


	<b>Manual de Prácticas de Biomecánica</b>	Código:	MADO-99
		Versión:	01
		Página	3/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


# Manual de prácticas del laboratorio de Biomecánica

Elaborado por:	Revisado por:	Autorizado por:	Vigente desde:
Dr. Lázaro Morales Acosta	Francisco Manuel Sánchez Arévalo Michelín Álvarez Camacho	Dra. Zaida Estefanía Alarcón Bernal	24 enero 2025

	<b>Manual de Prácticas de Biomecánica</b>	Código:	MADO-99
		Versión:	01
		Página	3/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

## Índice de prácticas


Práctica 1. “Ubicación del centro de gravedad humano” .....	( 3)
Práctica 2. “Análisis de marcha con giroscopio” .....	(15)

	<b>Manual de Prácticas de Biomecánica</b>	Código:	MADO-99
		Versión:	01
		Página	3/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

# Práctica 1

## “Ubicación del centro de gravedad en el cuerpo humano”




	<b>Manual de Prácticas de Biomecánica</b>	Código:	MADO-99
		Versión:	01
		Página	3/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

## 1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o fuente de energía	Riesgos asociados
1	Plataforma de soporte	De no soportar el peso de la plataforma, se podrían generar daños por compresión de alguna extremidad de los alumnos que colaboren en la preparación espacio de prueba.
2	Iluminación con lámpara de Leds	Mala postura del tripié y en consecuencia una posición no estable, la conexión al contacto eléctrico debe realizarse con firmeza y precaución.

## 2. Objetivos de aprendizaje

- I. **Resumen:** Durante el desarrollo de la práctica el alumno comprenderá dos métodos para la obtención del centro de gravedad en el cuerpo humano y una metodología basada en la separación de segmentos corporales mediante una imagen. Como parte del desarrollo de esta práctica el alumno obtendrá, en forma experimental, la ubicación del centro de gravedad de los participantes y lo representará en función de la altura.
- II. **Objetivos específicos:** El alumno aplicará un método experimental para encontrar la ubicación del centro de gravedad del cuerpo humano y comparará su resultado con el valor obtenido por medio de las secciones del cuerpo.
- III. **Palabras clave:** Centro de gravedad, biomecánica, fotogrametría, Momento, Parametrización.

	<b>Manual de prácticas de Biomecánica</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	5/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

### 3. Introducción.

#### 3.1 Centro de gravedad

El centro de gravedad (CG) de un cuerpo se idealiza como un punto en donde actúa la fuerza de gravedad, es decir, si se comprimiera el cuerpo en solo una partícula esta partícula estaría ubicada espacialmente en ese punto, de esta forma cualquier fuerza externa que actué sobre el cuerpo es reflejada en este punto. Por otra parte, se sabe que la ubicación de este punto está relacionada con la forma y masa que posee el cuerpo y se considera un parámetro inercial.

#### Parámetros inerciales

La obtención de los parámetros inerciales se considera imprescindible para el análisis biomecánico ya que permiten obtener algunas variables consideradas como básicas en cualquier análisis cuantitativo del movimiento, como son el centro de gravedad (CG) tanto segmentario como corporal, el momento de inercia (I) y el momento angular (H) segmentario y corporal. El más importante de ellos es el CG que se define como un punto fijo de un segmento corporal donde actúa la fuerza resultante de la atracción de la gravedad (Lapedas, 1981).


Cuando se trata de analizar el movimiento humano estos parámetros cobran gran relevancia.

#### 3.2 Determinación del centro de gravedad del cuerpo humano.

Si una fuerza externa es aplicada en el centro de gravedad de un sistema de estudio está no modificará su rotación, sólo modificará su traslación.

Este centro de gravedad puede estar situado fuera del sistema, dependiendo de la posición en la que esté se encuentre. Ya que cada cuerpo que componga un sistema tendrá un centro de gravedad propio; de esta forma si se conoce el CG de cada cuerpo y su peso, es posible determinar el CG de todo el sistema. Con este concepto se generó un método de determinación del CG mediante una segmentación del cuerpo humano, el cual tiene como base dos tablas que nos ayudan a encontrar el peso relativo de la extremidad con respecto al peso total del cuerpo, y la localización del CG de cada segmento.

Tomando en cuenta la primera idea, la cual menciona que las fuerzas externas modifican únicamente la posición del CG, se puede decir que si el cuerpo se encuentra en equilibrio la suma de fuerzas es igual a cero, así como también la suma de momentos. De esta forma se desarrollaron

	<b>Manual de prácticas Biomecánica</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	6/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

dos métodos para encontrar el CG de una manera experimental: “La plataforma rectangular de Reynolds y Lovett” y “La plataforma equilátera de Basler”; la primera se basa en una suma de momentos de una plataforma rectangular en donde descansa el sistema a analizar, cabe mencionar que este método solo nos dará el CG en un eje coordenado. Mientras que el método de la plataforma equilátera de Reynolds se basa en la misma metodología, solo que en este caso la plataforma no será rectangular, si no que será un triángulo equilátero, lo nos permite analizar el sistema en un sistema coordenado (x, y).

### 3.3 Importancia en el deporte

Para la biomecánica una de las trayectorias importantes para poder caracterizar un movimiento, ya sea en el piso o durante un salto, es su centro de gravedad, el cual en el caso de los saltos describe una parábola.

Este punto llamado centro de gravedad es influenciado por la postura del atleta, por lo que en una actividad como el salto con garrocha este punto puede llegar a estar fuera del cuerpo humano, para esta actividad en particular se busca que el centro de gravedad pase por debajo de la valla, de esta forma se considerara un salto exitoso.

La repetitividad de un deportista, es decir la habilidad del deportista para realizar el movimiento, también se ve influenciada por su postura y por lo tanto en su centro de gravedad. De esta forma también son reducidos los riesgos a las lesiones, uno de los principales objetivos para la biomecánica.

## 4. Equipo y Material

1. Básculas.
2. Flexómetro.
3. Fotografía realizando una actividad física.
4. Plataforma rectangular.



**Figura 1 Báscula**


	<b>Manual de prácticas Biomecánica</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	7/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			



Figura 2. Plataforma rectangular

## 5. Desarrollo

### I. Método de plataforma rectangular de momentos de Reynolds y Lovett

La forma más sencilla de determinar el CG de un cuerpo en posición anatómica tiene una base conceptual: para considerar que un cuerpo está en equilibrio, debe cumplir dos condiciones, la suma de fuerzas y la suma de momentos sea igual a 0.

$$\sum F = 0 \quad \sum M = 0$$

Este sistema de fuerzas puede ser analizado por un dispositivo simple elaborado con una plataforma, apoyada en sus extremos, uno de ellos se apoya en una báscula que registra la fuerza de reacción que se muestra en la Figura 3.

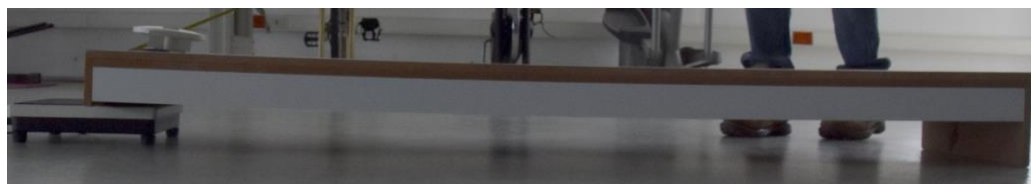



Figura 3. Plataforma rectangular de momentos de Reynolds.

Si se coloca a un sujeto de peso conocido y deseamos conocer la localización de su CG, se alinea la planta del pie con el 0 de la escala de longitud de la plataforma tendremos el diagrama de cuerpo libre mostrado en la Figura 4, las fuerzas actuantes son:

	<b>Manual de prácticas Biomecánica</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	8/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

$$F = F_A + F_B - P - P_t = 0$$



**Figura 4. Diagrama de cuerpo libre donde se muestran las fuerzas en el sistema**


Donde  $F_B$  es la fuerza registrada en la báscula,  $F_A$  es la fuerza ejercida en el apoyo,  $P_t$  es el peso de la plataforma y  $P$  siendo el peso del sujeto.

Como cada fuerza es capaz de producir un par, si tomamos el punto 0 como punto de apoyo, tendremos que:

$$\sum M = 0 = P \times CG_0 + P_t \times \frac{l_t}{2} - F_A \times l_t$$

Donde:

$$CG_0 = \frac{F_A \times l_t - P_t \times \frac{l_t}{2}}{P}$$

	<b>Manual de prácticas Biomecánica</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	9/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

Por este procedimiento podemos conocer la posición del CG en cualquier postura; por ejemplo, las posturas básicas en las que se realiza el salto vertical.

Tabla 1. Resultados plataforma rectangular de momentos de Reynolds y Lovett.					
Sujeto	Altura [m]	P [Kg]	$F_A$ [Kg]	$CG_0$ [m]	$CG_0$ [% de altura]

En donde  $x$  y  $y$  son las coordenadas respectivas en cada registro de B y A, respectivamente,  $P$  es el peso del cuerpo y  $h$  la altura del triángulo ABC. El cruce de líneas paralelas al respectivo borde señala la localización del CG.

## II. Determinación del CG mediante método segmentario (por fotografía).

Para poder determinar el CG por medio de una imagen es necesario seguir el siguiente procedimiento:

### 1. Identificación de los segmentos del cuerpo.

El cuerpo humano se divide en 14 segmentos corporales, los cuales están delimitados por límites articulares como lo son los centros de rotación del codo, muñeca, cadera, rodilla y tobillo.

### 2. Elaboración de un diagrama lineal.

	<b>Manual de prácticas Biomecánica</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	10/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


Los límites articulares son unidos con una línea recta, para tener segmentos.

### 3. *Determinación del centro de gravedad segmentario.*

Se utilizan los datos de la Tabla 3, que señala en porcentaje la distancia a la que se localiza el centro de gravedad segmentario del extremo proximal del segmento, es decir, del extremo más cercano al centro del cuerpo.

<b>Tabla 3 Localización del vector CG de los segmentos corporales, expresado como porcentaje de la distancia total entre dos puntos a partir del proximal.</b>		
<i>Segmento</i>	<i>Hombres</i>	<i>Mujeres</i>
Cabeza y cuello	59.76	58.94
Tronco	44.86	41.51
Tórax	29.99	20.77
Abdomen	45.02	45.12
Pelvis	61.15	49.20
Brazo	57.72	57.54
Antebrazo	45.74	45.59
Mano	79.00	74.74
Muslo	40.95	36.12
Pierna	44.59	44.16
Pie	44.15	40.14

*Fuente: de Leva, 1996.*

	<b>Manual de prácticas Biomecánica</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	11/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

#### 4. *Determinación del peso estimado para el segmento.*


Para determinar el peso de cada segmento se realiza como una función del peso total del sujeto de acuerdo con los datos de la Tabla 4.

<b>Tabla 4. Pesos de los segmentos corporales, relativos al peso total del cuerpo (% de 1)</b>		
<b>Segmento</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
Cabeza y cuello	0.0694	0.0668
Tronco	0.4346	0.4257
Tórax	0.1596	0.1545
Abdomen	0.1633	0.1465
Pelvis	0.1117	0.1247
Brazo	0.0271	0.0255
Antebrazo	0.0162	0.0138
Mano	0.0061	0.0056
Músclo	0.1416	0.1478
Pierna	0.0433	0.0481
Pie	0.0137	0.0129

*Fuente: de Leva 1996*

#### 5. *Medición de la distancia de cada CG a las coordenadas x-y*

Esta medición puede ser sobre distancias reales, cuando la fotografía se tomó en el marco cuadrulado o somato metro, o por una medición arbitraria en la fotografía misma, dibujando un sistema de referencia con coordenadas positivas en cada segmento del cuerpo, como se muestra en la Figura 6

	<b>Manual de prácticas Biomecánica</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	12/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			




**Figura 6. Sistema de referencia graduado en centímetros.**

*6. Determinación del valor de cada torca en relación con las coordenadas*

Se toman las coordenadas de los centros de gravedad de cada segmento, así como su peso, con estos datos es posible calcular el momento generado en x y y de cada segmento, llenando la Tabla 5.

Tabla 5. Cálculo de momentos generados por cada segmento en cada eje.					
Segmento	X	Y	Peso relativo	$M_x=X*\text{Peso relativo}$	$M_y=Y*\text{Peso relativo}$
Cabeza					
Tronco					
Brazo Der.					

	<b>Manual de prácticas Biomecánica</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	13/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


Brazo Izq.					
Antebrazo Der.					
Antebrazo Izq.					
Mano Der.					
Mano Izq.					
Muslo Der.					
Muslo Izq.					
Pierna Der.					
Pierna Izq.					
Pie Der.					
Pie Izq.					
Suma:				$\sum Mx$	$\sum My$

### 7. Cálculo del centro de gravedad total.

El CG de todo el cuerpo se localiza tomando como base el concepto que afirma que el par total en x y en y es igual a la suma de sus momentos segmentarios, donde se deriva que la suma de momentos en x y y, entre el peso del cuerpo nos dará como resultado la localización del CG en x y y.

$$CGx = \frac{\sum Mx}{P} \qquad CGy = \frac{\sum My}{P}$$

Para este análisis se puede diseñar en forma arbitraria el origen de los pares de torsión; es válido el concepto de que el par total es igual a la suma de los pares segmentarios, y en una imagen bidimensional existe para cada punto un valor con relación a la

	<b>Manual de prácticas Biomecánica</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	14/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

distancia al eje x y otro para el eje y. La suma en ambos sentidos nos permitirá localizar el CG de todo el cuerpo en forma aceptablemente aproximada.

## 6. Discusión


## 7. Bibliografía

Lapedas, D.N. (1981). Diccionario de términos científicos y técnicos. Ed.en castellano: Marcombo, S.A., Barcelona.

Dávila, M. G. (1999). Biomecánica deportiva: bases para el análisis. Síntesis.

Casas, M.A. (1991). Biomecánica. UNAM. México

Suárez, G. R. (2009). Biomecánica deportiva. Biomecánica deportiva y control del entrenamiento, 4, 15.

	<b>Manual de prácticas de Biomecánica</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	15/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			


## Práctica 2:

# “Parámetros de Marcha Humana Utilizando Giroscopios”

	Peligro o fuente de energía	Riesgos asociados
1	Computadora Portátil	Verificar que el equipo este estable en su posición y la conexión a la línea de distribución se realice en forma segura.

### 1. Objetivos de aprendizaje

- I. **Resumen:** Al realizar la práctica el alumno aprenderá a implementar protocolos de prueba ya establecidos y desarrollará la capacidad de análisis, al estudiar los parámetros de marcha obtenidos con el sistema G-Walk. El sistema utiliza como herramientas de adquisición sensores como: giroscopio y acelerómetro.
- II. **Objetivos específicos:** Identificar la importancia de cumplir con las condiciones y restricciones de un protocolo de prueba. Desarrollar la capacidad de análisis de los

	<b>Manual de prácticas Biomecánica</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	16/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

parámetros de marcha humana y su correlación el ángulo de la cadera durante el ciclo. Identificar correlación de las asimetrías entre las extremidades.

Adicionalmente, el alumno reconocerá la importancia de la adquisición de datos por medio de acelerómetro y giroscopio, y desarrollarán la capacidad del manejo de datos independientemente del software comercial.

- III. **Palabras clave:** Ciclo de marcha, Parámetros Biomecánicos, Software G-Walk, Asimetrías, Ángulo de Pelvis, Protocolo de Prueba.

## 2. Introducción

### 2.1 Marcha Humana


Durante la marcha humana se desarrollan un conjunto de movimientos coordinados entre varios sistemas del cuerpo, el cual permite desplazar al frente al organismo.

Se puede definir como una serie de movimientos alternos y rítmicos de las extremidades y del tronco que determinan el desplazamiento hacia adelante del centro de gravedad. Se caracteriza por el contacto de ambas extremidades del individuo con el suelo, teniendo como restricción que al menos uno de sus pies debe estar en contacto durante el ciclo.

El movimiento del cuerpo humano durante marcha requiere de la acción coordinada de diversos músculos y articulaciones del sistema musculoesquelético, principalmente, los movimientos de las extremidades inferiores y superiores, sin dejar de mencionar a la pelvis y la columna vertebral. Al estudiar el movimiento de marcha humana se pueden identificar aspectos que proporcionen también información del estado de los sistemas nervioso, cardiovascular y respiratorio.


### 2.2 Análisis de marcha y sus parámetros

El análisis de marcha es una forma de evaluar el movimiento humano y relacionar las variables biomecánicas con un gesto normal o identificación de sus alteraciones. Es de gran utilidad en disciplinas como la fisioterapia, reumatología, o en la detección de trastornos neurológicos del sistema locomotor. Actualmente, existen opciones en tecnologías aplicadas para la adquisición y análisis: sistemas computacionales, plataformas de fuerza, fotografía estroboscópica,

	<b>Manual de prácticas Biomecánica</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	17/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

cronofotografía, electro goniómetros y electromiografía, etc. Con ellas capturar valores cuantitativos espacio temporales.

En gran medida, estos parámetros se censan durante los movimientos del cuerpo y pueden específicas para posiciones de las extremidades, ángulos de las articulaciones, trayectorias, velocidades, fuerzas generadas, actividad muscular de segmentos corporales particulares, etc.


	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica del Cuerpo Humano</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	18/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

***Parámetros espaciales:***

- \* Altura de paso
- \* Ancho de paso (distancia lineal entre 2 puntos equivalentes de ambos pies).
- \* Distancia recorrida (longitud del trayecto recorrido).
- \* Efecto de acortamiento de la pierna (Efecto generado por la articulación de la rodilla en la fase de oscilación para evitar tropiezos).
- \* Longitud de paso
- \* Longitud de zancada (2 pasos comprenden una zancada, lo que es equivalente a un ciclo de marcha).

***Parámetros temporales:***

- \* Cadencia (Pasos / min)
- \* Duración de paso o reposo (tiempo en el que ambos pies se encuentran el suelo).
- \* Tiempo de apoyo (tiempo desde que el talón toca el suelo hasta que los dedos lo dejan, para cada pie).
- \* Tiempo de balanceo (tiempo desde que el pie deja el piso hasta que lo toca de nuevo).
- \* Velocidad de la marcha (intervalo de tiempo definido)
- \* Velocidad de zancada (intervalo de tiempo definido)

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica del Cuerpo Humano</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	19/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

### 2.3 Ciclo de marcha

El ciclo de la marcha describe el patrón cíclico de movimiento que ocurre en la acción de caminar. Este comienza cuando el talón de un pie hace contacto con el

suelo y termina cuando ese mismo talón toca nuevamente el suelo. Las dos principales fases o etapas de la marcha son:

**La fase de apoyo:** el periodo entre el momento cuando el talón del pie hace contacto con el suelo (golpe de talón) hasta el momento en el que ocurre el despegue del antepié.

**La fase de oscilación:** el pie queda libre para moverse hacia adelante. Se describe como el periodo que abarca desde el despegue del antepié hasta el golpe de talón.


### 2.4 Sistema Inercial de Medición

Utilizando el sistema G-Walk. El cual contiene sensores inerciales compuesto de un acelerómetro triaxial, un sensor magnético, y un giroscopio triaxial. Realizar las etapas de conexión inalámbrica del dispositivo, para posicionar el dispositivo en la persona por medir en la región lumbar del individuo.

Preparar la zona de prueba e indicar las condiciones de medición al participante.

Como etapa de preparación a la toma de datos del gesto de marcha, se sugiere realizar algunos ciclos sin realizar la adquisición de los datos, buscando que el sujeto de prueba logre posicionarse en un estado de participación sin sesgo en el comportamiento.

A diferencia de los sistemas tradicionales de análisis de marcha que requieren un laboratorio especializado con cámaras y marcadores, el G-Walk permite realizar estudios en ambientes naturales y visualización de resultados en tiempo real, haciendo un proceso práctico y versátil. El dispositivo se coloca en la zona lumbar de la persona por medir y con ello calcular los parámetros biomecánicos de la marcha ya descritos.

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica del Cuerpo Humano</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página:	20/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión:	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

El sistema puede ser empleado en clínicas de rehabilitación para evaluar la eficacia de tratamientos y terapias, en centros deportivos para optimizar el rendimiento de atletas, en hospitales para diagnosticar y monitorizar enfermedades neuromusculares, y en investigaciones académicas para estudiar la biomecánica de la marcha en diversas poblaciones.

En conclusión, el sistema registra los datos y con ellos, realiza el cálculo todos los parámetros espacio temporales de la marcha necesarios para proporcionar información.



**Figura 1. Acelerómetro con USB**



**Figura 2. Faja que se coloca el sujeto de prueba con el acelerómetro**


## Equipo y Material

1. Dispositivo acelerómetro BTS.
2. Faja para colocar acelerómetro.
3. Computadora con software G-Walk.

## 3. Desarrollo

### I. Preparación del entorno.

Se debe seleccionar un área adecuada donde se pueda llevar a cabo el análisis, es decir, que cuente con espacio suficiente para que el sujeto pueda caminar en línea recta durante 7 metros (la distancia total incluye ida y vuelta, por lo que la longitud total será de 3.5 m de ida y 3.5 de vuelta), de la misma forma, que sea una superficie plana que permita una marcha estable.

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica del Cuerpo Humano</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	21/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

## II. Instalación del acelerómetro con el sujeto de prueba.

El dispositivo se coloca en el cuerpo del sujeto mediante una faja alrededor de la cintura, donde se debe sujetar bien y orientado correctamente (ejes x dirección anterior, y dirección lateral, z dirección coronal) para capturar los datos de movimiento.

## III. Preparación software G-Walk.

Instala y abre el software G-Walk en tu computadora. Selecciona generar expediente para el sujeto en cuestión. Se deben vaciar los datos siguientes: nombre, edad, sexo, peso y estatura.


Antes de comenzar el análisis, es esencial calibrar el equipo. Sigue las instrucciones proporcionadas por el software para garantizar que el dispositivo G-Walk esté sincronizado y listo para capturar datos con precisión.



Figura 3. Calibración del acelerómetro dentro de G-Walk

## IV. Realizar los movimientos y gesto habitual durante el movimiento de marcha humana y con ellos registrar los datos obtenidos por el sistema.

El sujeto debe caminar a un ritmo natural y constante. Una vez que el sujeto esté listo, iniciamos la grabación en el software de G-Walk que registrará la distancia total desde el punto de inicio al final, ida y vuelta. Finalizado esto, detenemos la grabación en el software y guardamos el archivo de datos generados para su posterior análisis.

	<b>Manual de prácticas del Laboratorio de Mecánica del Cuerpo Humano</b>	Código:	MADO-##
		Versión:	01
		Página	22/22
		Sección ISO	8.3
		Fecha de emisión	5 de agosto de 2024
Facultad de Ingeniería		Área/Departamento: Laboratorio de Sistemas Biomédicos	
La impresión de este documento es una copia no controlada			

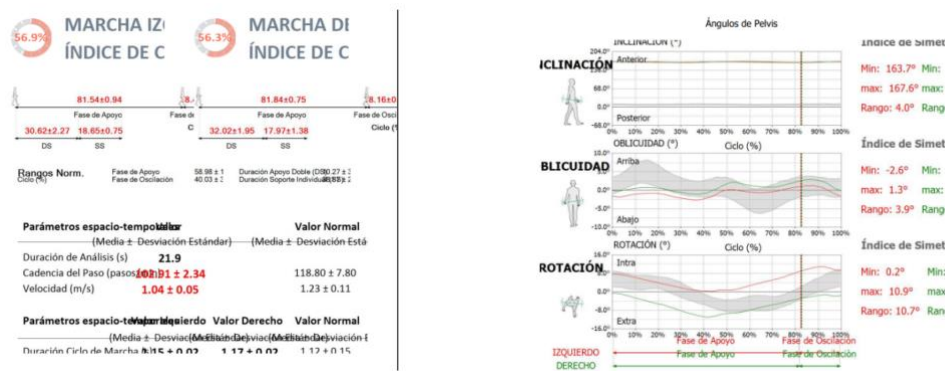


Figura 4. Datos y gráficas que muestra el archivo generado por G-Walk una vez realizada la marcha

### 3. Discusión

### 4. Bibliografía

Lapedas, D.N. (1981). Diccionario de términos científicos y técnicos. Ed. en castellano: Marcombo, S.A., Barcelona.

Dávila, M. G. (1999). Biomecánica deportiva: bases para el análisis. Síntesis.

Casas, M.A. (1991). Biomecánica. UNAM. México