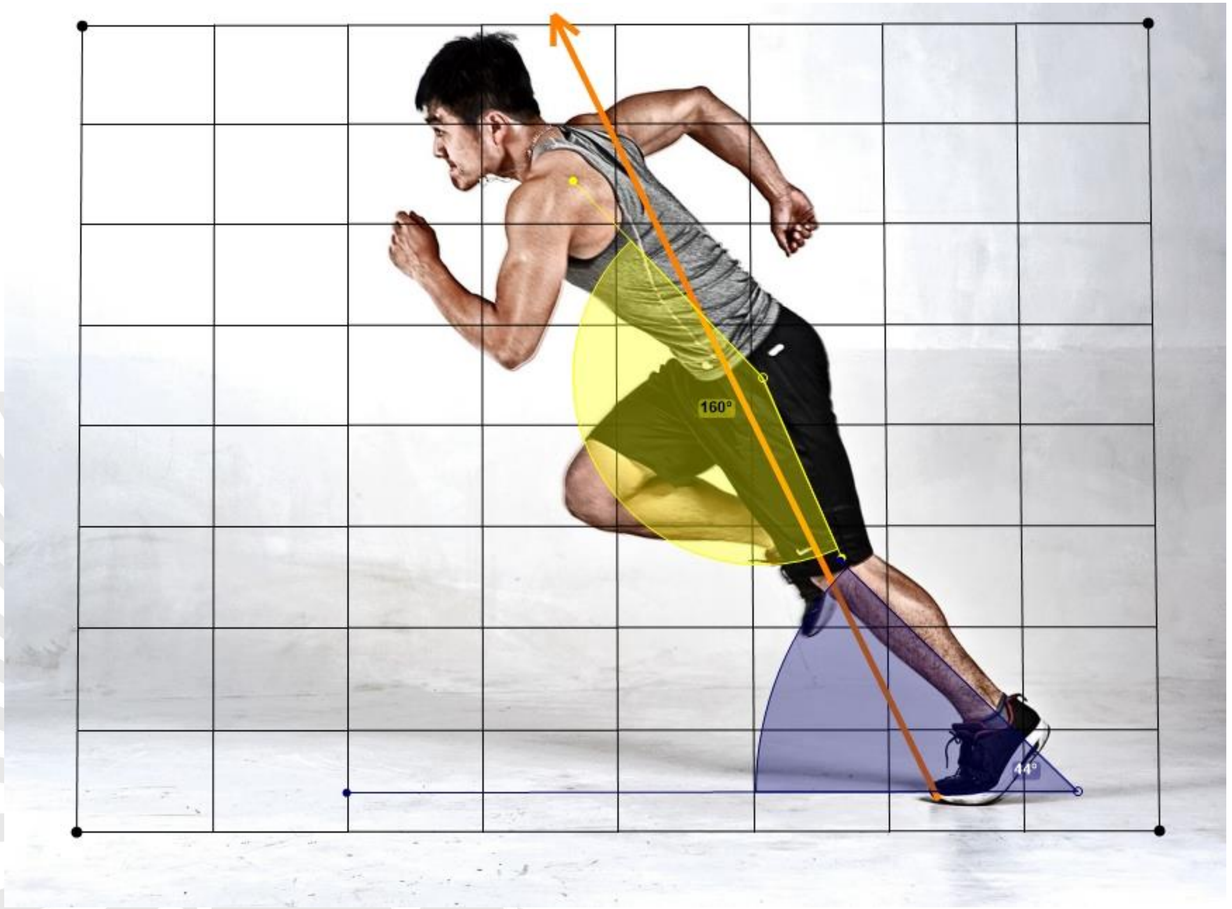
Marcha

Tiempos en las fases de la marcha.
Cadencia.
Fuerzas, aceleraciones y picos de presión.
Tamaño del Paso.



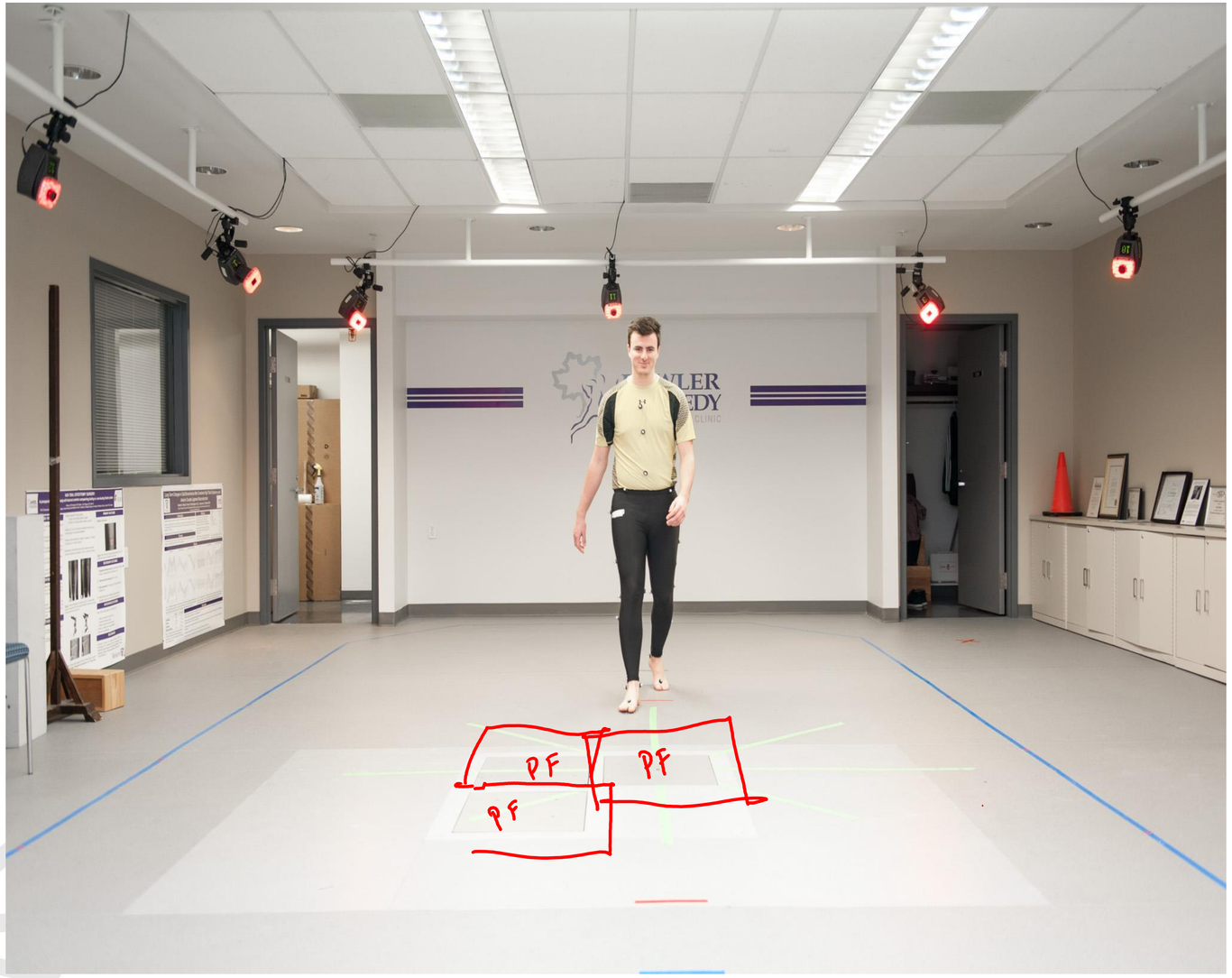
DUDAS?

Unidad 2.1: Plataforma de Fuerza



- Plataforma de Fuerza
- Strain gauge
- Plataforma Unidireccional
- Plataforma Multidireccional
- COP
- GRF
- Procedimientos de medición

Plataforma de Fuerza



Plataforma de Fuerza

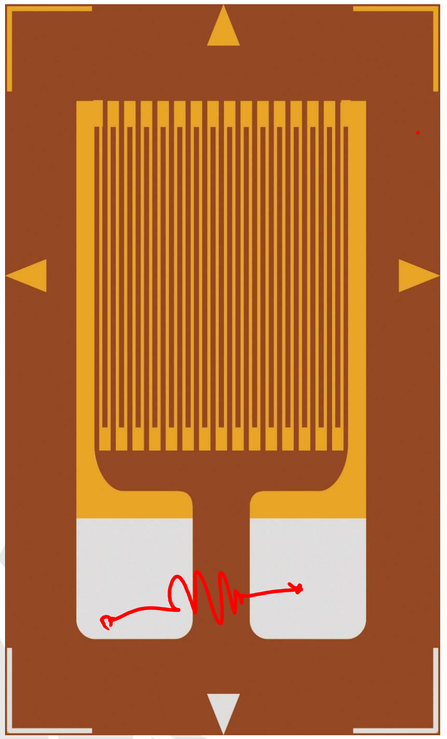
- Son utilizadas para evaluar estabilidad, marcha y actividades deportivas.

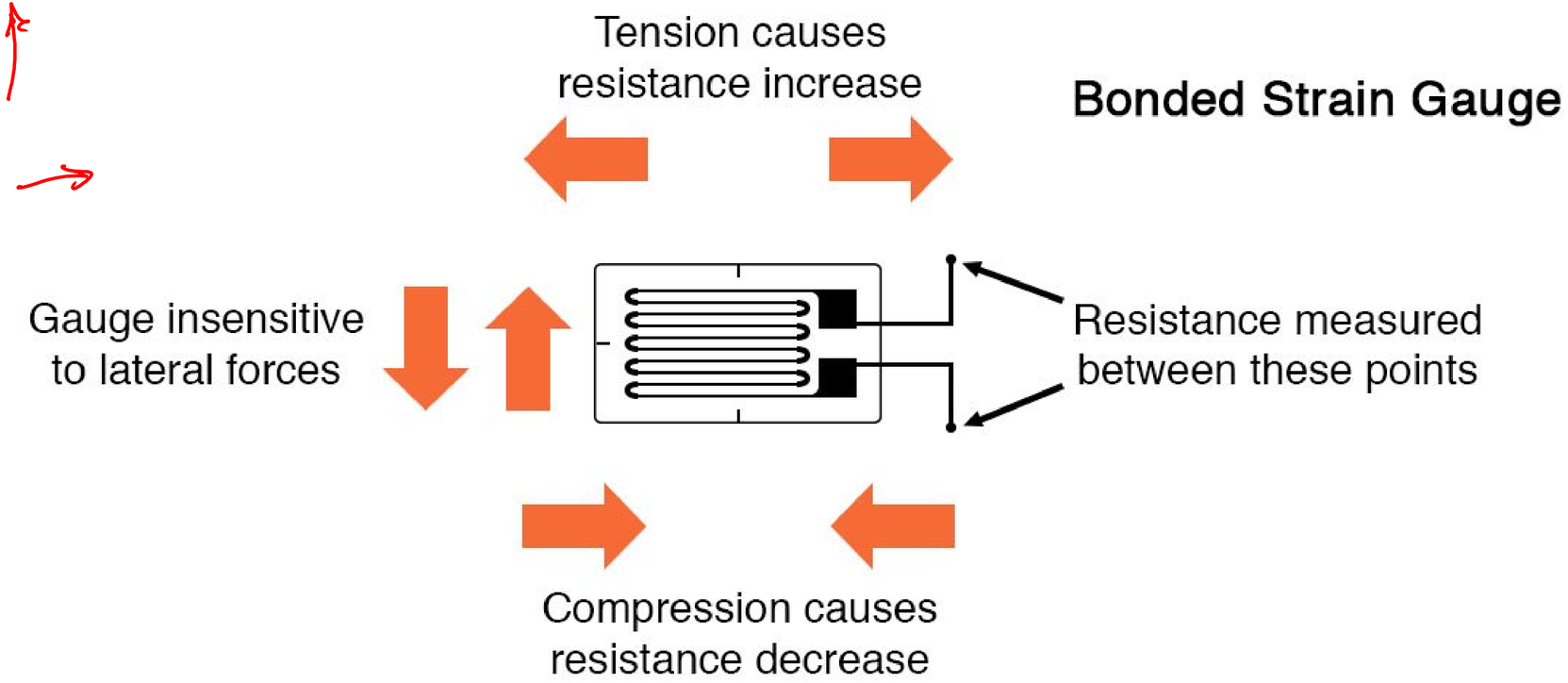
- Miden principalmente FUERZAS VERTICALES (Fz)

Strain Gauge (Gage) - Galgas Extensométricas

- Sensores de compresión, tracción y torsión.

- Cambia la resistencia eléctrica en función de la deformación mecânica.

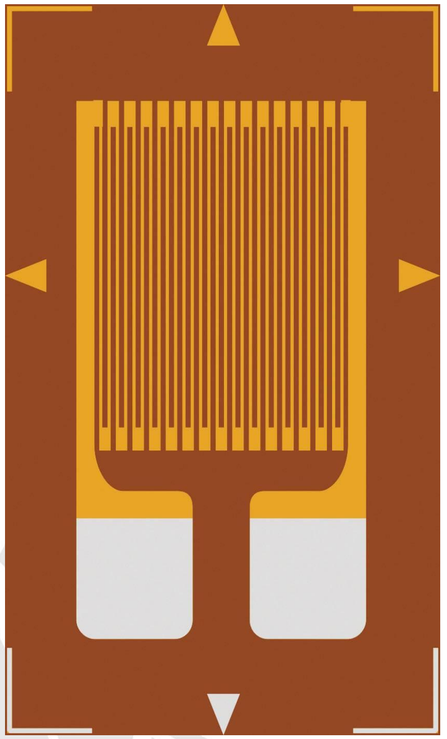


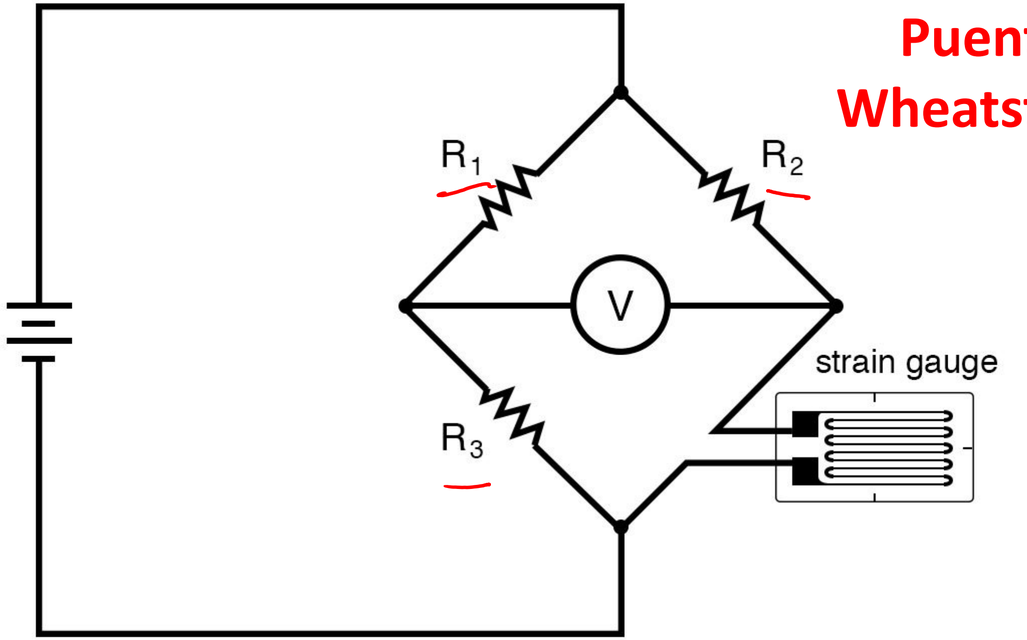


Strain Gauge (Gage) - Galgas Extensométricas

- Sensores de compresión, tracción y torsión.

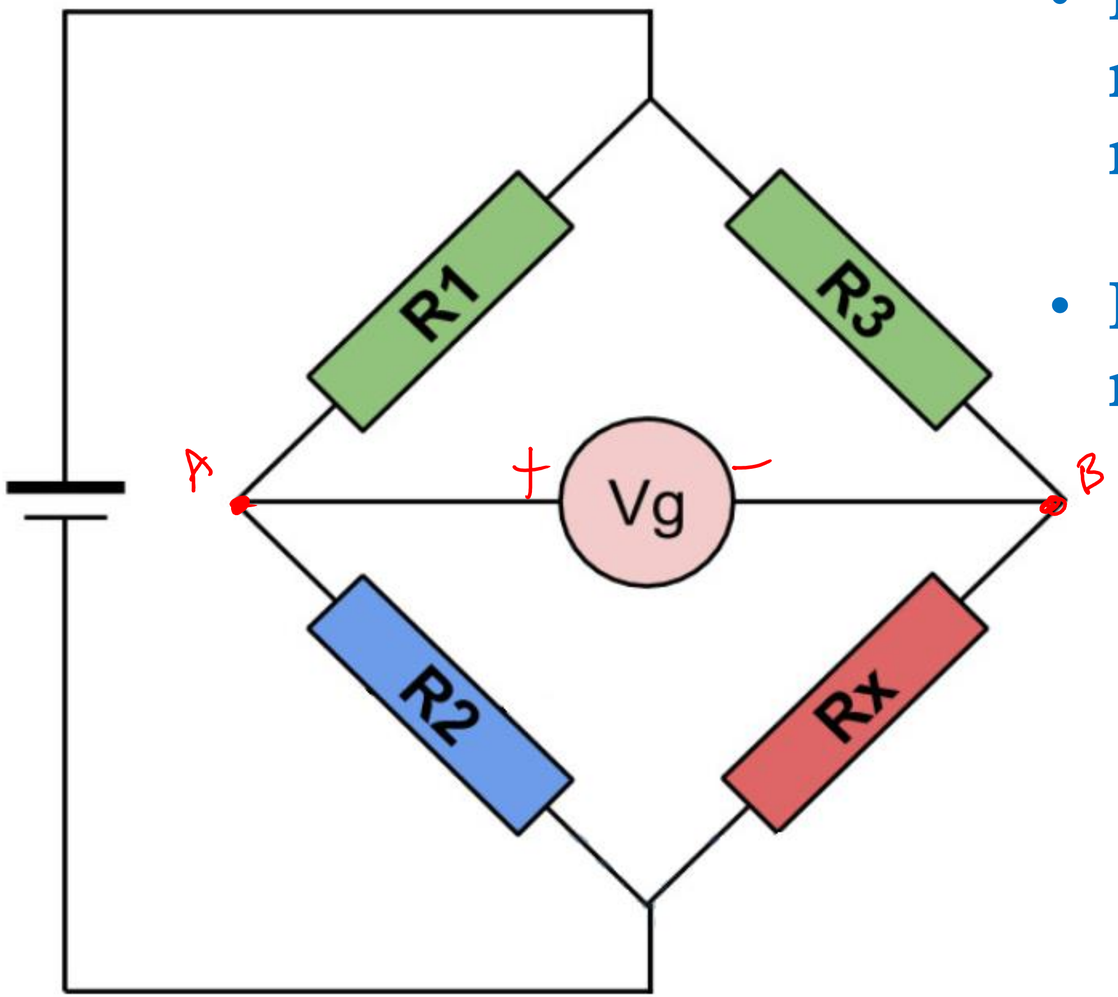
- Cambia la resistencia eléctrica en función de la deformación mecânica.





Puente Wheatstone

Puente Wheatstone



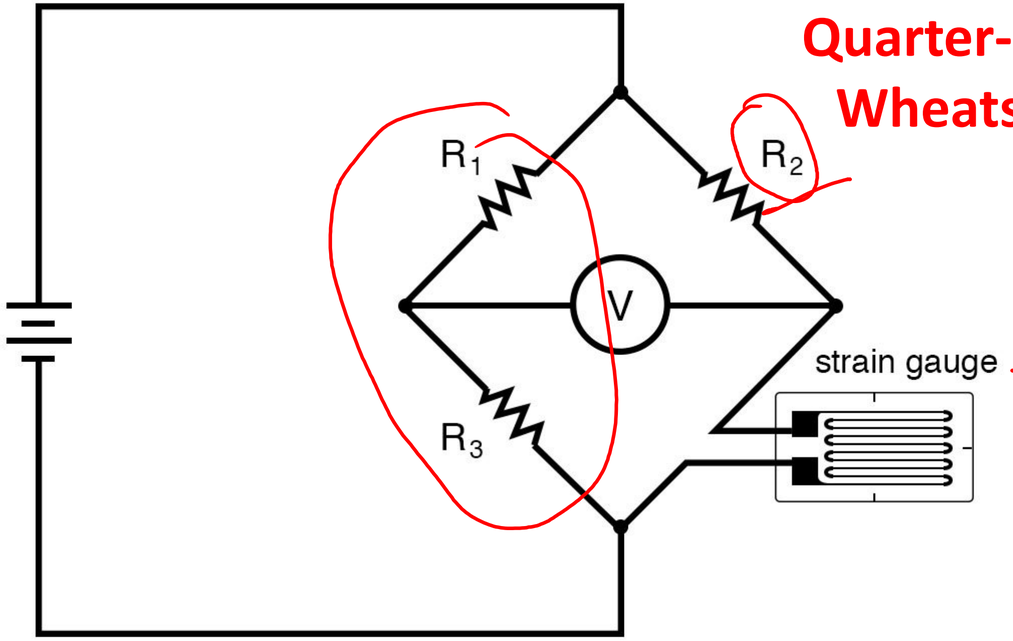
- Para determinar el valor absoluto de una resistencia mediante comparación con otra resistencia conocida
- Para determinar cambios relativos en la resistencia

$$Vg = Vs\left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_x}{R_3 + R_x}\right)$$

Strain Gauge (Gage) - Galgas Extensométricas

- Sensores de compresión, tracción y torsión.

- Cambia la resistencia eléctrica en función de la deformación mecânica.



Quarter-Bridge Wheatstone

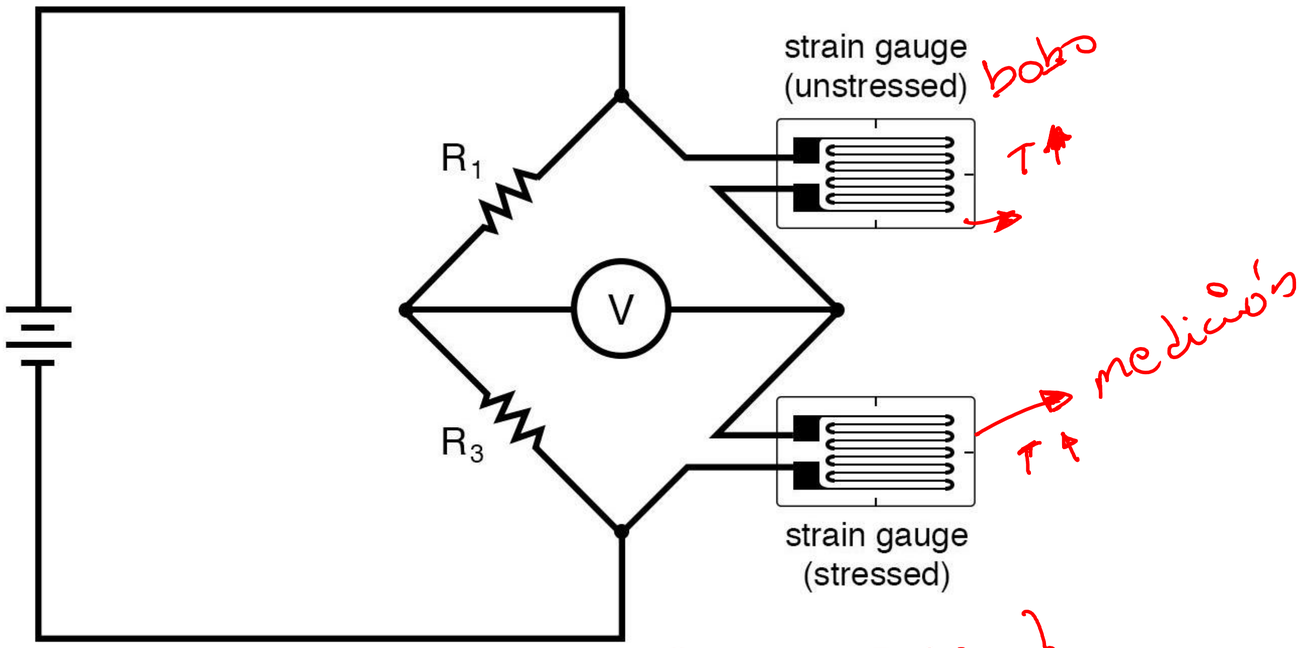
sensibles a la temperatura

$$V = Vs\left(\frac{R_3}{R_3 + R_1} - \frac{R_{sg}}{R_2 + R_{sg}}\right)$$

Resistencia R2 = Resistencia del Strain Gauge sin deformación

Strain Gauge (Gage) - Galgas Extensométricas

- Sensores de compresión, tracción y torsión.
- Cambia la resistencia eléctrica en función de la deformación mecânica.



$$V = Vs\left(\frac{R_3}{R_3 + R_1} - \frac{R_{sg}}{R_2 + R_{sg}}\right)$$

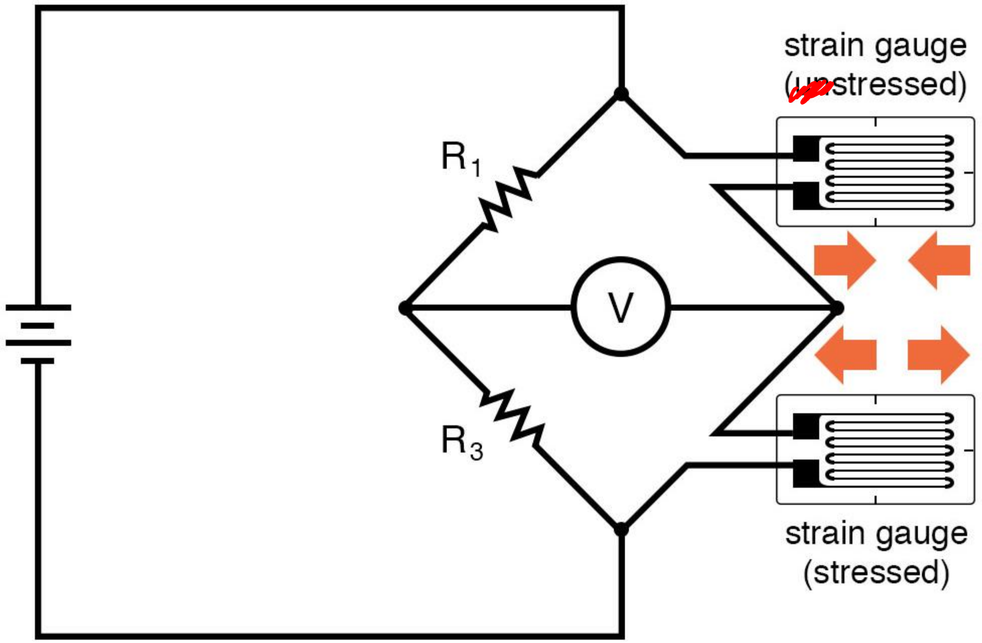
Quarter-Bridge Wheatstone

Se cambia R2 por un Strain Gauge "*dummy*"

Unstressed

Strain Gauge (Gage) - Galgas Extensométricas

- Sensores de compresión, tracción y torsión.
- Cambia la resistencia eléctrica en función de la deformación mecânica.



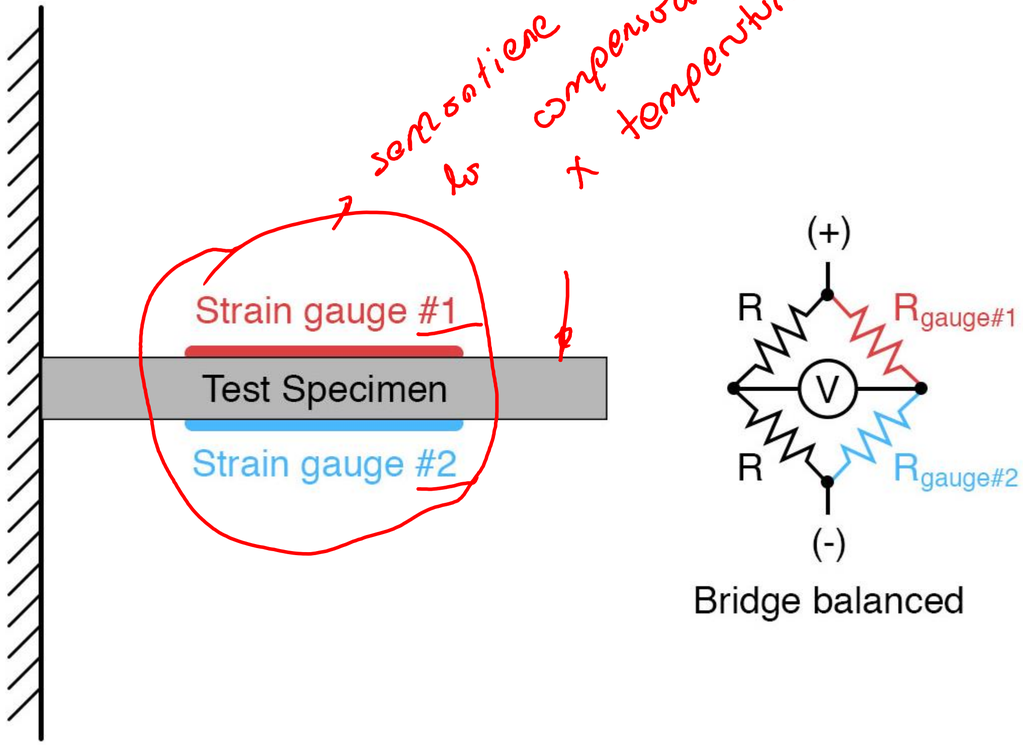
$$V = Vs\left(\frac{R_3}{R_3 + R_1} - \frac{R_{sg1}}{R_{sg2} + R_{sg1}}\right)$$

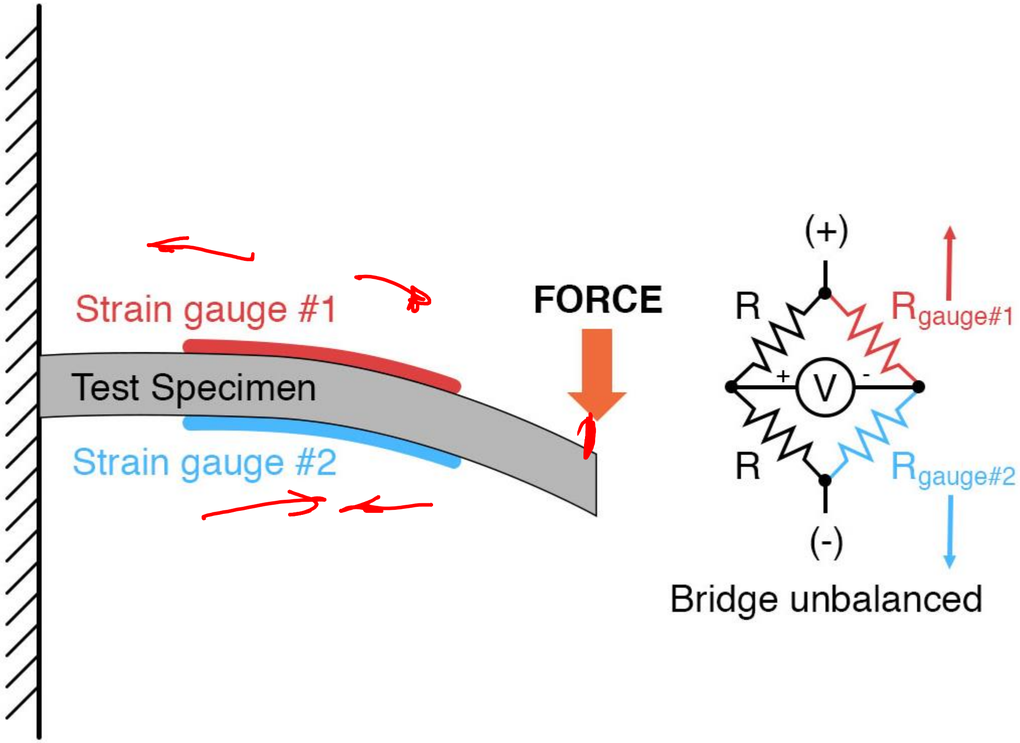
Half-Bridge Wheatstone

Se pone a funcionar el segundo Strain Gauge en lugar de R2.

Strain Gauge (Gage) - Galgas Extensométricas

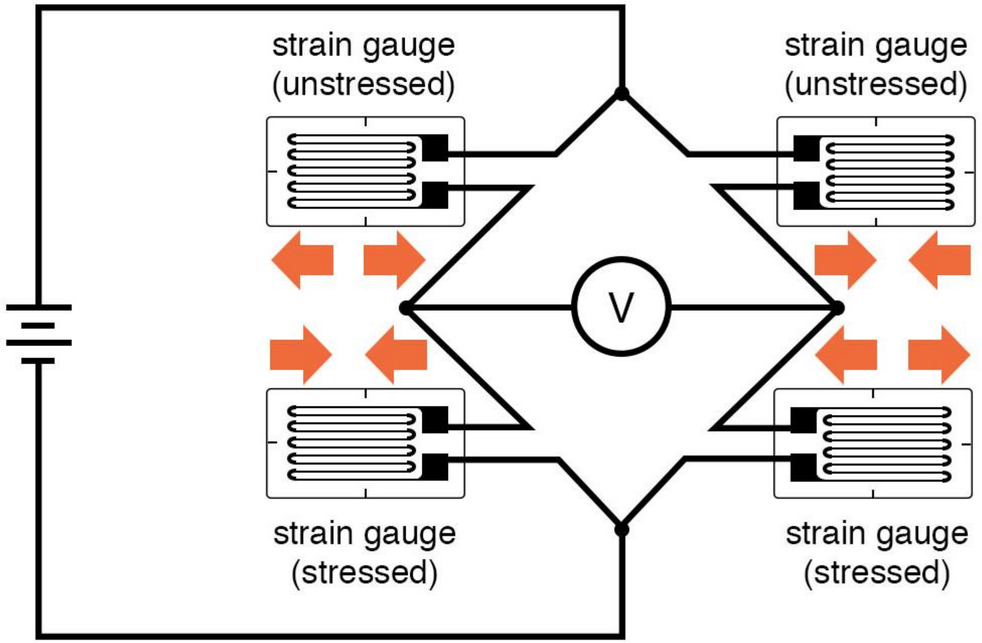
- Sensores de compresión, tracción y torsión.
- Cambia la resistencia eléctrica en función de la deformación mecânica.





Strain Gauge (Gage) - Galgas Extensométricas

- Sensores de compresión, tracción y torsión.
- Cambia la resistencia eléctrica en función de la deformación mecânica.



Full-Bridge Wheatstone

Respuesta Lineal y proporcional a la fuerza aplicada

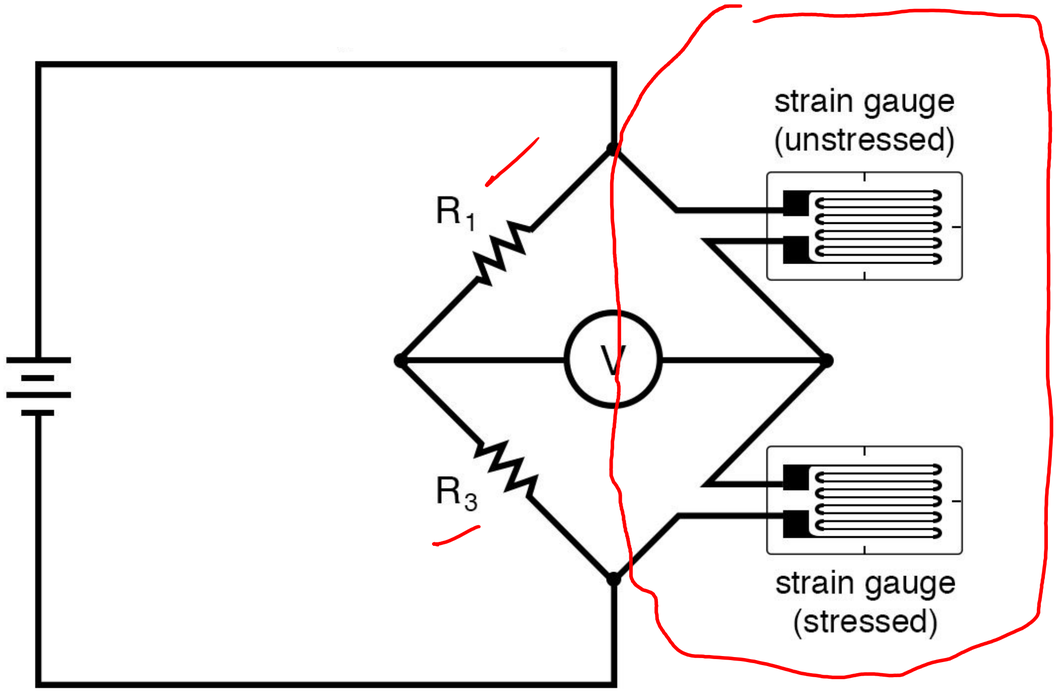
Mayor Sensibilidad

Circuito con compensación de Temperatura

Celda de Carga

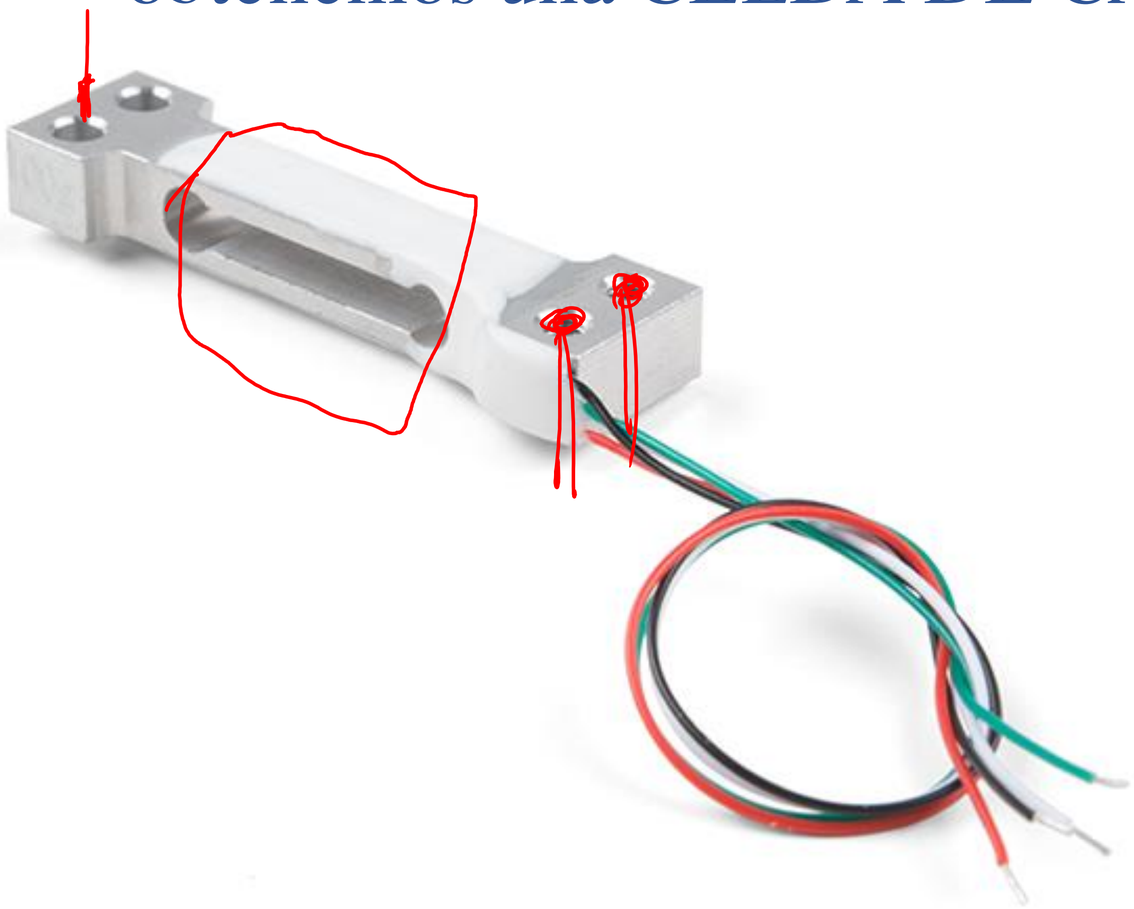
- Cuando acoplamos el Strain Gauge a una estructura mecánica, obtenemos una CELDA DE CARGA.

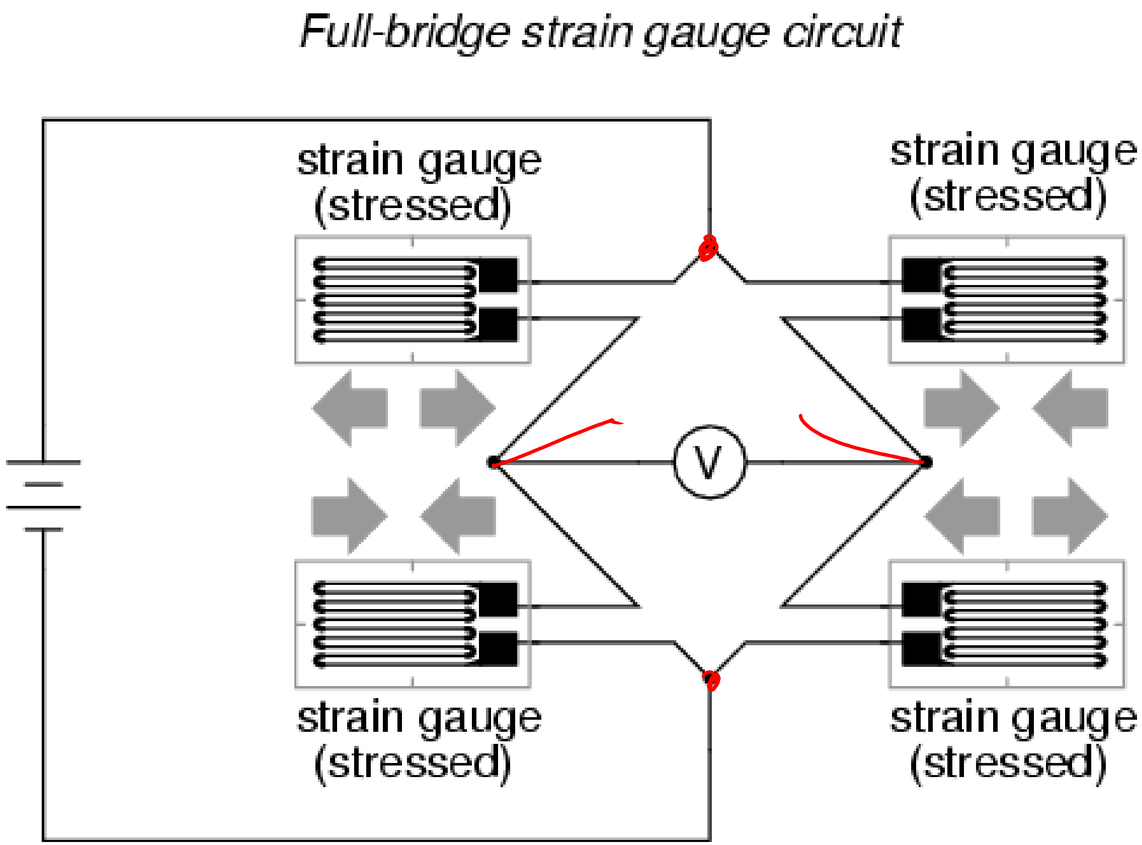
10 000 COP



Celda de Carga

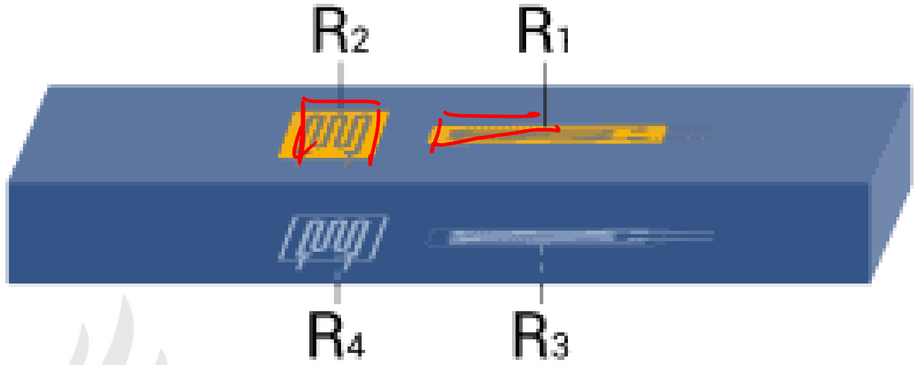
- Cuando acoplamos el Strain Gauge a una estructura mecánica, obtenemos una CELDA DE CARGA.

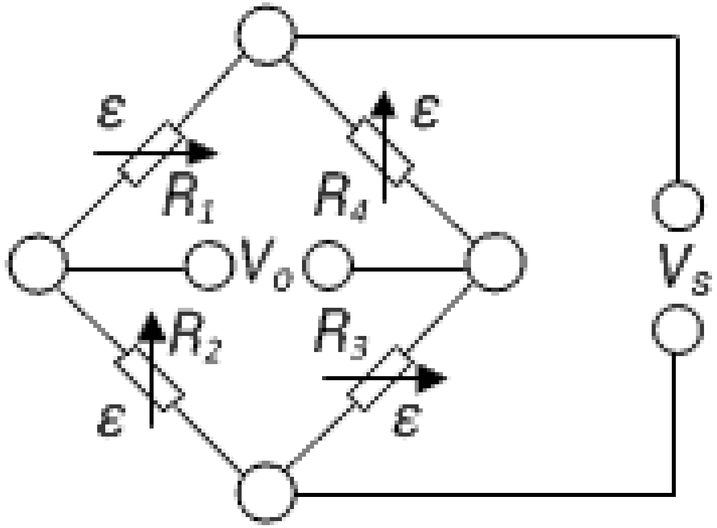




Celda de Carga

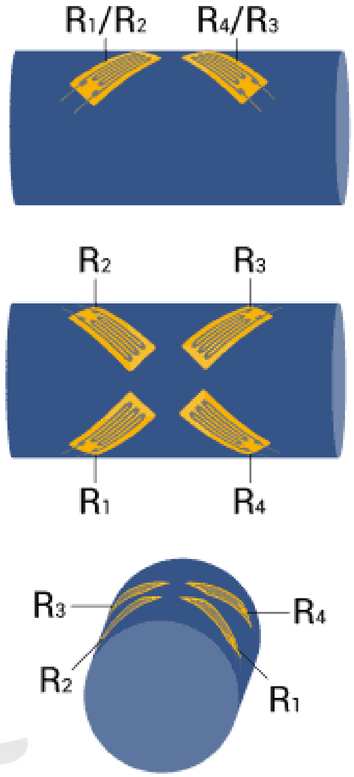
- Dependiendo de la configuración de los Strain Gauges se pueden medir diferentes tipos de fuerza o de torques.

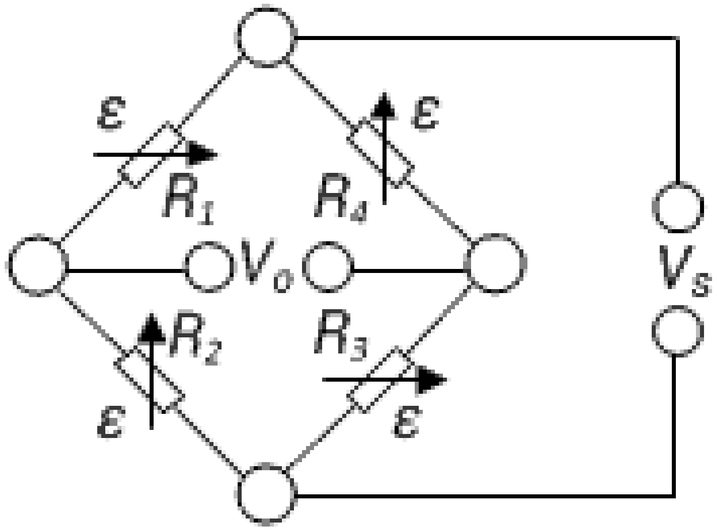




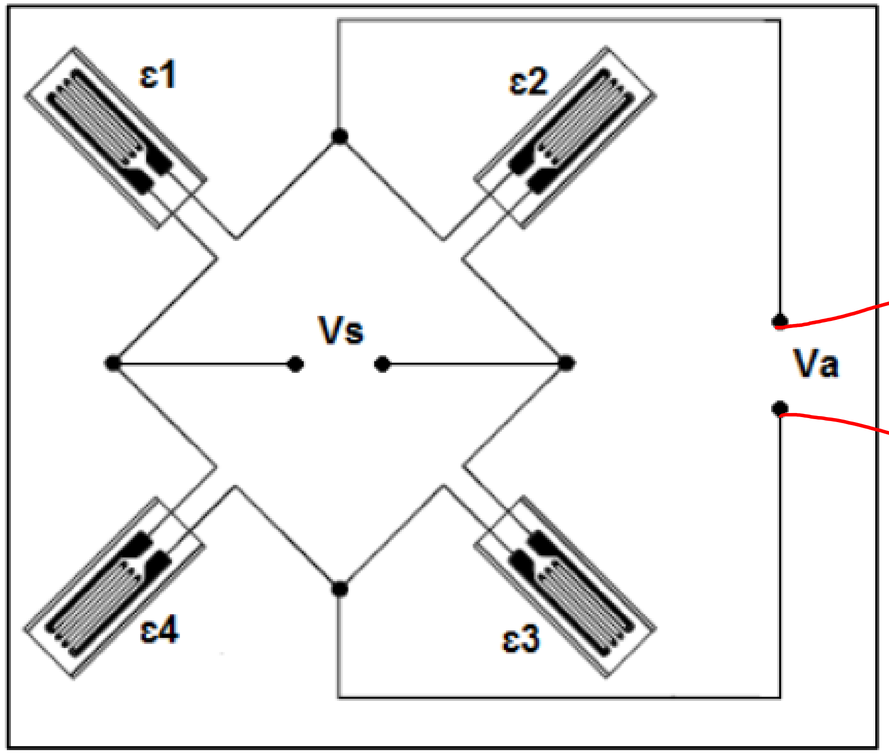
Celda de Carga

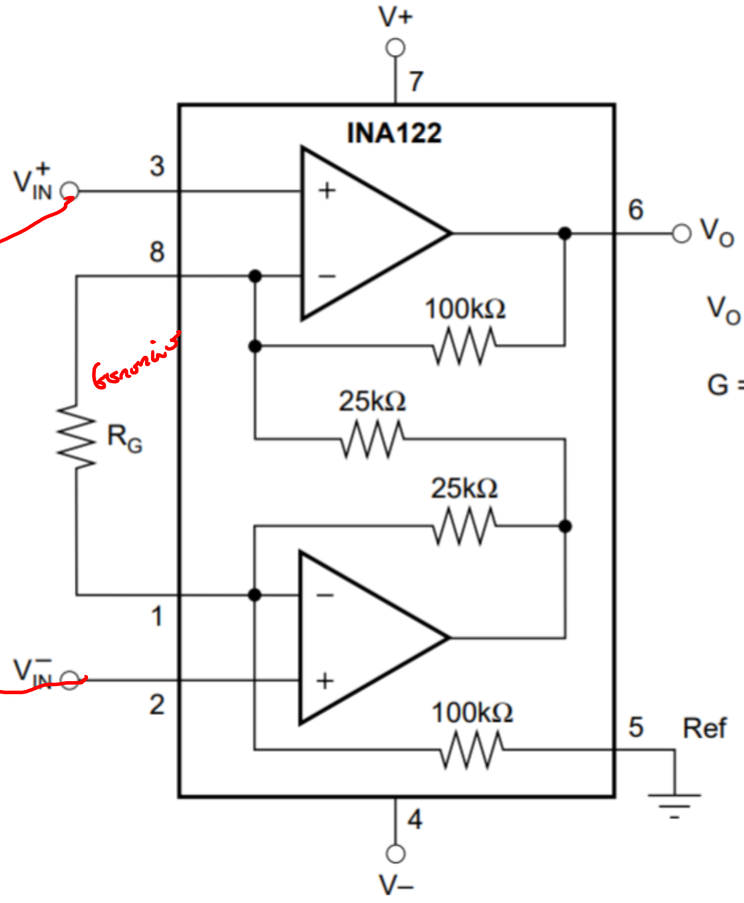
- Dependiendo de la configuración de los Strain Gauges se pueden medir diferentes tipos de fuerza o de torques.





Celda de Carga



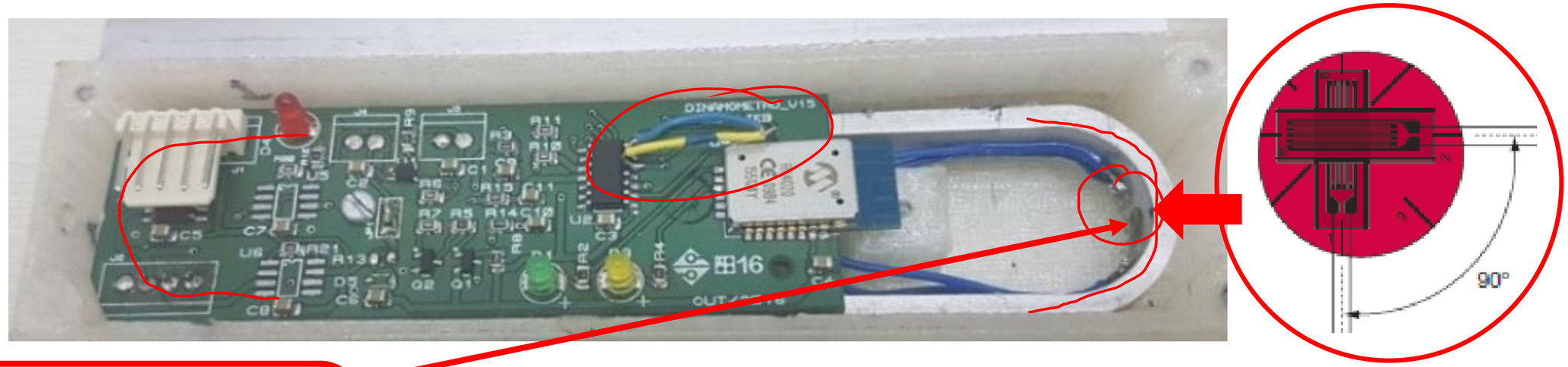


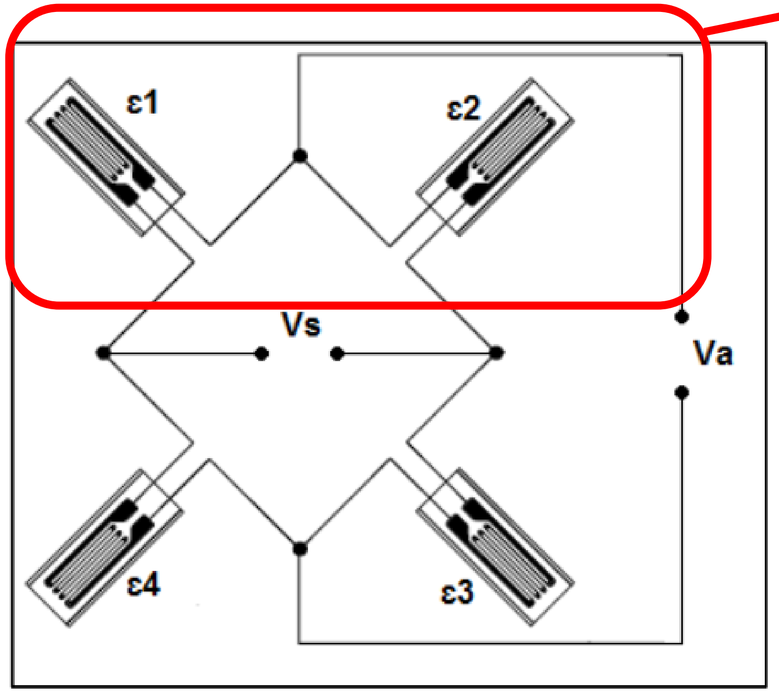
INA 122
AD620

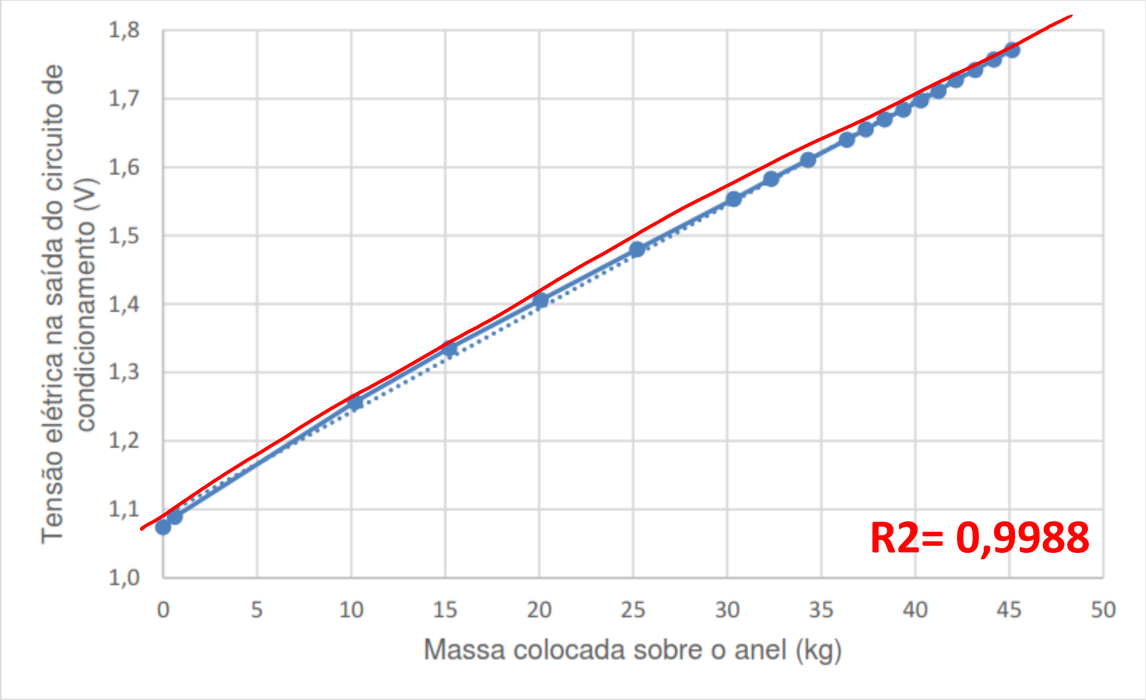
Señales pequeñas (µV-mV) que necesitan Amplificación y Filtrado

Dinamómetro LIEB

Danilo Pazian Paulo (2017)

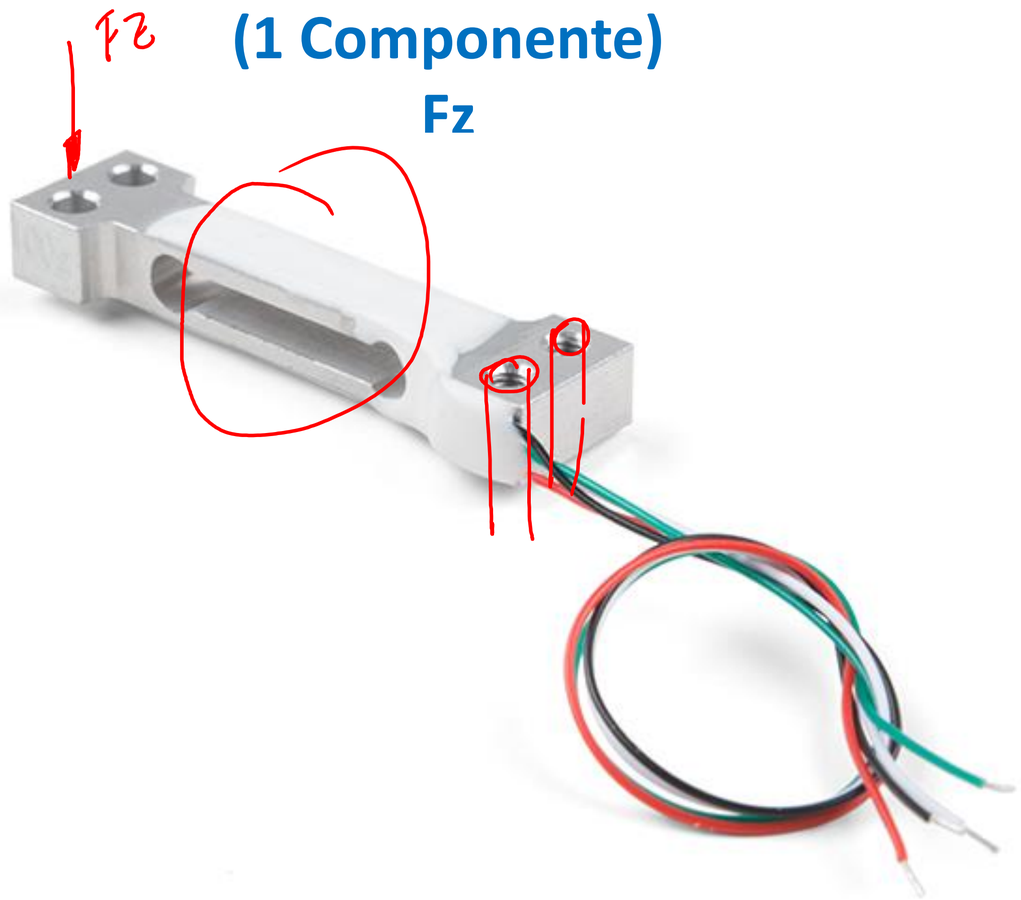




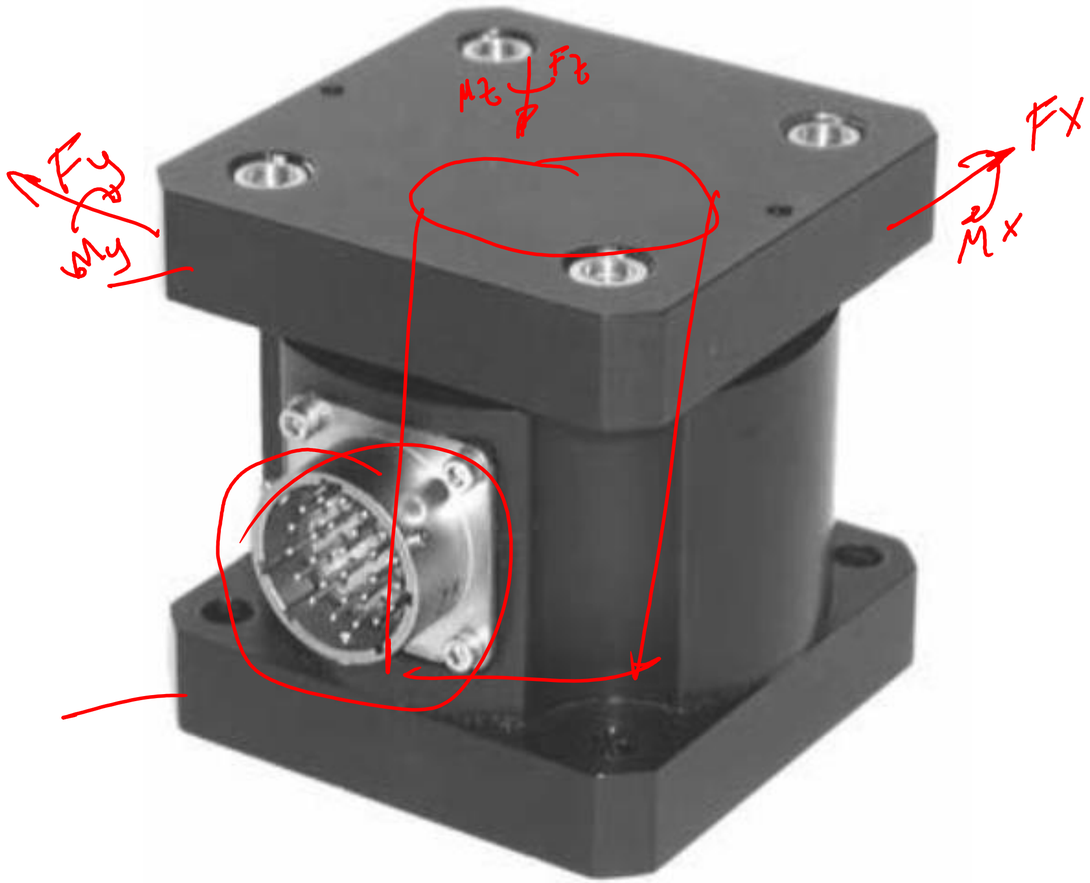


Celda de Carga

Unidireccional
(1 Componente)
Fz

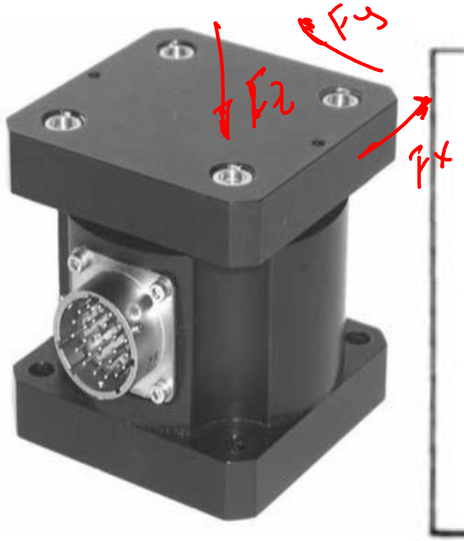


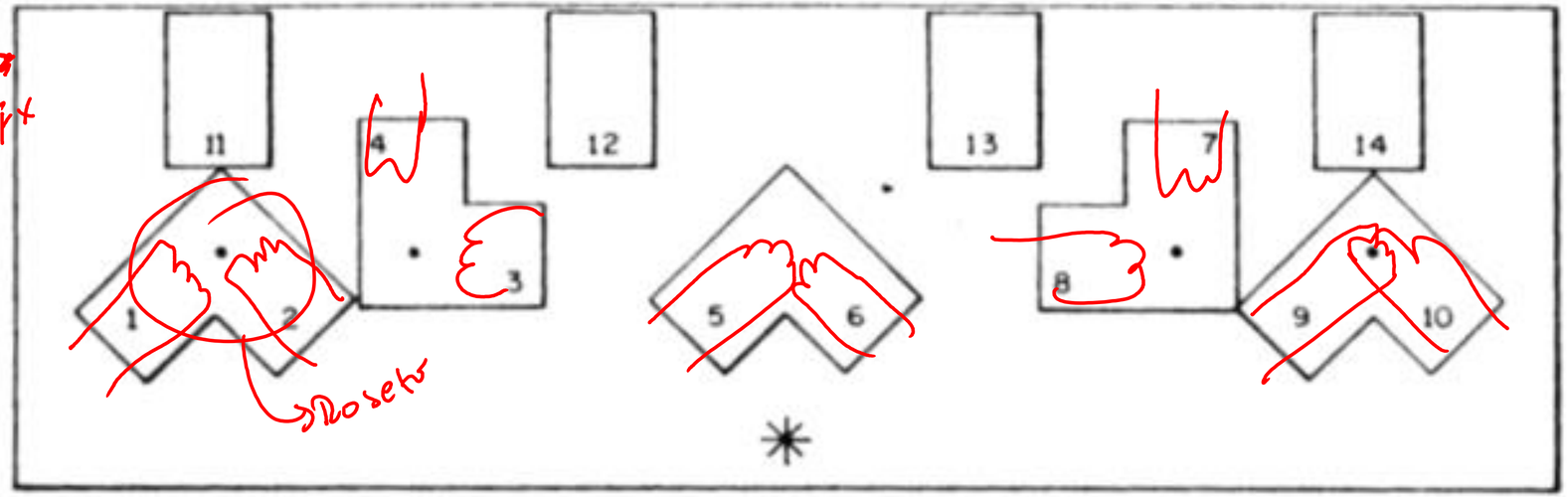
Multi-direccional
(6 Componentes)
Fx, Fy, Fz, Mx, My, Mz

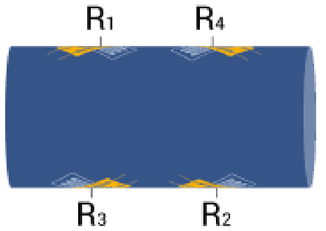


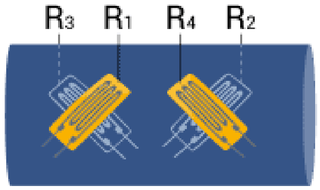
Celda de Carga

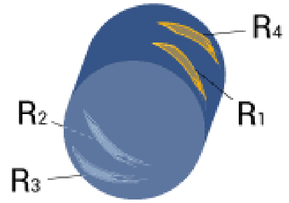
Layout de Strain Gauges en una celda de carga de 6 Componentes de la AMTI

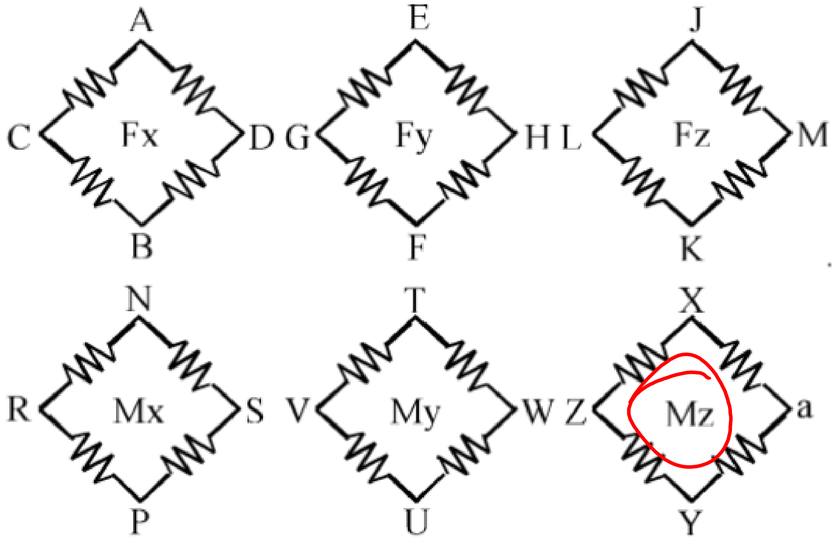












Fuerzas cortantes Fx y Fy -----> (1,2); (5,6); (9,10)
Fuerzas Verticales Fz -----> (3,4); (7,8)
Momentos Mx y My -----> 11, 12, 13, 14

Mz?

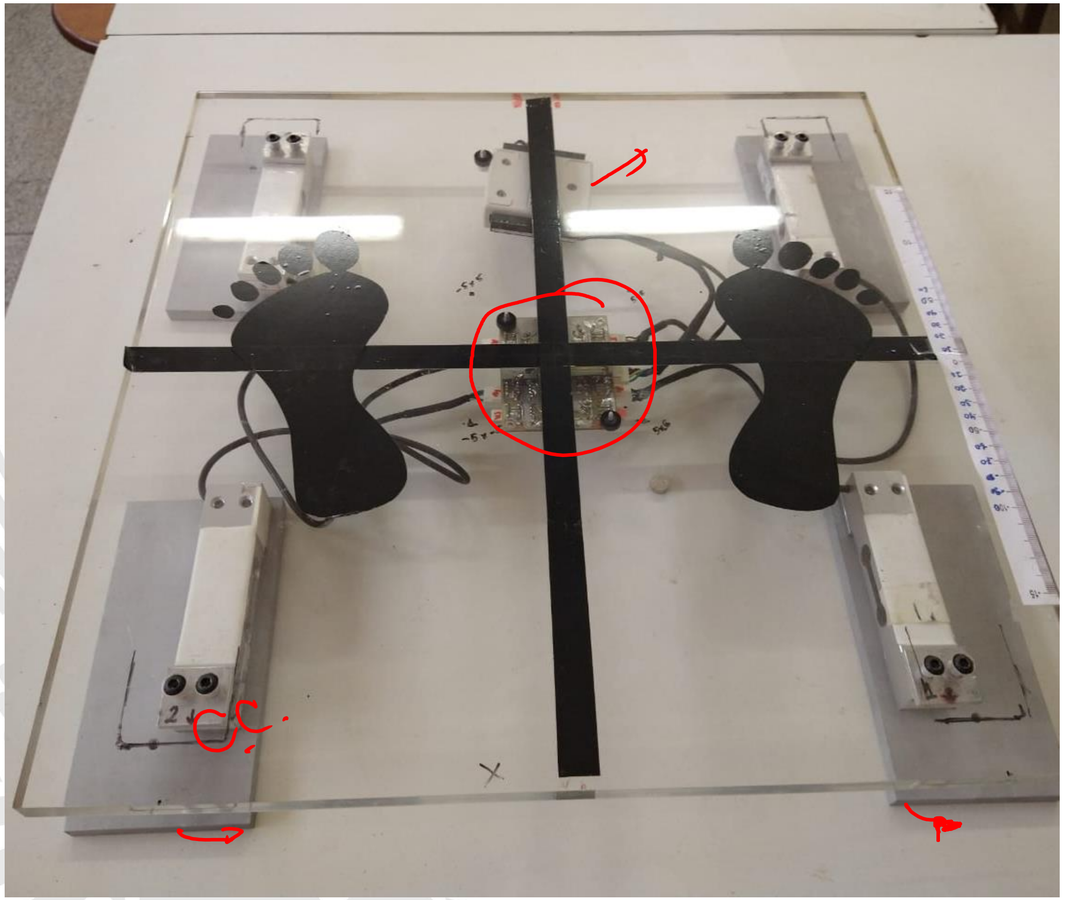
Plataforma de Fuerza

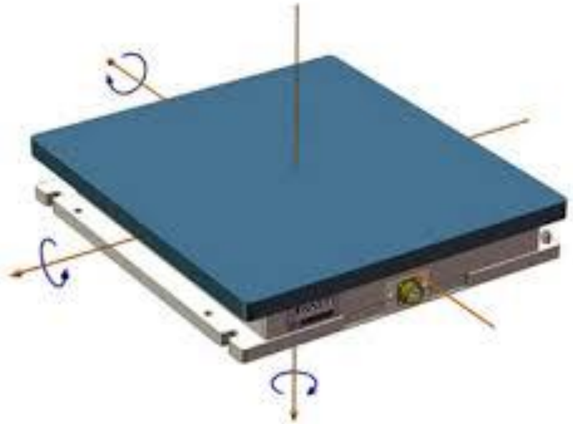
- Son utilizadas para evaluar estabilidad, marcha y actividades deportivas.

- Miden principalmente FUERZAS VERTICALES (Fz)

Plataformas de Fuerza

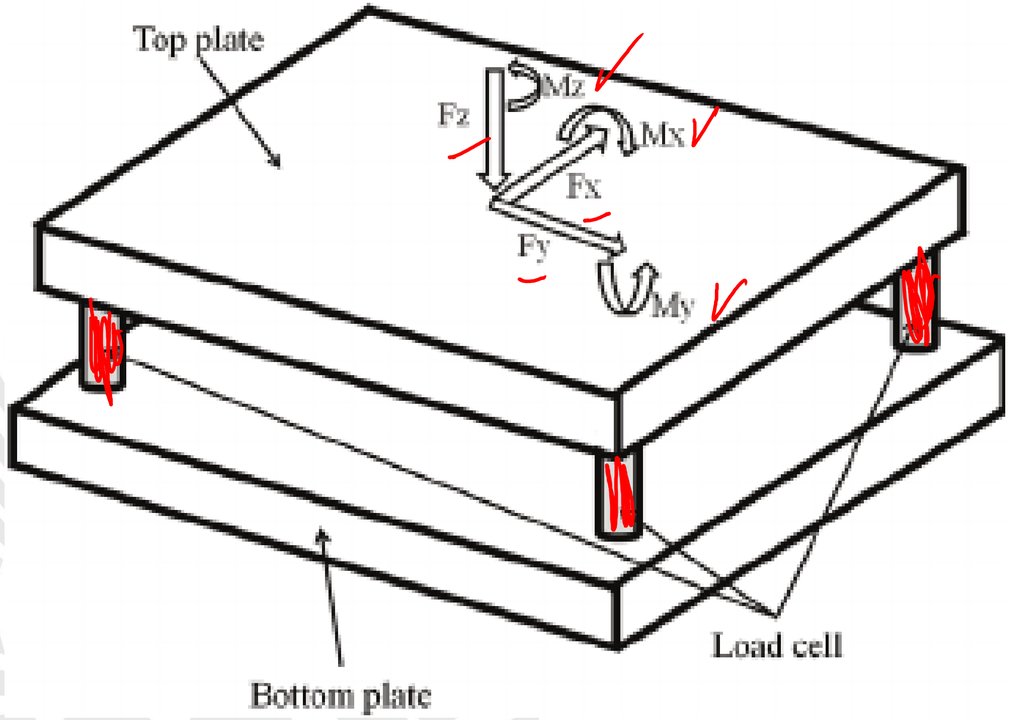
- **Dos plataformas unidas por las celdas de carga.**

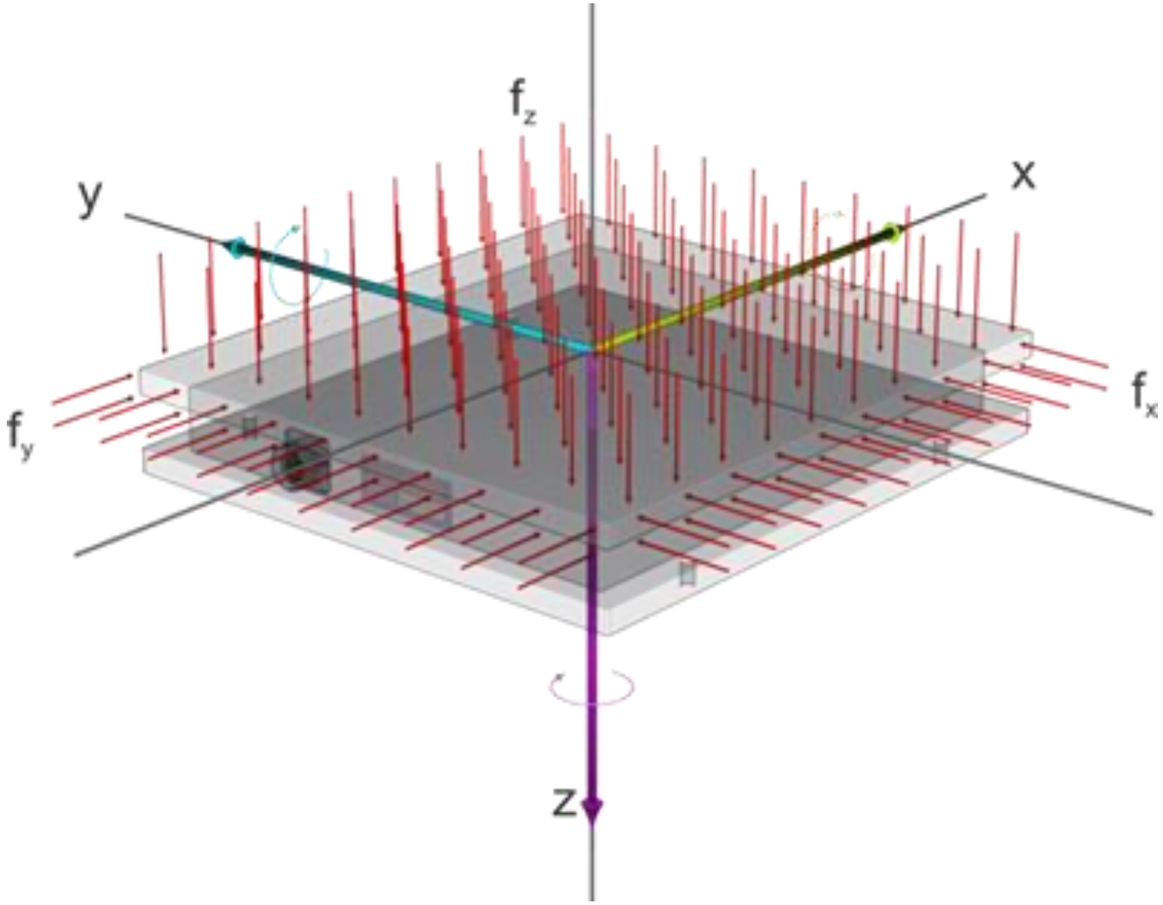




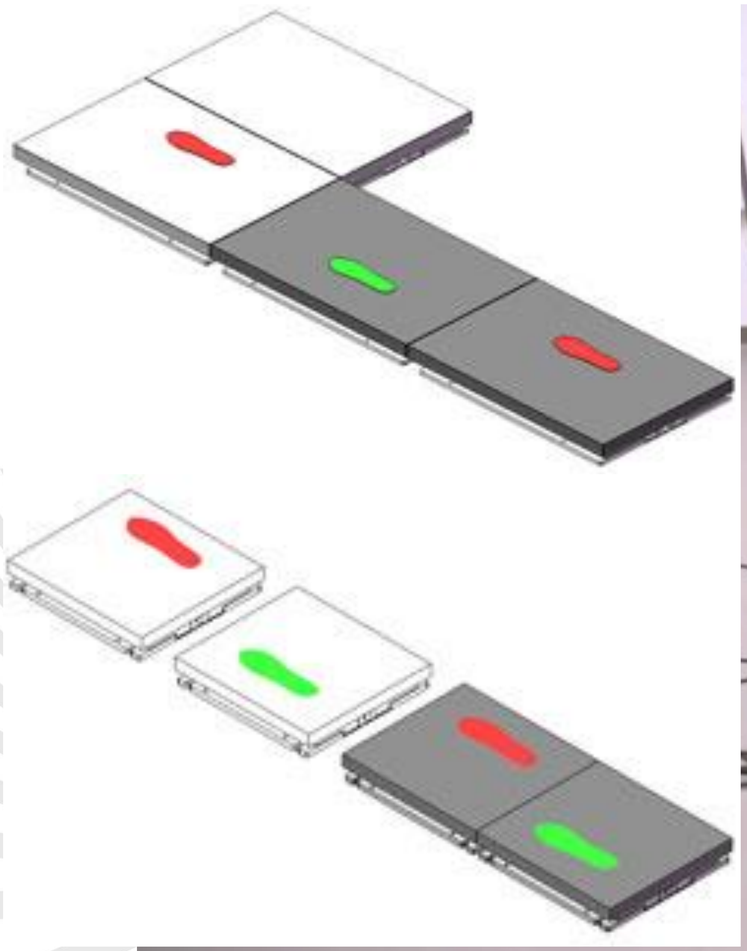
Plataforma de Fuerza

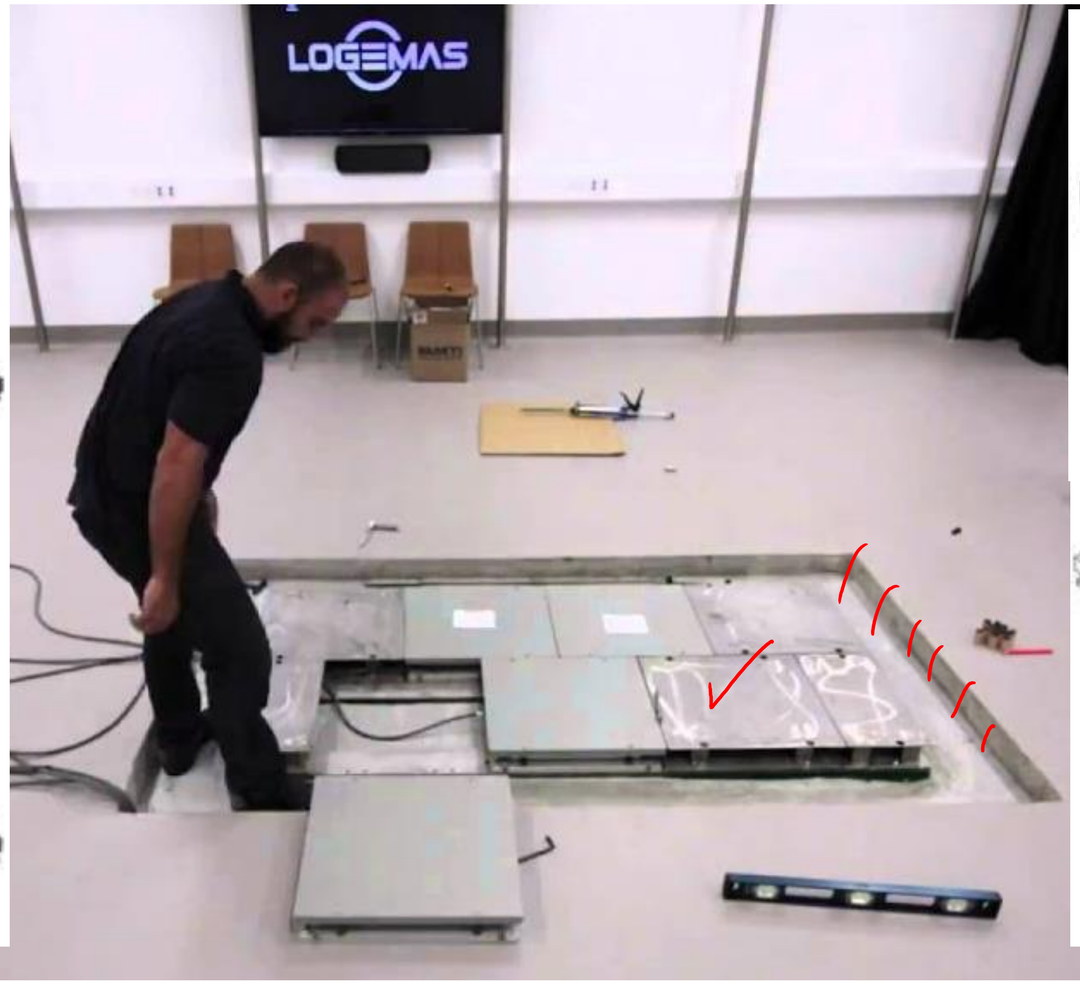
- **Dos plataformas unidas por las celdas de carga.**

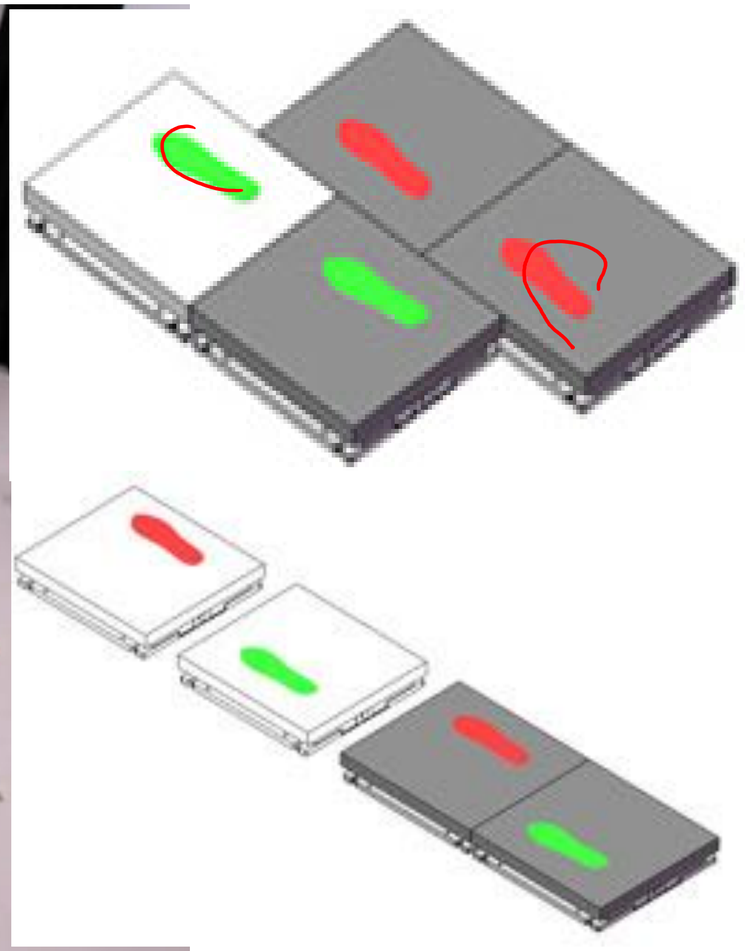




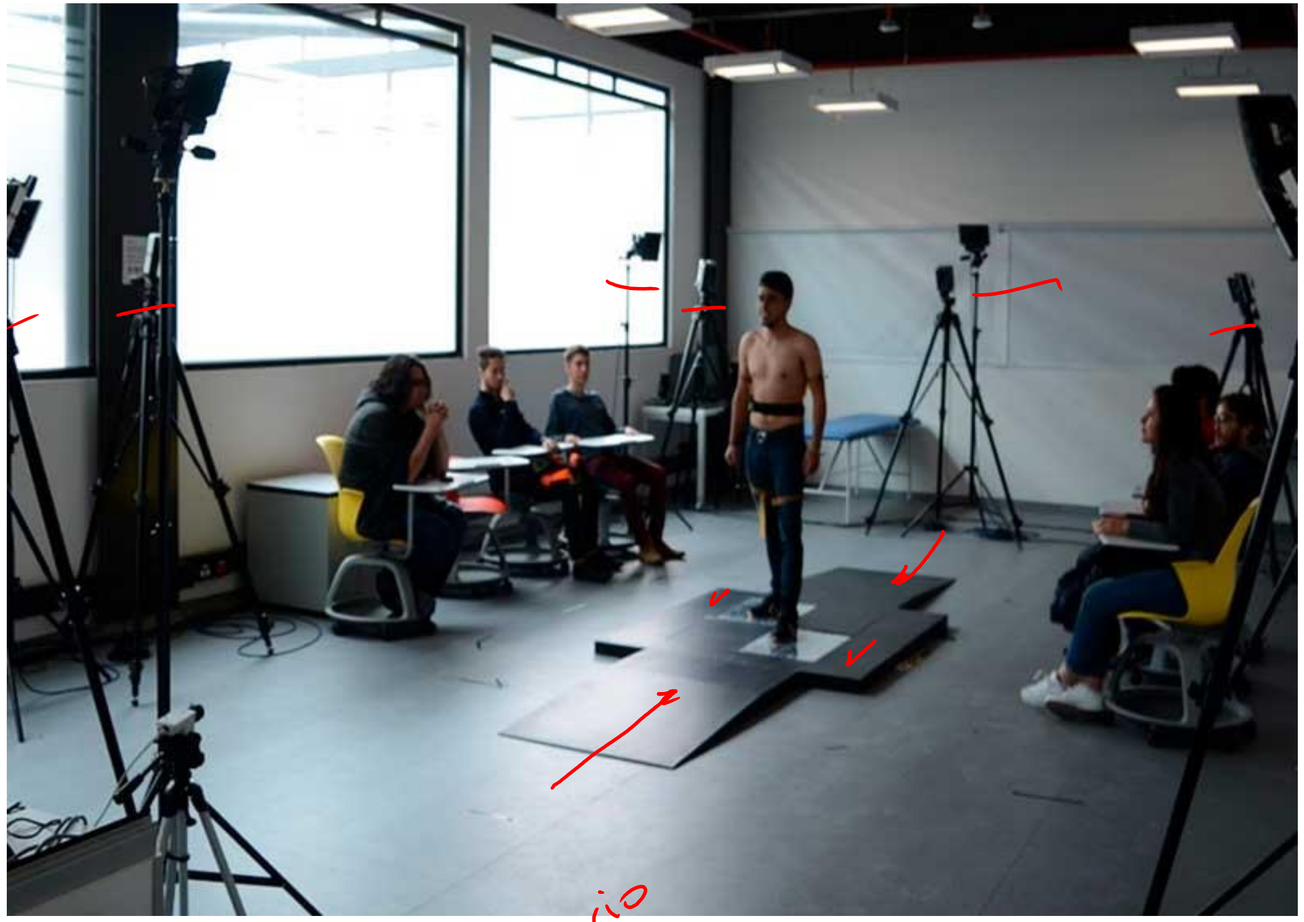
Plataforma de Fuerza







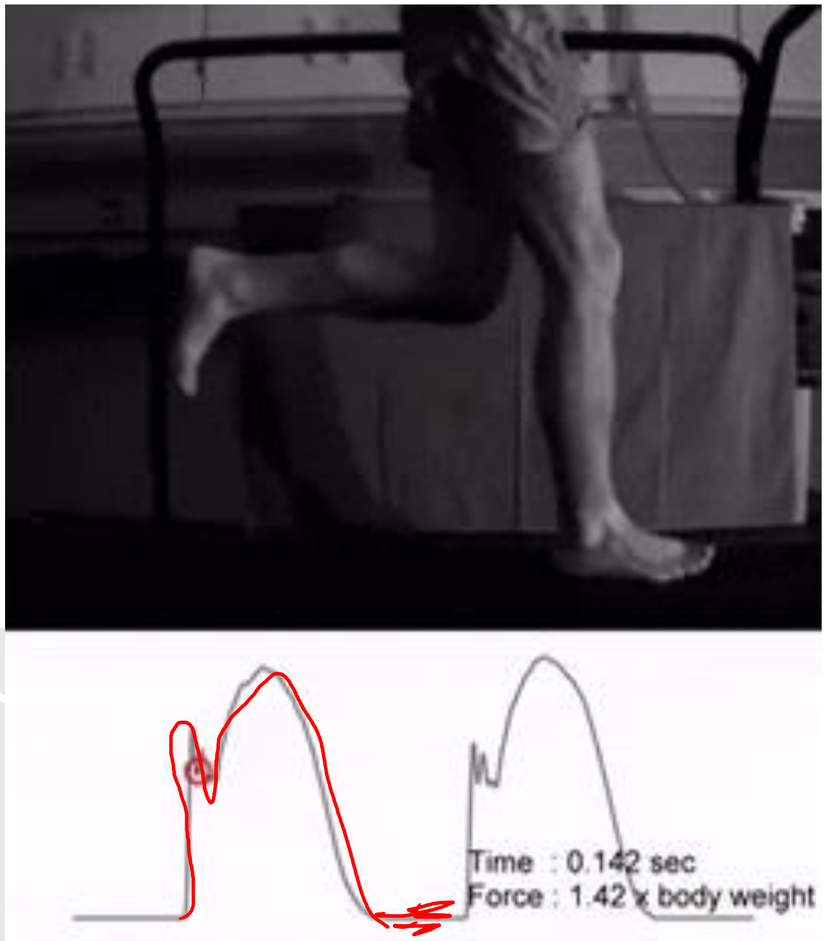
Plataforma de Fuerza



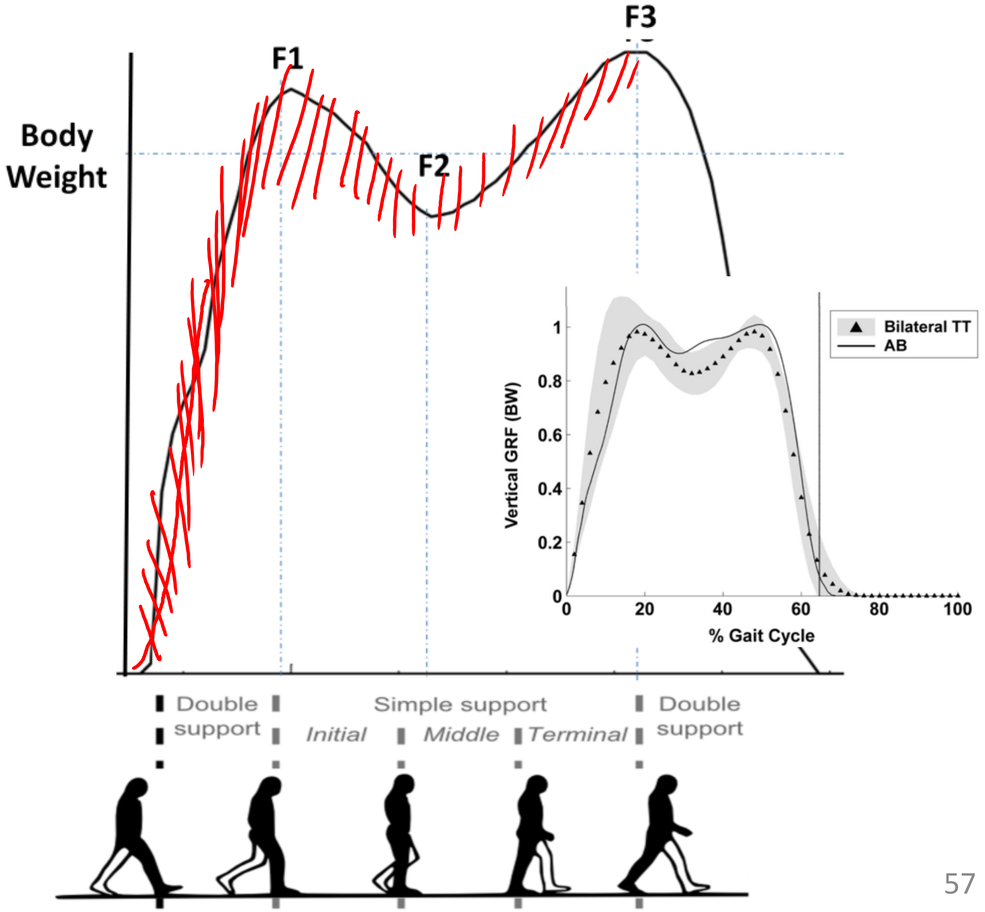
Rosario

Plataforma de Fuerza Unidireccionales

Patrón de Corrida

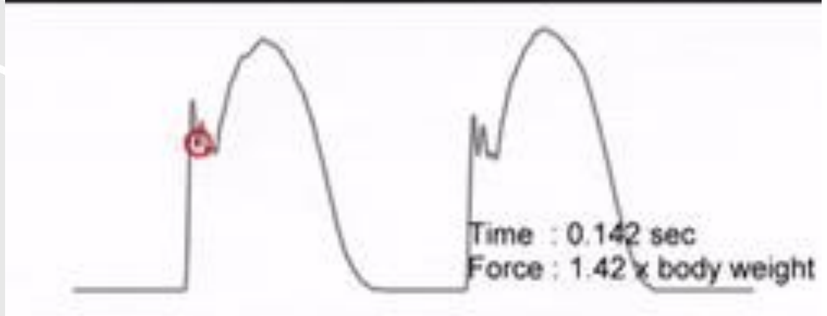


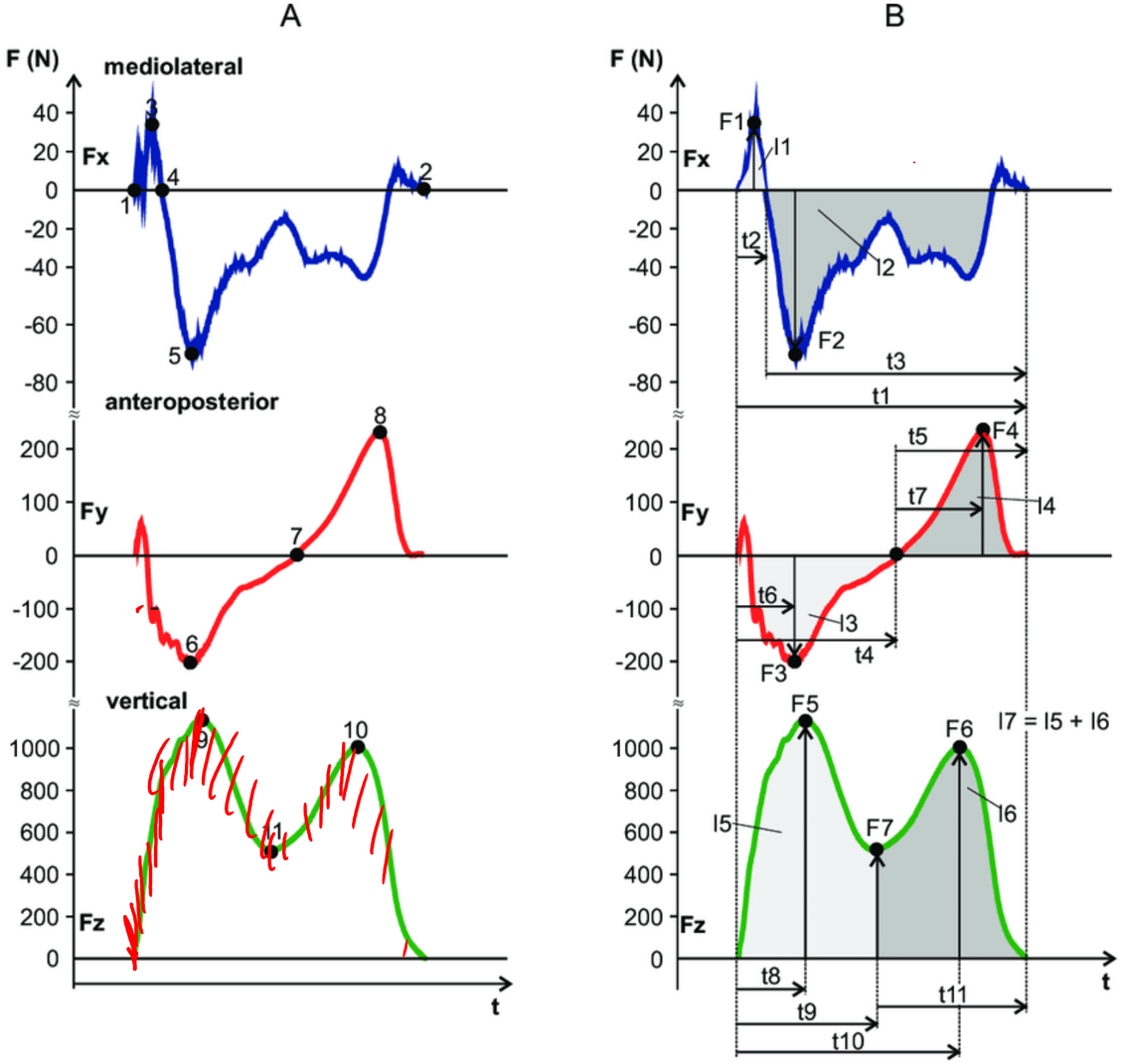
Patrón de Marcha



Plataforma de Fuerza Multidireccionales

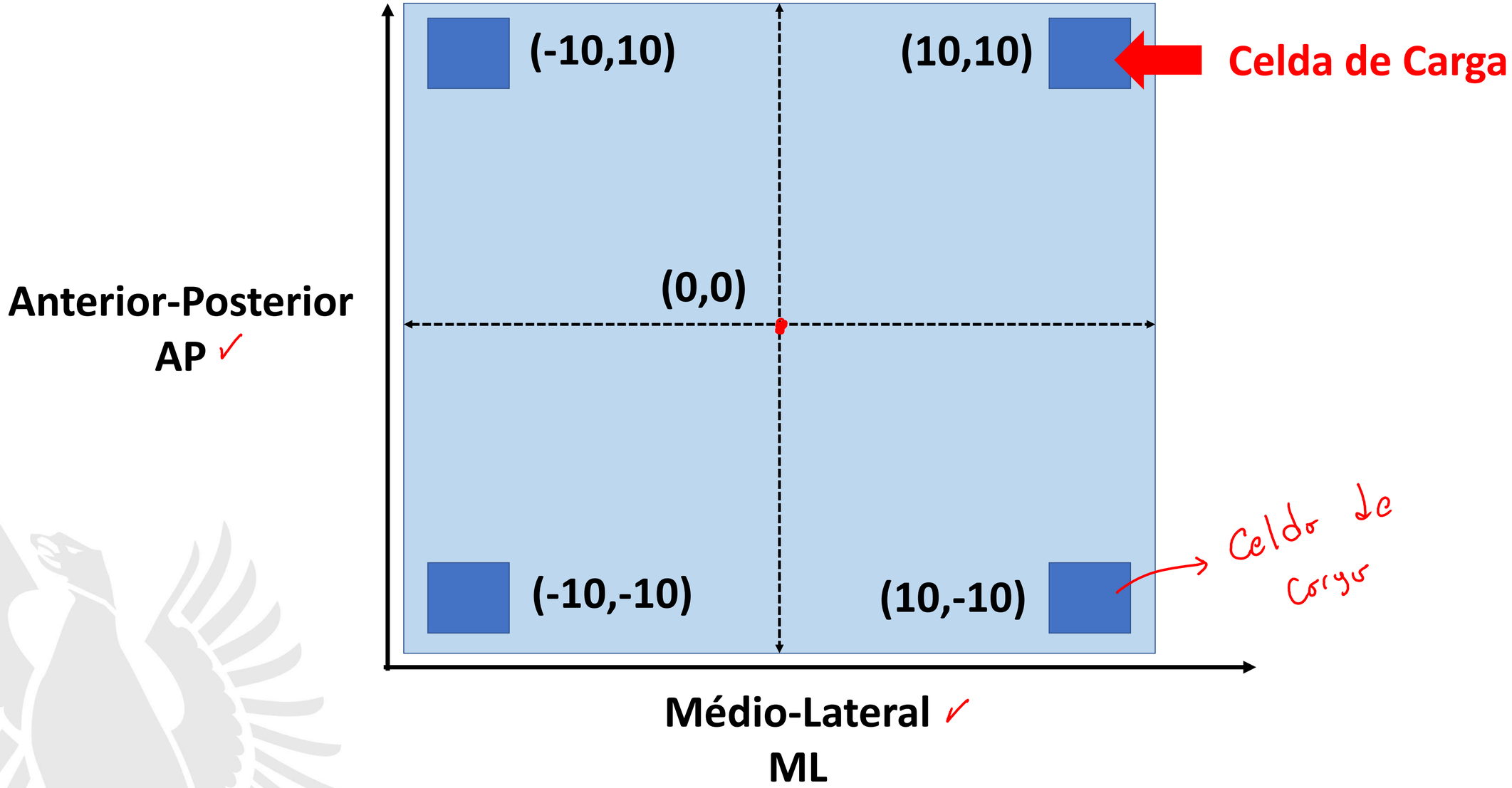
Patrón de Corrida





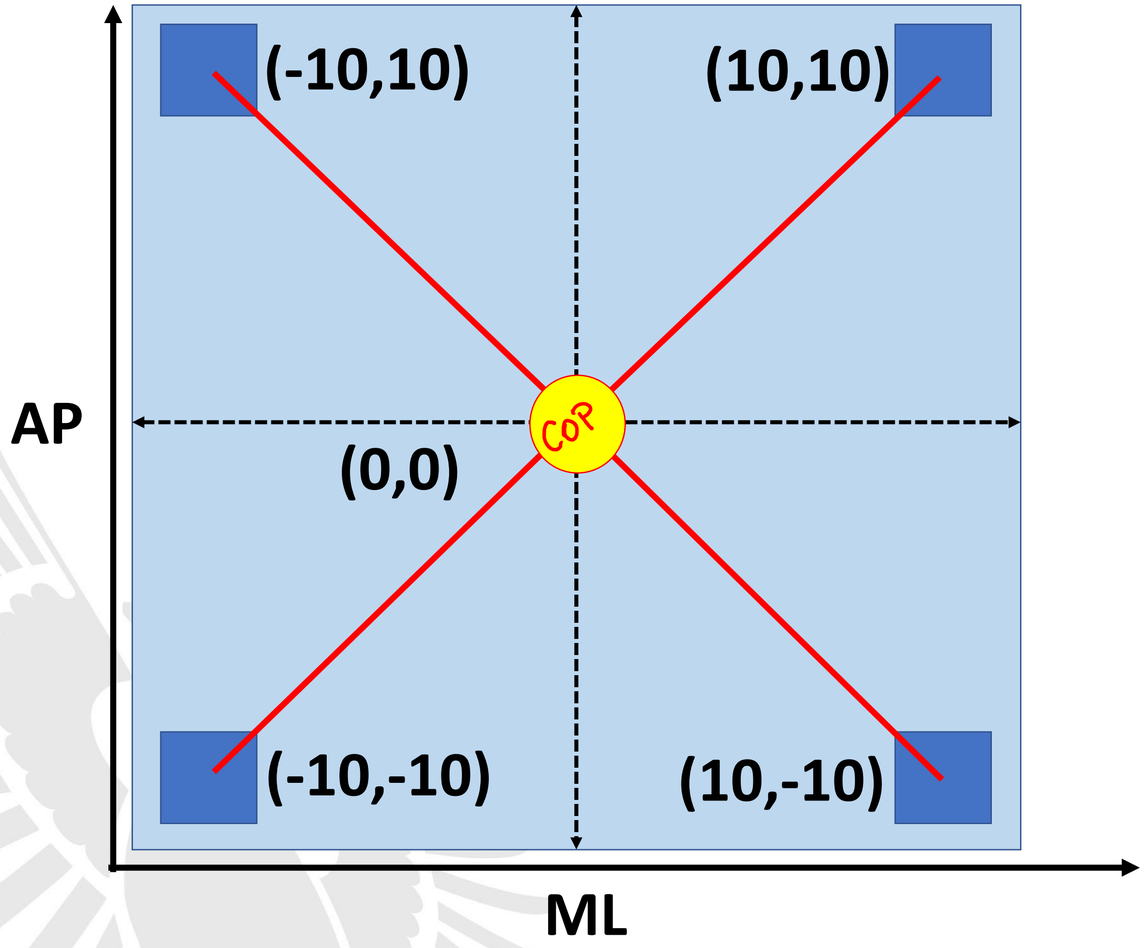
CENTRO DE PRESIÓN
Center of Pressure (CoP)

F_b



CENTRO DE PRESIÓN
Center of Pressure (CoP)

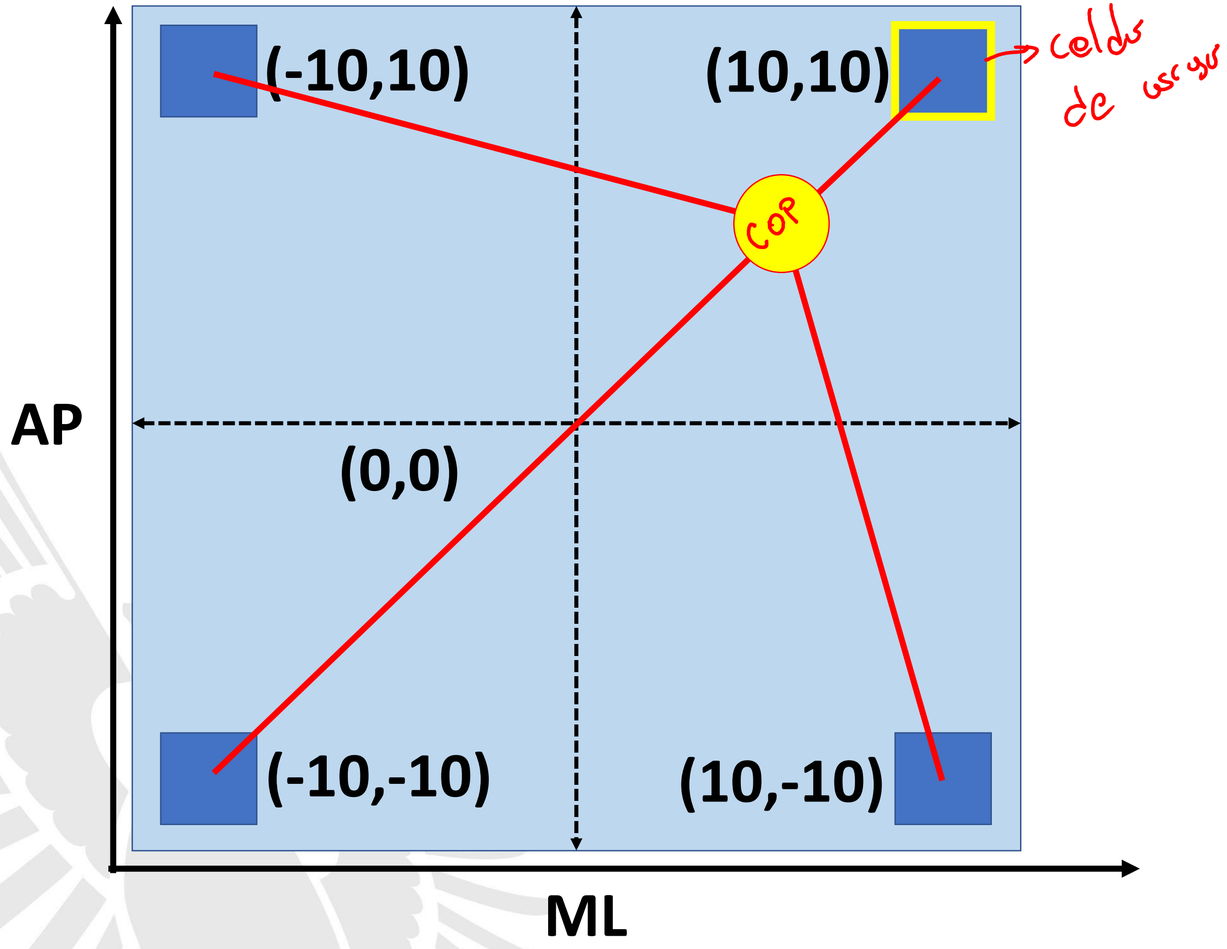
- **Localización del punto del vector de fuerza de reacción al suelo.**
- **Representa el promedio de todas las fuerzas ejercidas sobre la plataforma de apoyo.**



(ML, AP) = (0,0)

CENTRO DE PRESIÓN
Center of Pressure (CoP)

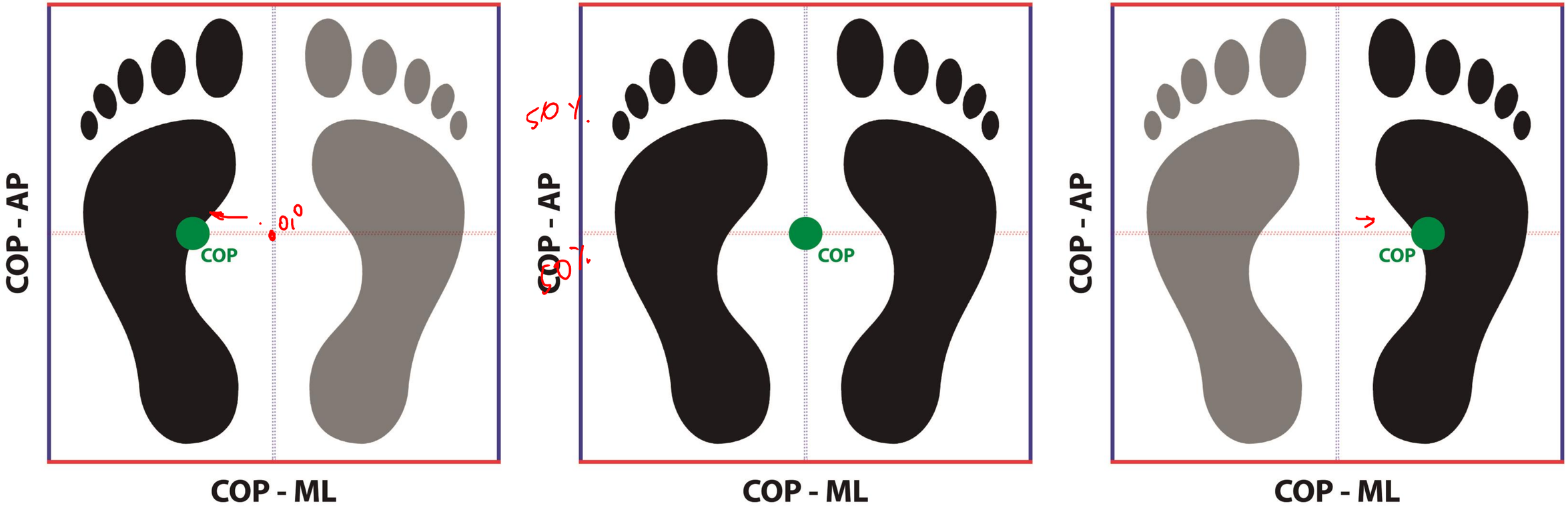
- **Localización del punto del vector de fuerza de reacción al suelo.**
- **Representa el promedio de todas las fuerzas ejercidas sobre la plataforma de apoyo.**



(ML, AP) = (xxx,yy)

CENTRO DE PRESIÓN
Center of Pressure (CoP)

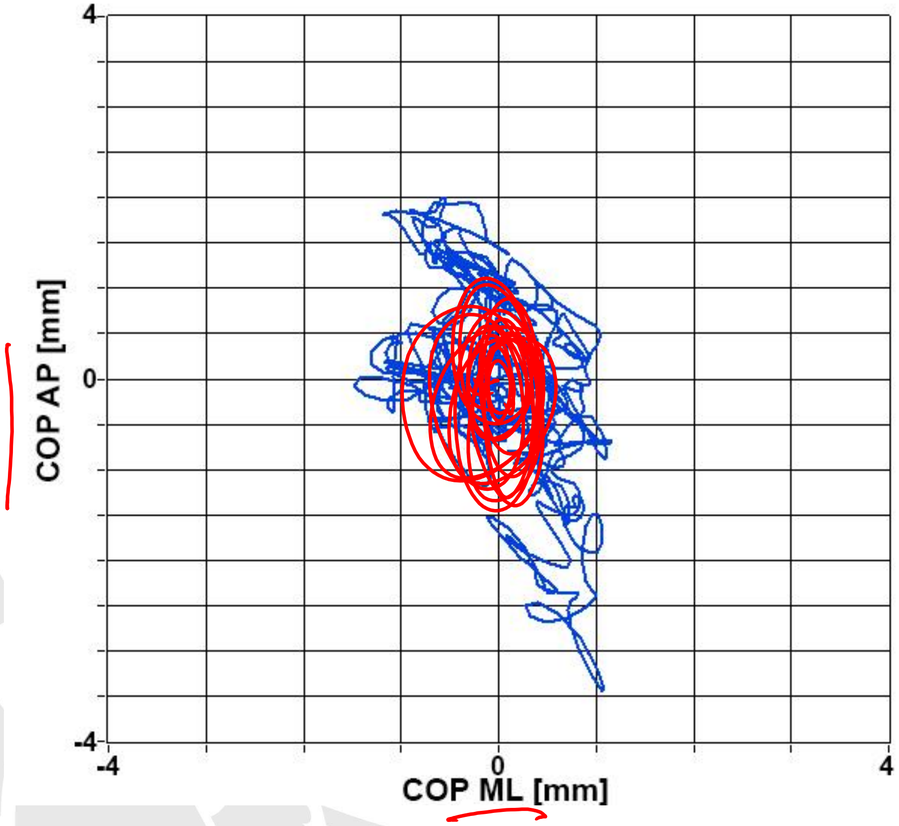
- **Localización del punto del vector de fuerza de reacción al suelo.**
- **Representa el promedio de todas las fuerzas ejercidas sobre la plataforma de apoyo.**



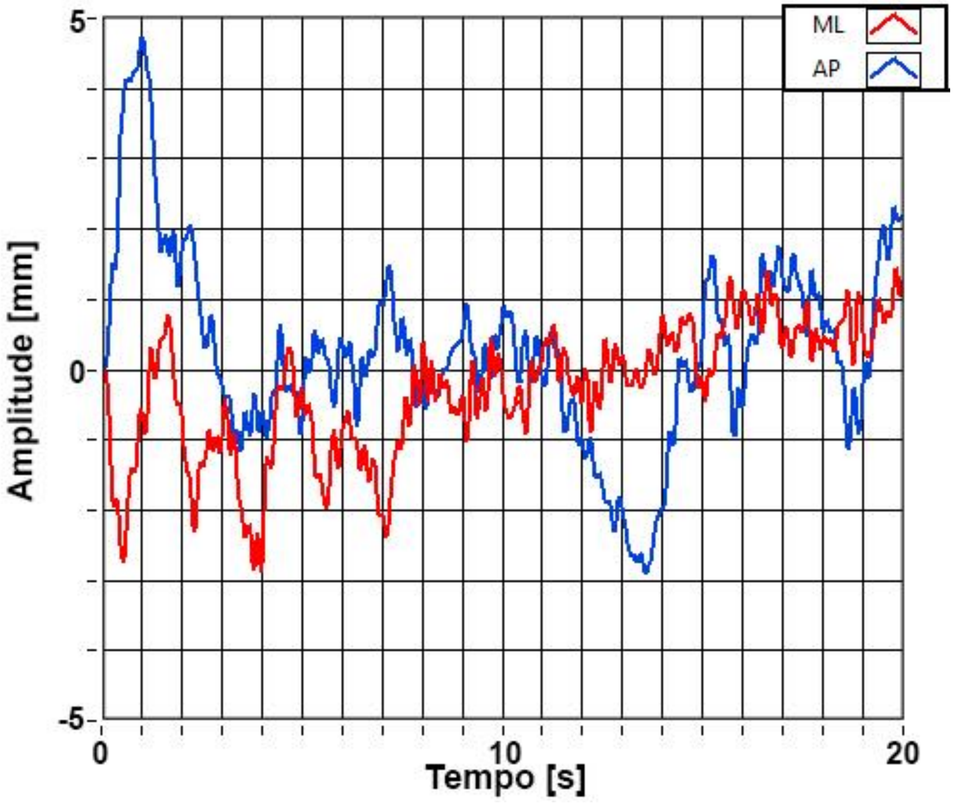
Estabilometría

- **Estudio del COMPORTAMIENTO del COP.**

ESTATOCINESIGRAMA



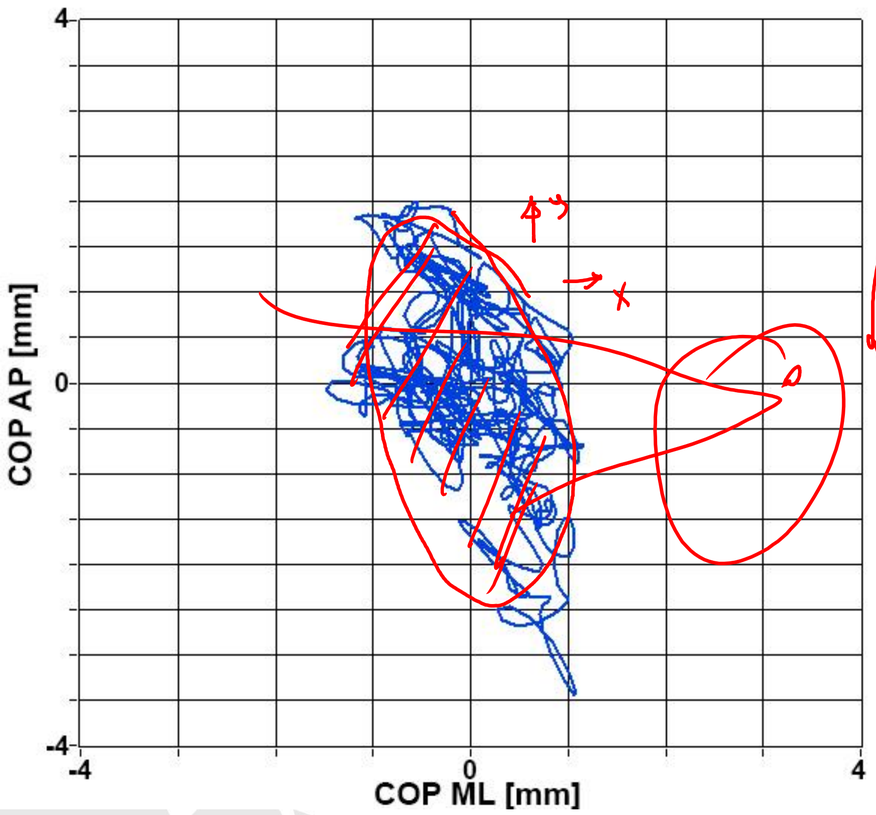
ESTABILOGRAMA



Estabilometría

- **Estudio del COMPORTAMIENTO del COP.**

ESTATOCINESIGRAMA



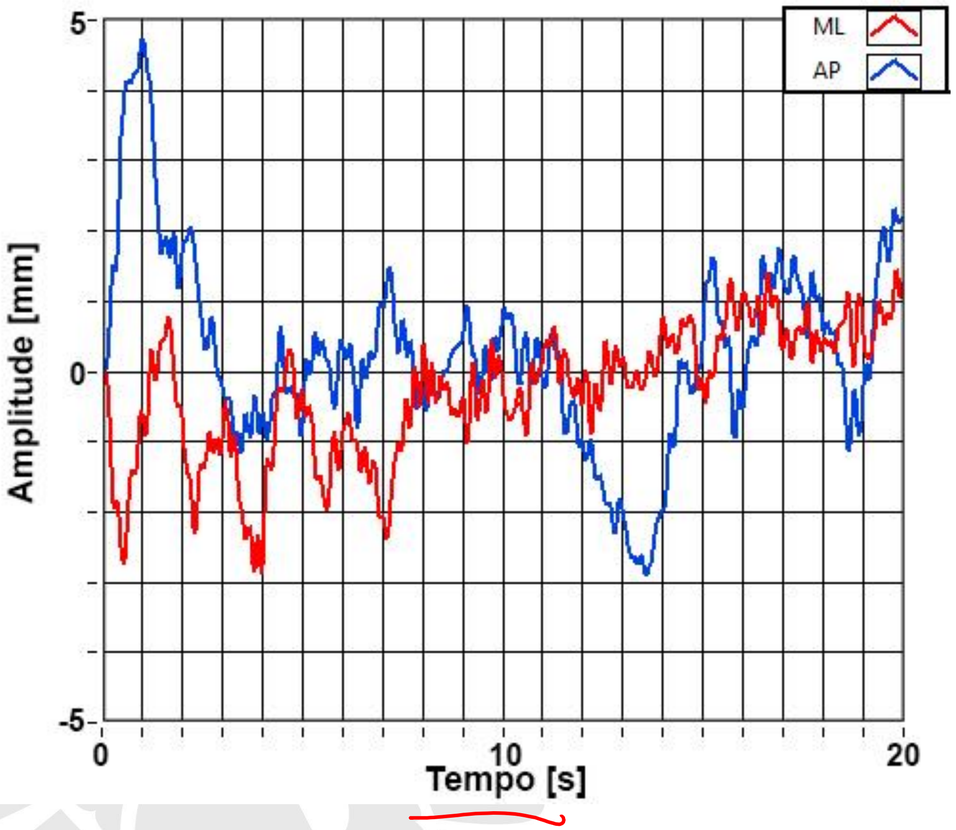
	Variables
DOT	Desplazamientos de la Oscilación Total
DOT_{ML}	Desplazamientos de la Oscilación Total en ML
DOT_{AP}	Desplazamientos de la Oscilación Total en AP
VMT	Velocidad Promedio Total
VMT_{ML}	Velocidad Promedio Total en ML
VMT_{AP}	Velocidad Promedio Total en AP
AMD_{ML}	Máximo Desplazamiento en ML
AMD_{AP}	Máximo Desplazamiento en AP
SWA	Área del Desplazamiento (Elipse)
RMS_{ML}	Desplazamiento Eficaz en ML
RMS_{AP}	Desplazamiento Eficaz en AP

Estabilometría

- **Estudio del COMPORTAMIENTO del COP.**

ESTABILOGRAMA

tiempo

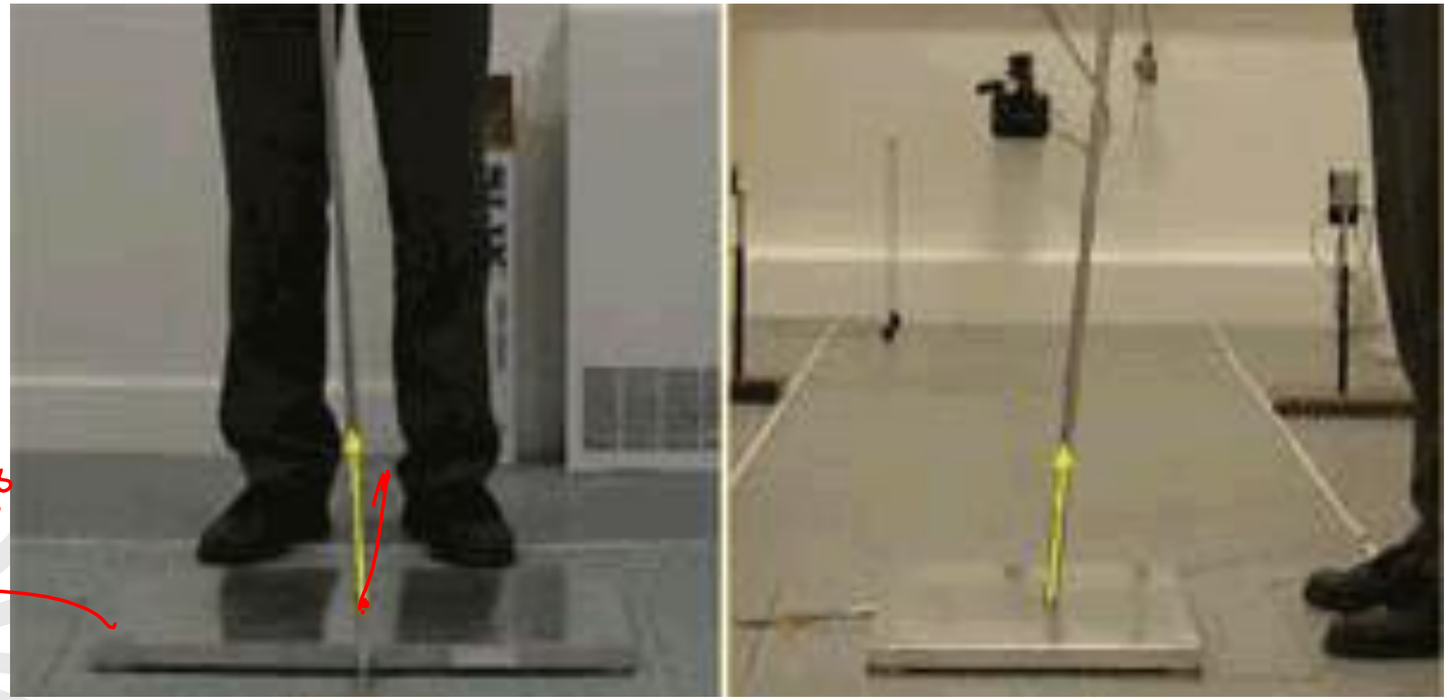


	Variables
DOT	Desplazamientos de la Oscilación Total
DOT_{ML}	Desplazamientos de la Oscilación Total en ML
DOT_{AP}	Desplazamientos de la Oscilación Total en AP
VMT	Velocidad Promedio Total
VMT_{ML}	Velocidad Promedio Total en ML
VMT_{AP}	Velocidad Promedio Total en AP
AMD_{ML}	Máximo Desplazamiento en ML
AMD_{AP}	Máximo Desplazamiento en AP
SWA	Área del Desplazamiento (Elipse)
RMS_{ML}	Desplazamiento Eficaz en ML
RMS_{AP}	Desplazamiento Eficaz en AP

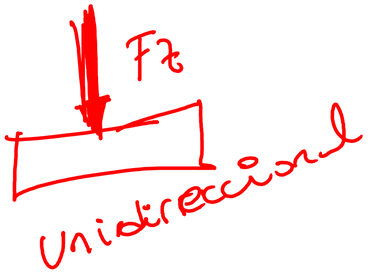
Fuerzas de Reacción al Suelo
Ground Reaction Forces (GRF)

Unidireccionales
Fz

- Por la tercera Ley de Newton, la GRF es la fuerza ejercida por el suelo sobre un cuerpo.
- Es, en principio, un vector con dirección, magnitud y sentido.

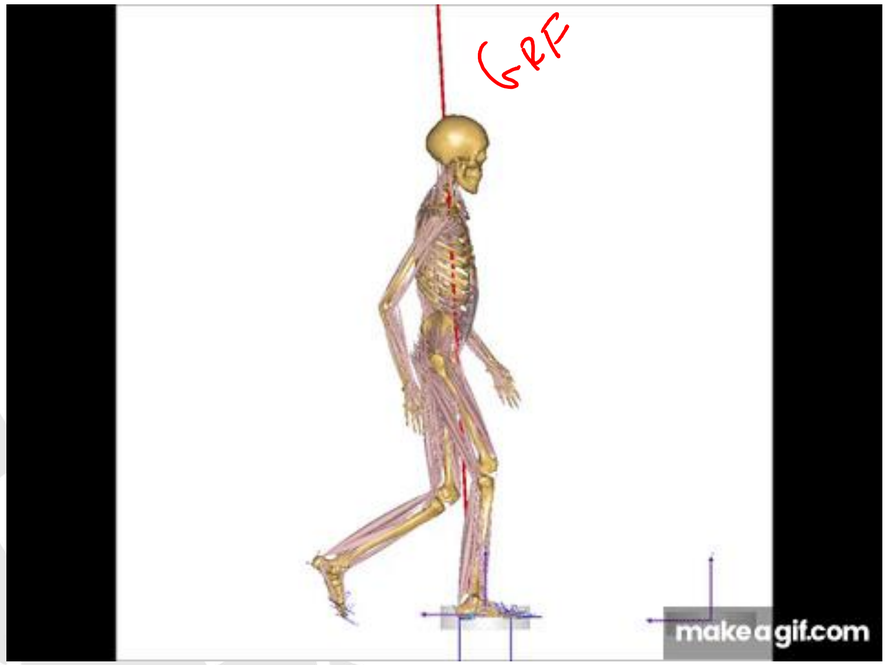


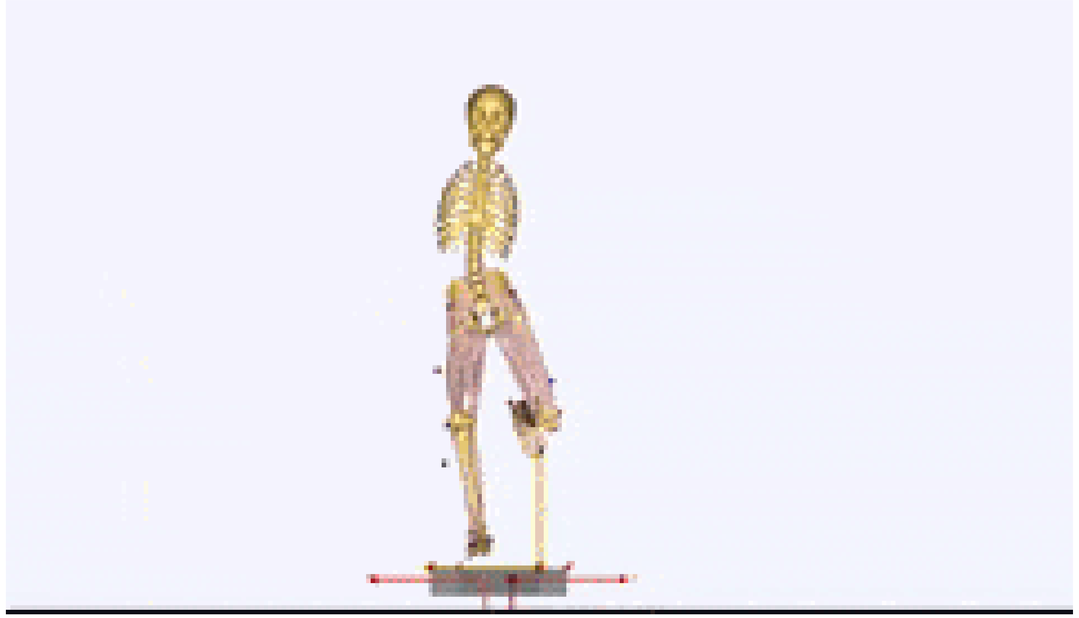
Plataformas Fuerzas



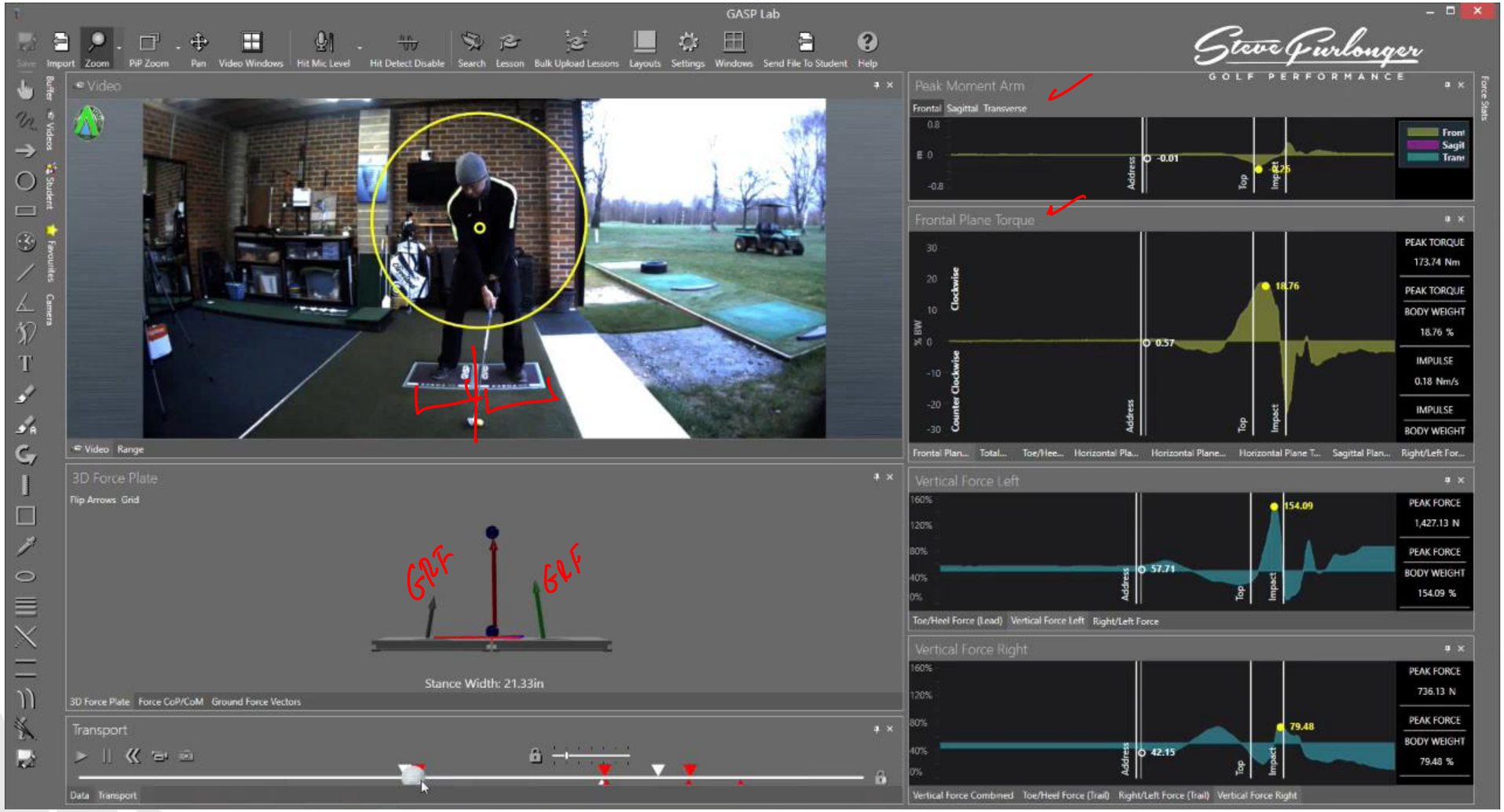
Fuerzas de Reacción al Suelo
Ground Reaction Forces (GRF)

- Por la tercera Ley de Newton, la GRF es la fuerza ejercida por el suelo sobre un cuerpo.
- Es, en principio, un vector con dirección, magnitud y sentido.





Fuerzas de Reacción al Suelo
Ground Reaction Forces (GRF)



Plataformas de Fuerza

tipo de celda de carga

- Unidireccionales e Multidireccionales.
- Fuerzas de Reacción al Suelo (GRF).
- Centro de Presión (CoP).
- Estabilidad.
- Patrones de Marcha y Corrida.
- Caracterizaciones Biomecánicas.
- Estudios Clínicos.

Multidireccional

DUDAS?