

# Análisis Biomecánico de la pierna en el pateo de fútbol sala

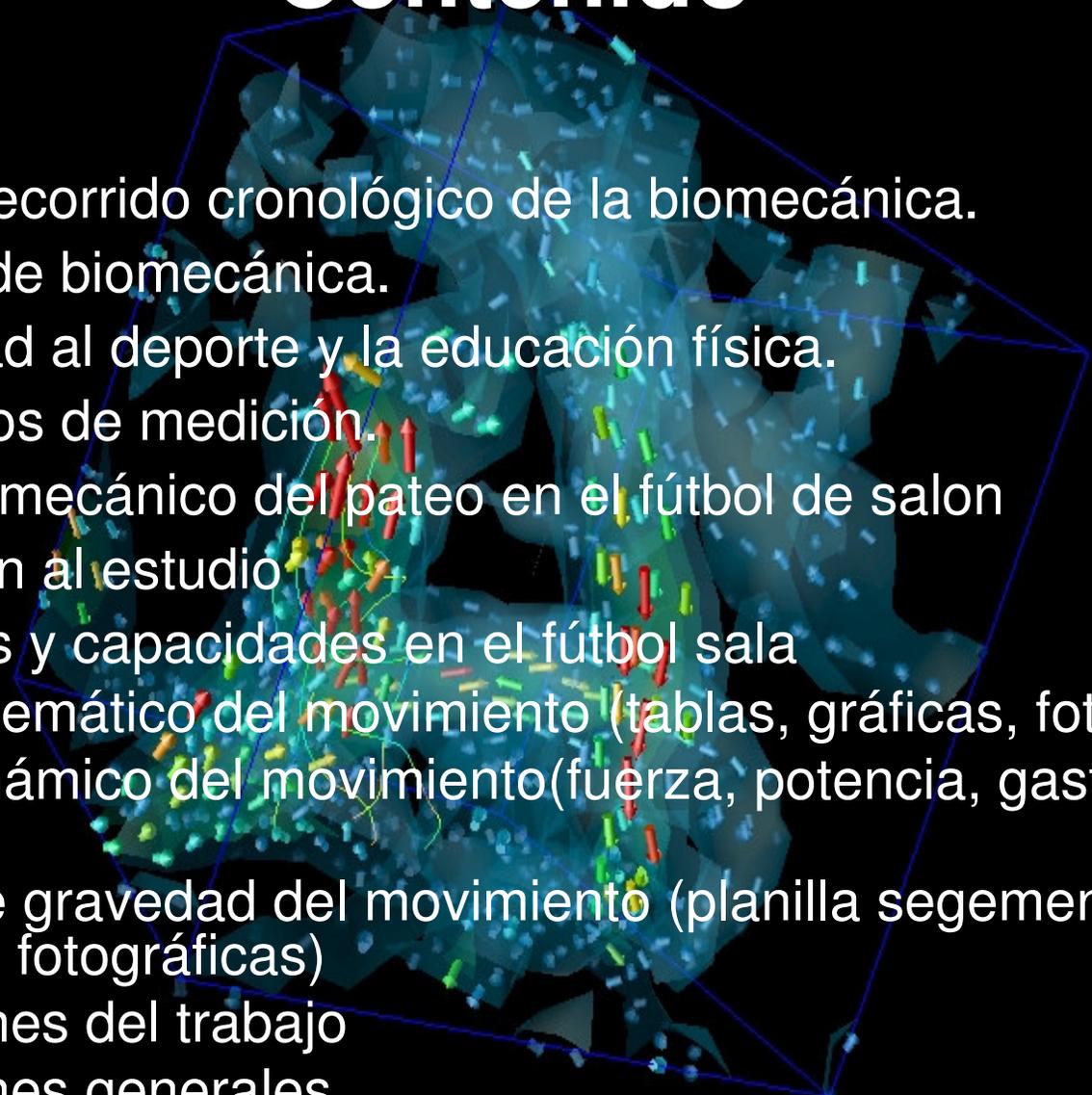
Juan Camilo Lopez Soto  
jcls01@yahoo.es

Estudiante de V semestre de la Licenciatura en  
Educación Física.  
Instituto Universitario de Educación Física  
Universidad de Antioquia.  
Medellín, Colombia. 2006.

Autoriza la publicación:  
Profesor Carlos Alberto Agudelo Velásquez.  
Especialista en Entrenamiento Deportivo.



# Contenido



- 1) Historia y recorrido cronológico de la biomecánica.
- 2) Definición de biomecánica.
- 3) Aplicabilidad al deporte y la educación física.
- 4) Instrumentos de medición.
- 5) Estudio biomecánico del pateo en el fútbol de salón
- 6) Introducción al estudio
- 7) Habilidades y capacidades en el fútbol sala
- 8) Análisis cinemático del movimiento (tablas, gráficas, fotografías)
- 9) Análisis dinámico del movimiento (fuerza, potencia, gasto calórico...)
- 10) Centros de gravedad del movimiento (planilla segmentaria, secuencias fotográficas)
- 11) Conclusiones del trabajo
- 12) Conclusiones generales
- 13) Bibliografía

# Historia de la Biomecánica

Por siglos, el hombre ha mostrado fascinación por la arquitectura, el estilo, la forma y composición de su cuerpo. La búsqueda por entender la anatomía del cuerpo humano ha creado disciplinas muy especializadas y, con ello, la producción y desarrollo de herramientas científicas, cuya función principal es ayudar a descifrar el enigma que constituye el funcionamiento del mismo.

La biomecánica se origina en la antigüedad con autores como Aristóteles y en la edad media con autores como Leonardo da Vinci, entre otros.

## **Aristóteles**

Conocido por sus escritos sobre las partes corporales, movimientos y desplazamientos de los animales, con los que se inició el establecimiento de las leyes del movimiento.

## **Leonardo Da Vinci**

Se interesaba por el movimiento del cuerpo humano desde las leyes mecánicas y físicas, y además de los estudios anatómicos del hombre y estudio sobre las leyes de las corrientes aéreas y acuáticas.

## **Giovanni Alfonso Borelli**

Conocido médico y matemático italiano, alumno de GALILEO, fue el primero en determinar la posición del centro de gravedad en el cuerpo humano.

## **Marey**

Francés. En el año de 1880 perfeccionó la fotografía cronocíclica desarrollando un sistema dinamográfico basado en el sistema neumático

## **Braune y Fisher**

Estudiaron las propiedades del andar humano y determinaron un nuevo método para el cálculo del centro de gravedad.

La Biomecánica tomó un gran auge a partir de 1900, cuando hubo una reestructuración de los juegos olímpicos.

Fue de gran importancia a la hora de perfeccionar las acciones motrices que favorecieran el desarrollo de la técnica deportiva.

En los juegos olímpicos siempre se impone la mejor marca, por lo que la pregunta es ¿cómo mejorar la eficacia en las diferentes acciones motrices, que permitan mejorar esas marcas?

Existían entonces 2 paradigmas: Empírico y Racional. Desde lo racional la biomecánica tomaba una gran importancia en mejorar esas marcas.

Las ciencias del deporte descubrieron que mediante el estudio y aplicación de la biomecánica se alcanzarían mejores niveles en los juegos olímpicos.

Por esta razón, la mayor parte de países vieron en esta ciencia un mecanismo para la explotación de marcas y la técnica deportiva.

En el año de 1931, antes de la segunda guerra mundial, la biomecánica dio un gran paso, pues empezó a tratarse como tema de discusión en congresos y seminarios en diferentes países del mundo.

Después de la segunda guerra mundial la biomecánica tomó tal importancia que crecieron poderosamente las investigaciones sobre esta ciencia y muchos países – socialistas y capitalistas- se vincularon a este tipo de investigaciones para hacer de la biomecánica una ciencia con argumentos.

En la actualidad la biomecánica deportiva es una importante ciencia, que partió de la necesidad de perfeccionar la técnica deportiva y mejorar la eficacia.

Se han logrado resultados sorprendentes, con la aplicabilidad de ésta.

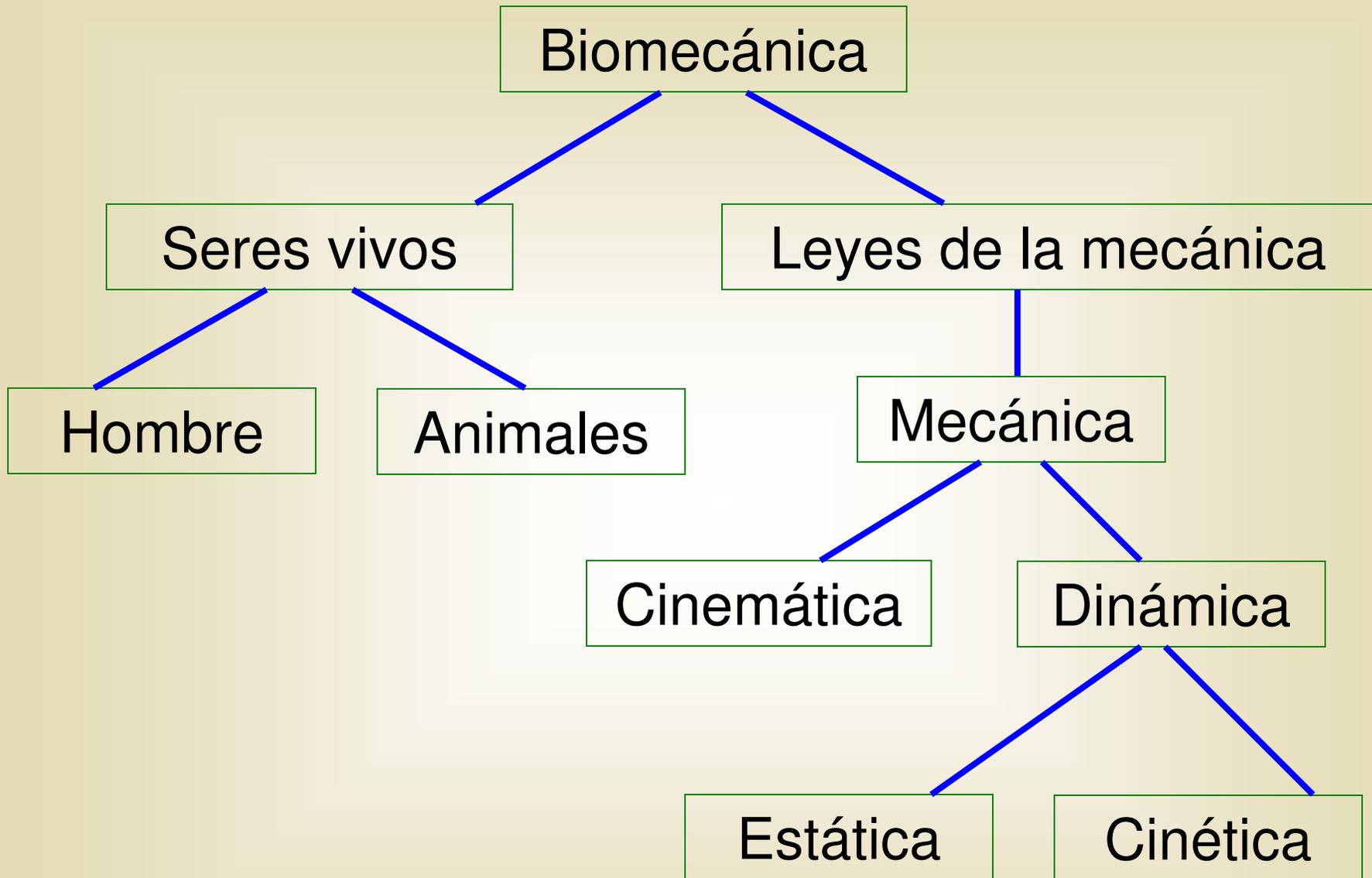


**¿Qué es la  
Biomecánica?**

**Bio**, prefijo o sufijo de origen griego, significa vida.

**Mecánica** es el estudio de los movimientos de los objetos y de las fuerzas que afectan a dichos movimientos.

Sus conceptos y principios aparecen, directa e indirectamente, en muchas áreas de las ciencias físicas y se sintetizan en las tres leyes generales del movimiento formuladas por Newton (1643-1727). Son: Principio de Inercia, Principio de masa y Principio de Acción y Reacción, por lo que **biomecánica** (bio y mecánica) es el estudio de los efectos de las fuerzas mecánicas en los organismos vivos.



## Campo de estudio

**Cinemática:** Parte de la Biomecánica que estudia los movimientos sin tener en cuenta las causas que lo producen. Se dedica exclusivamente a su descripción. Describe las técnicas deportivas o las diferentes habilidades y recorridos que el hombre puede realizar. Por ejemplo, un lanzamiento a la canasta en baloncesto o la distancia recorrida por el base en un partido.

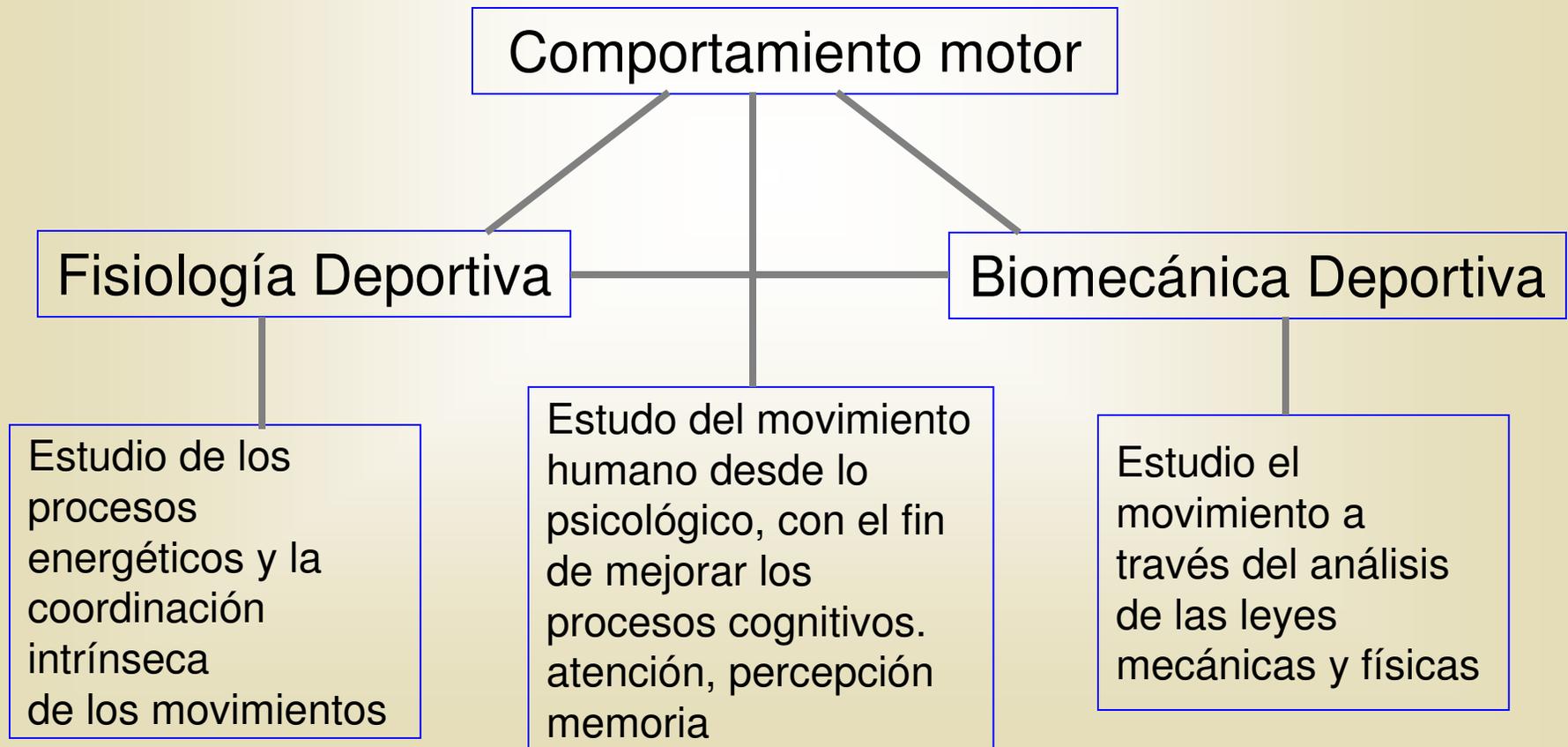
**Dinámica:** Estudia el movimiento o la falta de éste relacionado con las causas que lo provocan.

**Cinética:** Estudia las fuerzas que provocan el movimiento. Por ejemplo, el estudio de las fuerzas implicadas en el lanzamiento a la canasta o durante la salida de un velocista.

**Estática:** Estudio de las fuerzas que determinan que los cuerpos se mantengan en equilibrio. Por ejemplo, cómo un escalador se mantiene sobre unas presas o cómo el windsurfista se mantiene sobre la tabla.

# Actividad física y biomecánica

El estudio científico de la actividad física supone la participación de distintas disciplinas científicas que intentan, a través de sistemas de análisis y metodologías diferentes, explicar las variables que intervienen en el complejo proceso de los gestos deportivos.



# Objetivos de la biomecánica en nuestra área

## Educación Física

- Dictar principios generales que ayuden a comprender y ejecutar las actividades y ejercicios que se plantean en las clases.
- Dictar principios sobre la forma de evitar lesiones.
- Describir tareas y ejercicios.
- Aportar métodos de registro sencillos que contribuyan a medir distintas características de la motricidad.

## Deporte de alta competición

- Describir la técnica deportiva.
- Ayudar en el entrenamiento corrigiendo defectos y buscando las técnicas más eficaces.
- Desarrollar métodos de medida y registro.
- Reducir el peso del material deportivo sin detrimento de sus características

# Instrumentos y métodos sencillos o domésticos

- Podómetro
- Vídeo
- Fotografía
- Test de campo
- Papel fotográfico
- Cassette

- Cuenta kilómetros de bicicleta
- Cinta métrica
- Pie de rey
- Goniómetro
- Cronómetro

# Instrumentos y métodos sofisticados

<b>CINEMATICOS</b>	<b>Directos</b>	Electrogoniómetro Acelerómetro Células fotoeléctricas
	<b>Indirectos</b>	Cinematografía y vídeo de alta velocidad Fotografía Radiología y radioscopia Fotografía de huella luminosa Fotografía cronocíclica
<b>DINAMICOS</b>	Plataformas de fuerza Plataforma de presiones Calibrador de sujeción Dinamómetro	
<b>OTROS</b>	<b>Antropometría</b>	Ecografía Balanza Tallímetro Paquímetro Compás de pliegues Compás ginecológico
	<b>E.M.G.</b>	
	<b>Ergometría</b>	

A photograph of a person in a red and white long-sleeved shirt and grey shorts, captured in the middle of kicking a ball on an outdoor court. The person is leaning forward with their right leg extended towards the ball. The background shows a paved area with yellow and white lines, some trees, and a building with blue pillars. Other people are visible in the distance, some standing and some walking. The overall scene is outdoors during the day.

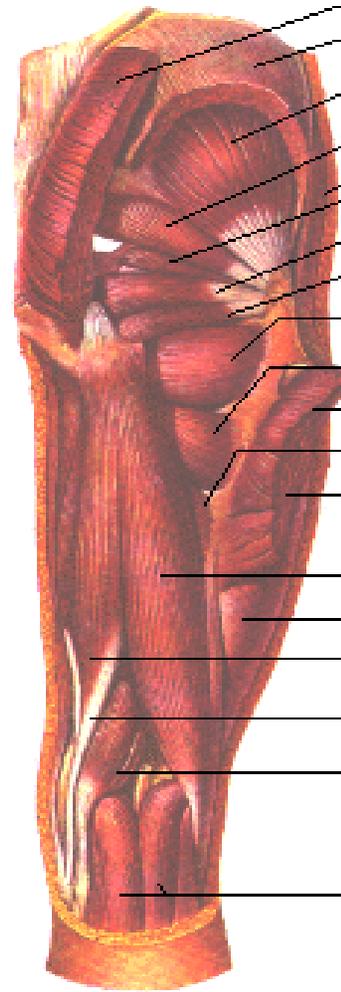
**ANALISIS BIOMECANICO DE LA  
PIERNA EN EL PATEO DE  
FUTBOL SALA**

# Introducción

- Se realizó un análisis biomecánico al gesto deportivo *pateo de balón en fútbol sala*, en el segmento corporal del tren inferior que involucra muslo, pierna y pie.
- Se busca analizar la cinemática del movimiento, la dinámica y los centros de gravedad durante las diferentes secuencias de fotos obtenidas.

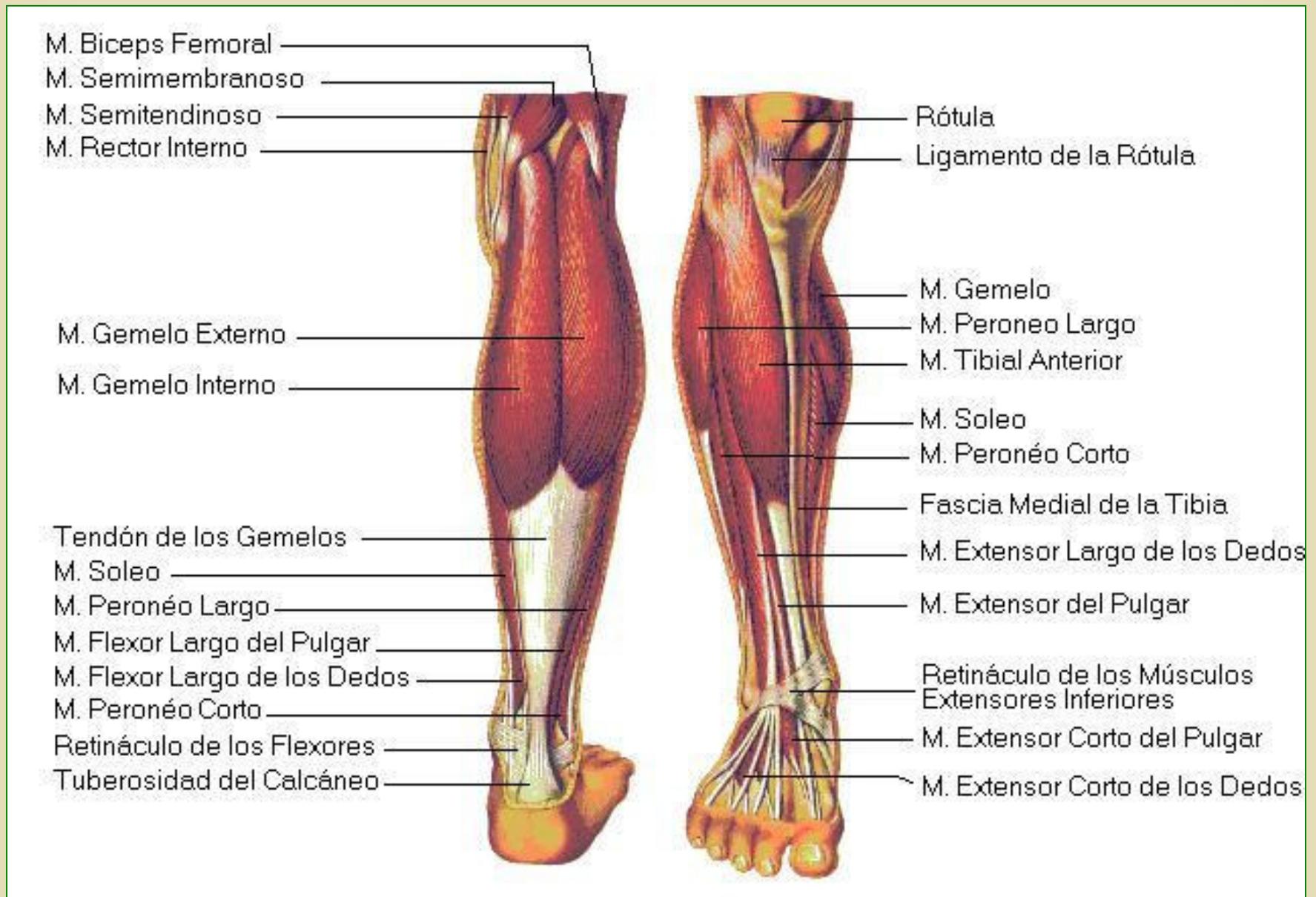
# Músculos del tren Inferior que intervienen en el pateo: Muslo

M. Psoasiliaco \_\_\_\_\_  
 M. Piriforme \_\_\_\_\_  
 M. Tensor de la Fascia Lata \_\_\_\_\_  
 M. Obturador Interno \_\_\_\_\_  
 M. Peptineo \_\_\_\_\_  
 M. Sartorio \_\_\_\_\_  
 M. Aductor Largo \_\_\_\_\_  
 M. Recto del Fémur \_\_\_\_\_  
 M. Recto Interno \_\_\_\_\_  
 M. Aductor Mayor \_\_\_\_\_  
 M. Cuadriceps Femoral \_\_\_\_\_  
 Fascia Lata \_\_\_\_\_  
 M. Vasto Medio \_\_\_\_\_  
 Rótula \_\_\_\_\_  
 Ligamento de la Rótula \_\_\_\_\_



M. Glúteo Mayor \_\_\_\_\_  
 M. Glúteo Medio \_\_\_\_\_  
 M. Glúteo Menor \_\_\_\_\_  
 M. Piriforme \_\_\_\_\_  
 M. Tensor de la Fascia Lata \_\_\_\_\_  
 M. Gemino Superior \_\_\_\_\_  
 M. Obturador Medio \_\_\_\_\_  
 M. Gemino Inferior \_\_\_\_\_  
 M. Cuadrado del Fémur \_\_\_\_\_  
 M. Adductor Menor \_\_\_\_\_  
 M. Glúteo Mator \_\_\_\_\_  
 M. Adductor Mayor \_\_\_\_\_  
 M. Recto Interno \_\_\_\_\_  
 M. Biceps Femoral \_\_\_\_\_  
 M. Vasto Lateral \_\_\_\_\_  
 M. Semitendinoso \_\_\_\_\_  
 M. Sartorio \_\_\_\_\_  
 M. Semimembranoso \_\_\_\_\_  
 Músculos Gemelos \_\_\_\_\_

# Músculos del tren Inferior que intervienen en el pateo. Pierna



# Mejoramiento de habilidades y capacidades en el fútbol sala

## Capacidades físicas

**Resistencia:** aumento de:  $Vo_2$  máx., volumen sistólico por minuto y disminución de la fatiga.

**Fuerza:** aumento del número de fibras musculares en los músculos del tren inferior, mejoramiento de la fuerza explosiva, incremento de la velocidad de contracción.

**Velocidad:** mejoramiento de los movimientos cíclicos y acíclicos, repuesta sensorio motora (transmisión nerviosa), velocidad de reacción.

# Mejoramiento de habilidades y capacidades en el fútbol

## **Capacidades coordinativas**

Mejoramiento de la coordinación oculo pédica, el ritmo, la espacialidad y la temporalidad.

## **Habilidades básicas**

Perfeccionamiento de patrones básicos de movimiento correr, saltar, patear, con el fin de generar destrezas.

# Beneficios del fútbol sala

Disminución de la presión arterial.

Aumento de la capacidad pulmonar.

Aumento de la fuerza muscular.

Aumento de la capacidad aeróbica.

Disminución de la masa grasa.

Disminución de los niveles de triglicéridos.

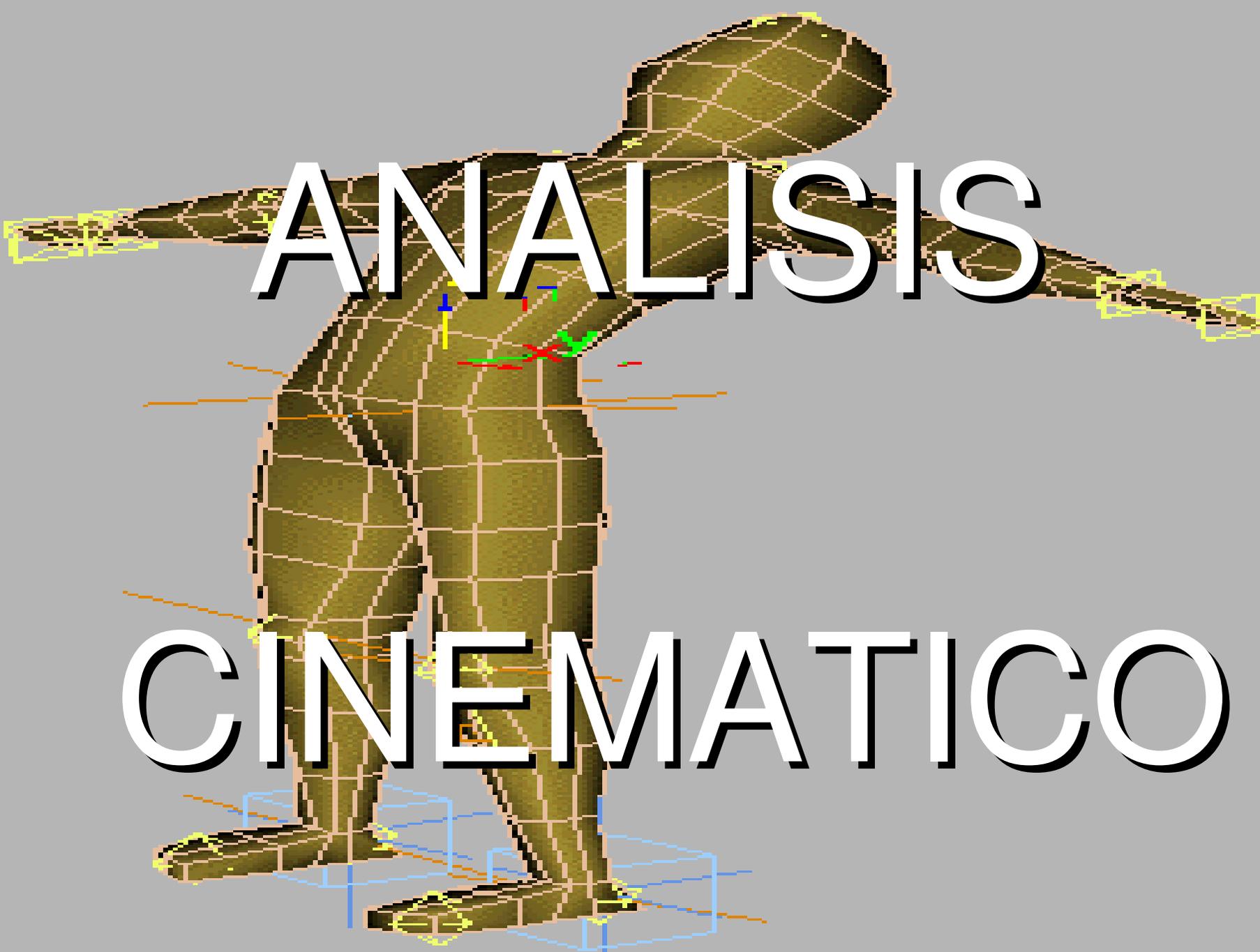
Aumento de HDL.

Disminución de los niveles de insulina.

Mejoría de la relación del individuo con el propio cuerpo.

Modificación de la conducta alimentaria, con disminución del apetito, en especial de la ansiedad.

<http://apuntes.rincondelvago.com/beneficios-del-deporte.html>



ANALISIS

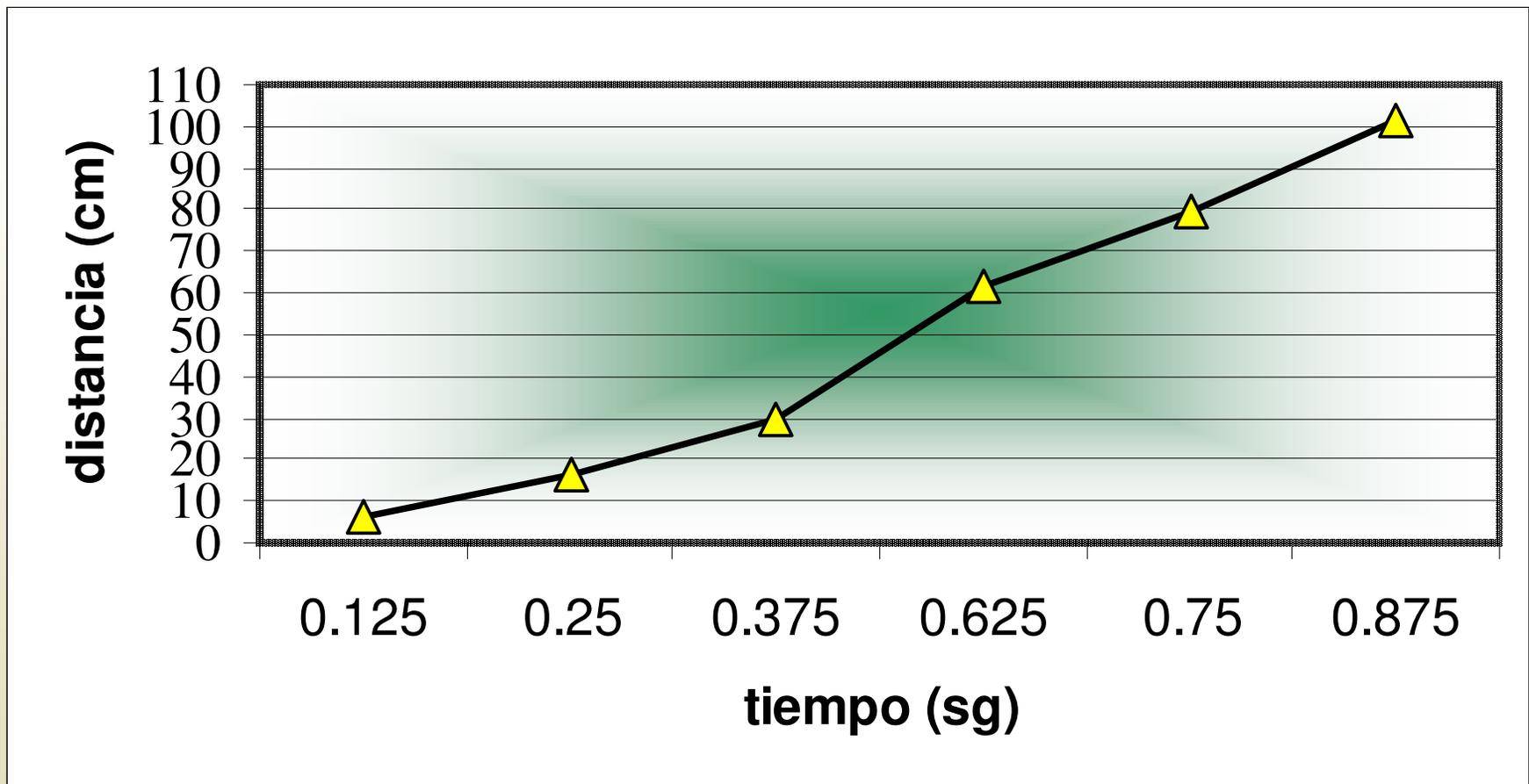
CINEMATICO



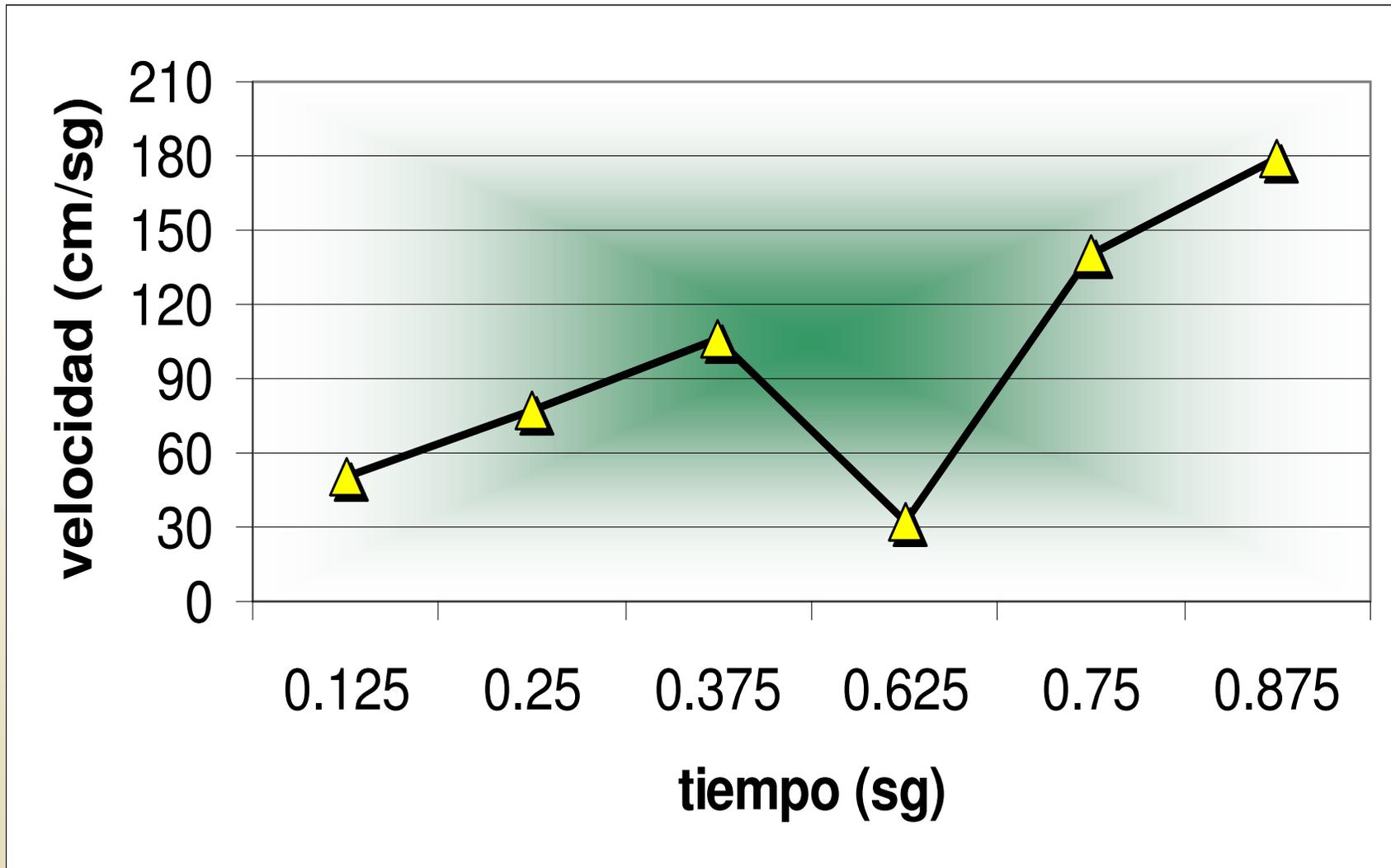
# CINEMATICA

<i>Tramos</i>	<i>Angulo</i>	<i>t</i> <i>continuo</i>	<i>t</i> <i>por tramo</i>	<i>d</i> <i>distancia</i>	<i>v</i> <i>velocidad</i>	<i>a</i> <i>acelera.</i>	<i>Distancia</i> <i>Acumulada.</i>
T1= F9-F10	21°	0.125	0.125	6.35	50.8	***	6.35
T2= F10-F11	32°	0.25	0.125	9.67	77.36	212.5	16.02
T3= F11-F12	44°	0.375	0.125	13.30	106.4	232.3	29.3
T4= F12-F14	27°	0.625	0.25	8.16	32.6	-295.2	61.9
T5= F14-F15	58°	0.75	0.125	17.5	140	74.7	79.4
T6= F15-F16	74°	0.875	0.125	22.36	178.8	38.8	101.7

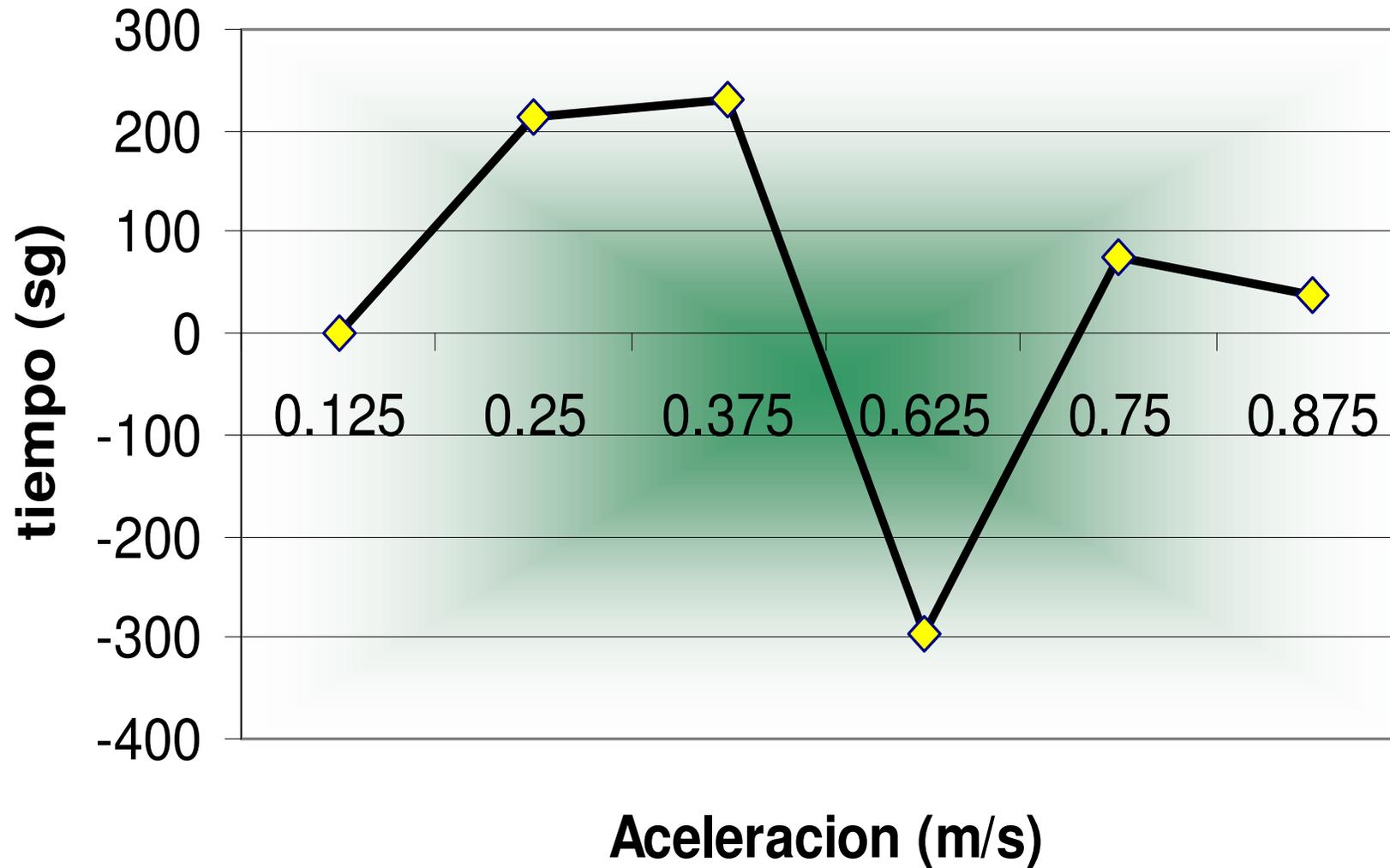
# Espacio vs. tiempo



# Velocidad vs. Tiempo



# Aceleración vs. Tiempo





# **DINAMICA DEL MOVIMIENTO**

# Trabajo

$$T = F * d$$

$$d = 1.01 \text{ m}$$

$$F = \frac{Br * r}{Bf}$$

$$BR = 17.3$$

$$BF = 5.6 \text{ CM}$$

$$R = 52.84 \text{ N}$$

$$F = \frac{Br * r}{Bf}$$

- $Br = r = 40\text{cm} * 0.432 = 17.3$
- $BF = 5.6 \text{ cm.}$

$$R = m * g = 56 * 9.8 = 548.8$$

$$\frac{548.8 * 9.63(\text{PR})}{100}$$

$$100$$

- $R = 52.84 \text{ N}$

# Trabajo

$$F = \frac{17.3 * 52.84}{5.6}$$

$$F = 163.1 \text{ N}$$

$$T = F * d$$

$$T = 163.1 * 1.01$$

$$T = 164.7 \text{ J}$$

# Potencia

$$P = \frac{T}{t}$$

- $P = \frac{164.7}{0.875}$

$$P = 188.2 \text{ w}$$

# Gasto Calórico

$$Gc = \frac{T}{4.184}$$

$$Gc = \frac{164.7}{4.184}$$

$$Gc = 39.36 \text{ Calorías}$$

A vibrant space-themed background featuring a large, detailed Earth in the lower half, a smaller Earth in the upper right, and a large, cratered Moon in the upper left. The sky is a deep purple and blue, filled with numerous stars and nebulae. The text "CENTROS DE GRAVEDAD" is overlaid in a bold, orange, sans-serif font with a black outline.

# CENTROS DE GRAVEDAD

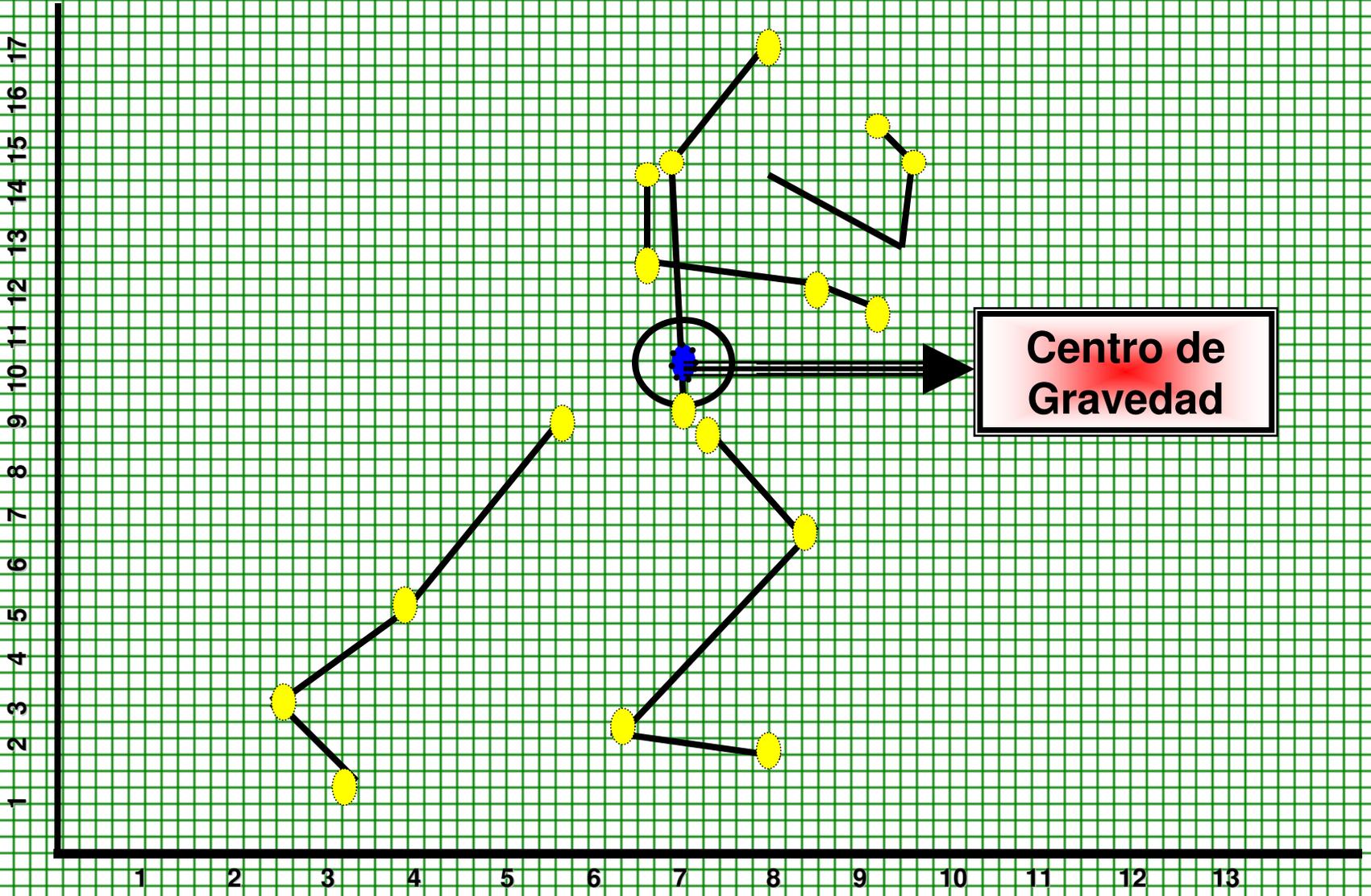
Planilla para la aplicación del  
método segmental en el cálculo del  
centro de gravedad del cuerpo  
humano

Segmento Corporal	Coordenadas Cartesianas				[(Xd-Xp)(D.R.)+Xp](P.R.)=Tx					[(Yd-Yp)(D.R.)+Yp](P.R.)=Ty				
	Xp	Yp	Xd	Yd	Xd-Xp	D.R.	Xp	P.R.	Tx	Yd-Yp	D.R.	Yp	P.R.	Ty
Cabeza-Cuello	7	14,5	8	17	1	0.433	7	7.61	56,6	2,5	0.433	14,5	7.61	118,6
Tronco	7	14,5	7	9	0	0.495	7	48.84	341,8	-5,5	0.495	14,5	48.84	575,2
Mano Derecha	12	8,5	9	11,9	-3	0.506	12	0.64	6,7	3,4	0.506	8,5	0.64	6,54
Antebrazo Derecho	6.5	12,5	8,5	12	2	0.433	6.5	1.56	11,4	-0,5	0.433	12,5	1.56	19,16
Brazo Derecho	6.5	14,5	6,5	12,5	0	0.436	6.5	2.63	17	-2	0.436	14,5	2.63	35,8
Mano Izquierda	9.5	14,5	9,3	15,2	-0,2	0.506	9.5	0.64	5,43	0,7	0.506	14,5	0.64	9,5
Antebrazo Izquierdo	9.5	13	9,5	14,5	0	0.433	9.5	1.56	14,8	1,5	0.433	13	1.56	21,2
Brazo Izquierdo	8	14,5	9,5	13	1,5	0.436	8	2.63	22,7	-1,5	0.436	14,5	2.63	36,4
Pie Derecho	2.5	3	3,2	1,8	0,7	0.429	2.5	1.42	3,9	-1,2	0.429	3	1.42	3,52
Pierna Derecha	4	5	2,5	3	-1,5	0.433	4	4.53	15,1	-2	0.433	5	4.53	18,7
Muslo Derecho	5.5	9	4	5	-1,5	0.433	5.5	9.63	46,7	-4	0.433	9	9.63	70
Pie Izquierdo	6.5	2,2	8	2	1,5	0.429	6.5	1.42	10,1	-0,2	0.429	2,2	1.42	3
Pierna Izquierda	8.5	6,5	6,5	2,5	-2	0.433	8.5	4.53	34,5	-4	0.433	6,5	4.53	21,5
Muslo Izquierdo	7.5	9	8,5	6,5	1	0.433	7.5	9.63	76,3	-2,5	0.433	9	9.63	76,2

Suma=	663	Suma=	1015,3
-------	-----	-------	--------

X: C.G.	Suma Tx/ 97.27= 6,8
Y: C.G.	Suma Ty/ 97.27= 9,8





**Centro de Gravedad**

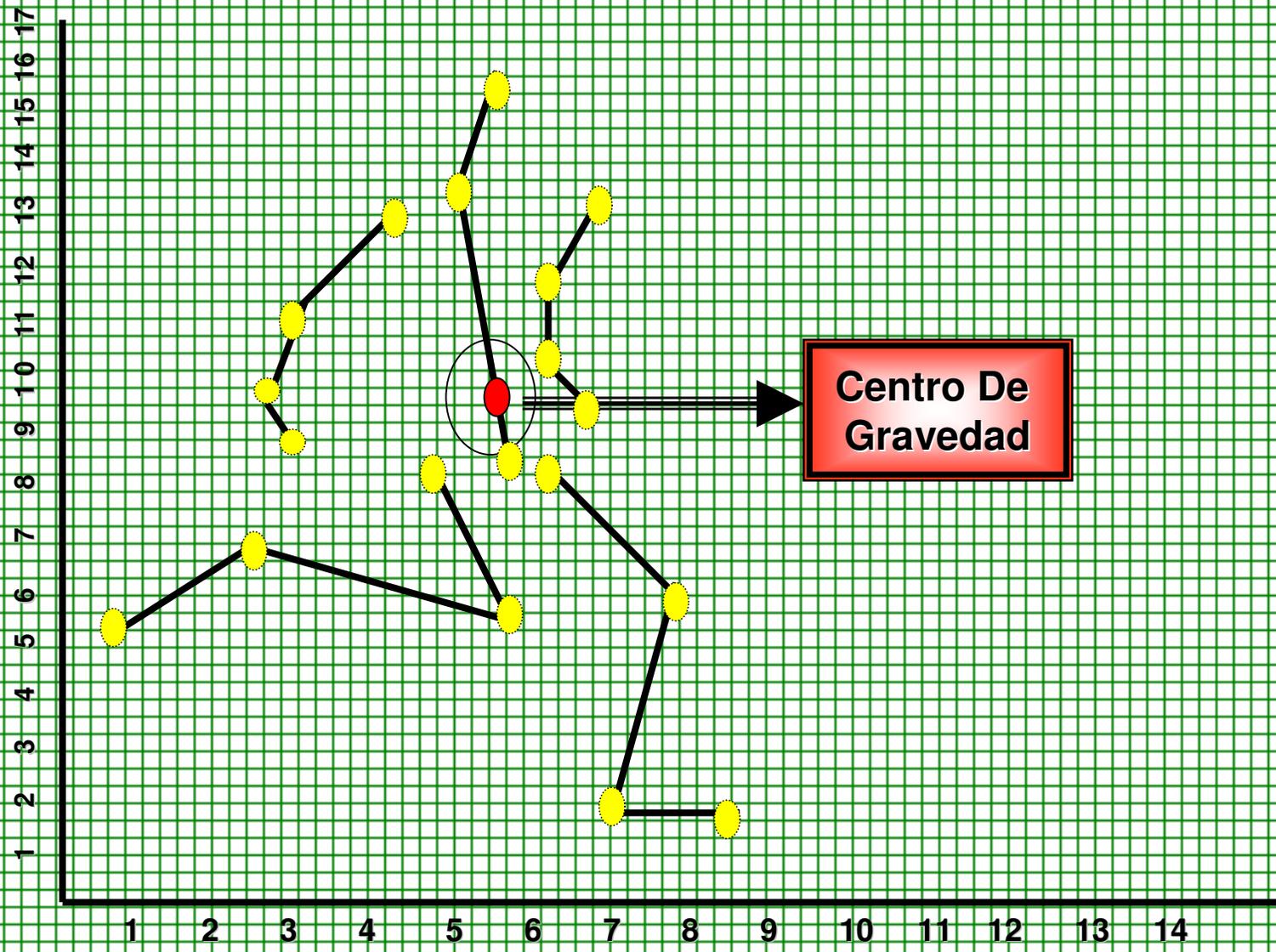
Segmento Corporal	Coordenadas Cartesianas				[(Xd-Xp)(D.R.)+Xp](P.R.)=Tx					[(Yd-Yp)(D.R.)+Yp](P.R.)=Ty				
	Xp	Yp	Xd	Yd	Xd-Xp	D.R.	Xp	P.R.	Tx	Yd-Yp	D.R.	Yp	P.R.	Ty
Cabeza-Cuello	5,8	18	5,5	15,5	-0,3	0.433	5,8	7.61	43,1	-2,5	0.433	15,5	7.61	128,7
Tronco	5,2	15,5	5,8	10	0,6	0.495	5,2	48.84	268,5	-5,5	0.495	10	48.84	624
Mano Derecha	3,1	11	3,3	10,5	0,2	0.506	3,1	0.64	2,05	-0,5	0.506	10,5	0.64	6,87
Antebrazo Derecho	3,2	13,3	3,2	11	0	0.433	3,2	1.56	4,9	-12,3	0.433	11	1.56	12,4
Brazo Derecho	4,5	15	3,2	13,3	1,3	0.436	4,5	2.63	13,3	-1,7	0.436	13,3	2.63	37,5
Mano Izquierda	6,5	11,9	6,9	11	0,4	0.506	6,5	0.64	4,28	-0,9	0.506	11	0.64	7,32
Antebrazo Izquierdo	6,5	13,5	6,5	11,5	0	0.433	6,5	1.56	10,14	-2	0.433	11,5	1.56	19,7
Brazo Izquierdo	7	15,5	6,2	13,5	-0,8	0.436	7	2.63	17,4	-2	0.436	13,5	2.63	38,4
Pie Derecho	2,9	8	6,5	1,5	3,6	0.429	2,9	1.42	6,31	-6,5	0.429	1,5	1.42	7,4
Pierna Derecha	5,8	6,8	2,9	8	-2,9	0.433	5,8	4.53	20,5	1,2	0.433	8	4.53	18,5
Muslo Derecho	5	9,5	7,5	5,9	2,5	0.433	5	9.63	58,5	-3,6	0.433	5,9	9.63	76,4
Pie Izquierdo	7	2,1	8,5	2,1	1,5	0.429	7	1.42	10,8	-0,6	0.429	2,1	1.42	2,61
Pierna Izquierda	7,5	7	7	2,1	-0,5	0.433	7,5	4.53	32,9	-4,9	0.433	2,1	4.53	22
Muslo Izquierdo	6,5	9,5	7,5	7	1	0.433	6,5	9.63	66,7	-2,5	0.433	7	9.63	81

Suma= 559,4

Suma= 1082,8

X: C.G.	<i>Suma Tx/ 97.27= 5.75</i>
Y: C.G.	<i>Suma Ty/ 97.27= 11.13</i>





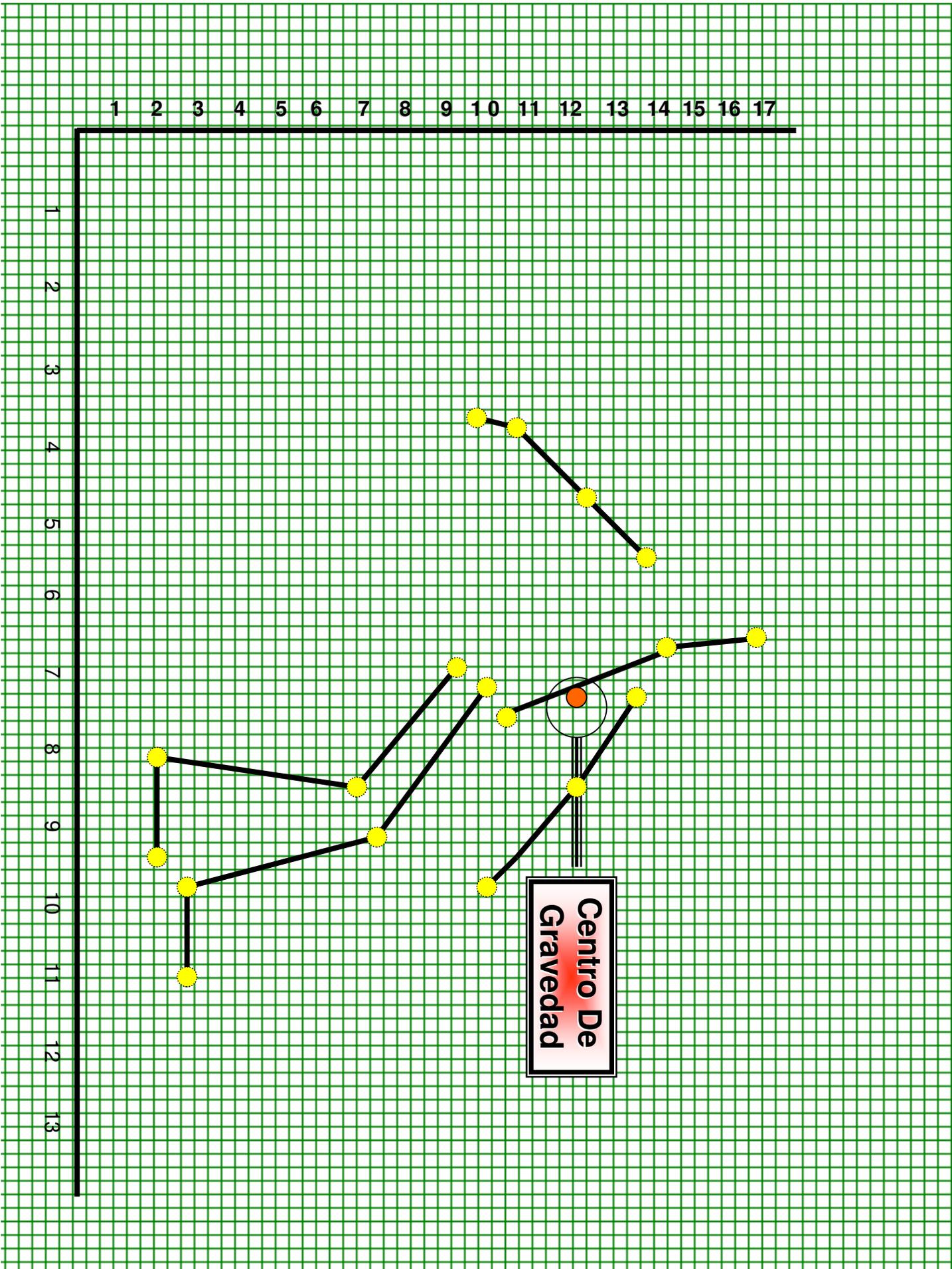
**Centro De Gravedad**

Segmento Corporal	Coordenadas Cartesianas				[(Xd-Xp)(D.R.)+Xp](P.R.)=Tx					[(Yd-Yp)(D.R.)+Yp](P.R.)=Ty				
	Xp	Yp	Xd	Yd	Xd-Xp	D.R.	Xp	P.R.	Tx	Yd-Yp	D.R.	Yp	P.R.	Ty
Cabeza-Cuello	7	17	7	14,5	0	0.433	7	7.61	53,2	-2,5	0.433	17	7.61	121,1
Tronco	7	14,5	7,9	10,2	0,9	0.495	7	48.84	363,6	-4,3	0.495	14,5	48.84	604,2
Mano Derecha	4	11	3,8	9,8	-0,2	0.506	4	0.64	2,49	-1,2	0.506	11	0.64	6,65
Antebrazo Derecho	4,9	12,5	3,8	11	-1,1	0.433	4,9	1.56	6,9	-1,5	0.433	12,5	1.56	18,4
Brazo Derecho	5,5	14	4,5	12,5	-1	0.436	5,5	2.63	13,3	-1,5	0.436	14	2.63	35
Mano Izquierda	11	9,5	10	10	-1	0.506	11	0.64	6,71	0,5	0.506	9,5	0.64	6,24
Antebrazo Izquierdo	8,5	12,2	9,5	11	1	0.433	8,5	1.56	13,9	-1,2	0.433	12,2	1.56	18,22
Brazo Izquierdo	7,5	13,5	8,5	12,2	1	0.436	7,5	2.63	20,87	-1,3	0.436	13,5	2.63	34
Pie Derecho	8	2	9,8	1,9	1,8	0.429	8	1.42	12,4	0,1	0.429	2	1.42	2,77
Pierna Derecha	8,2	6,5	8	2	-0,2	0.433	8,2	4.53	36,7	-4,5	0.433	6,5	4.53	20,6
Muslo Derecho	7	9,2	8,5	6,5	1,5	0.433	7	9.63	73,6	,2,7	0.433	9,2	9.63	77,3
Pie Izquierdo	9,8	2,9	11,2	2,9	1,4	0.429	9,8	1.42	14,7	0	0.429	2,9	1.42	4,11
Pierna Izquierda	9	7,5	9,8	2,9	0,8	0.433	9	4.53	42,3	-4,6	0.433	7,5	4.53	24,9
Muslo Izquierdo	7,5	10	9	7,5	1,5	0.433	7,5	9.63	78,4	-2,5	0.433	10	9.63	85,8

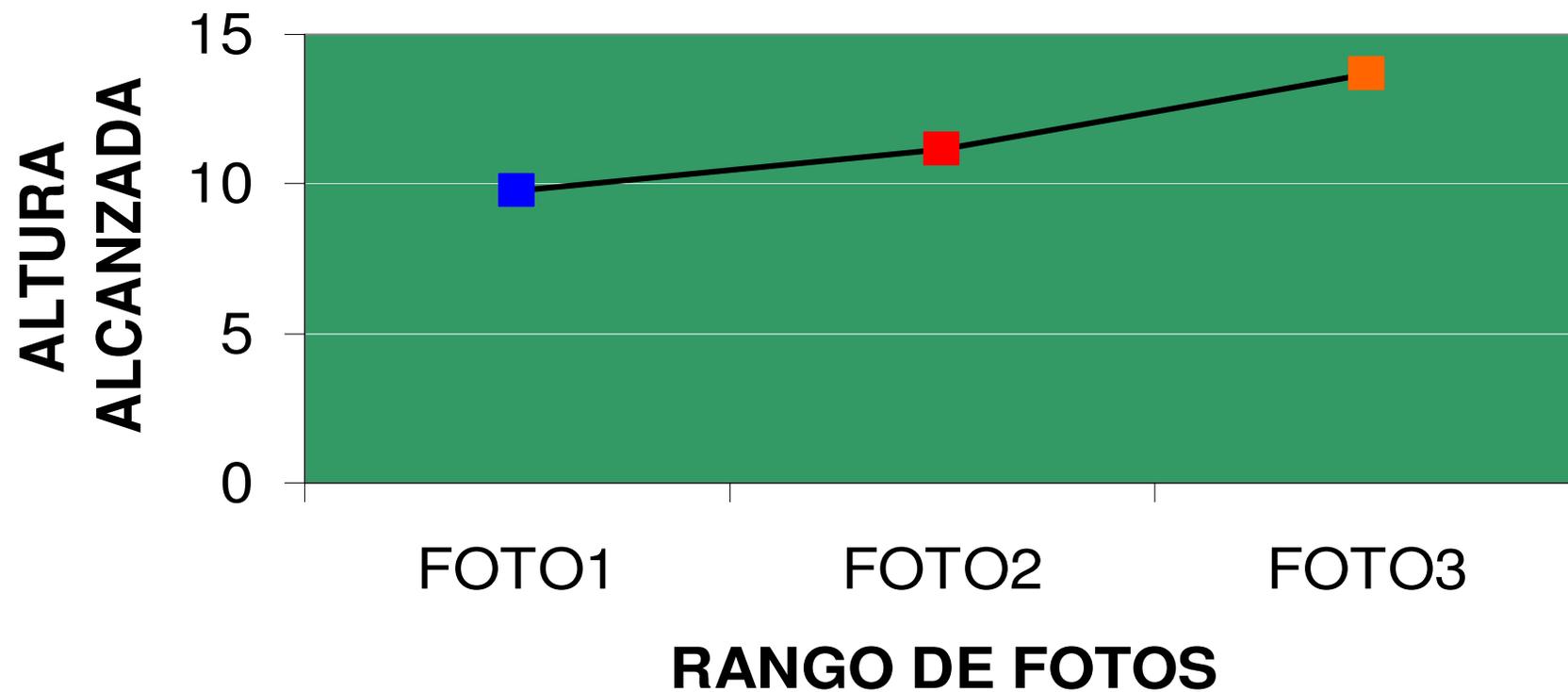
Suma=	739,1	Suma=	1333,5
-------	-------	-------	--------

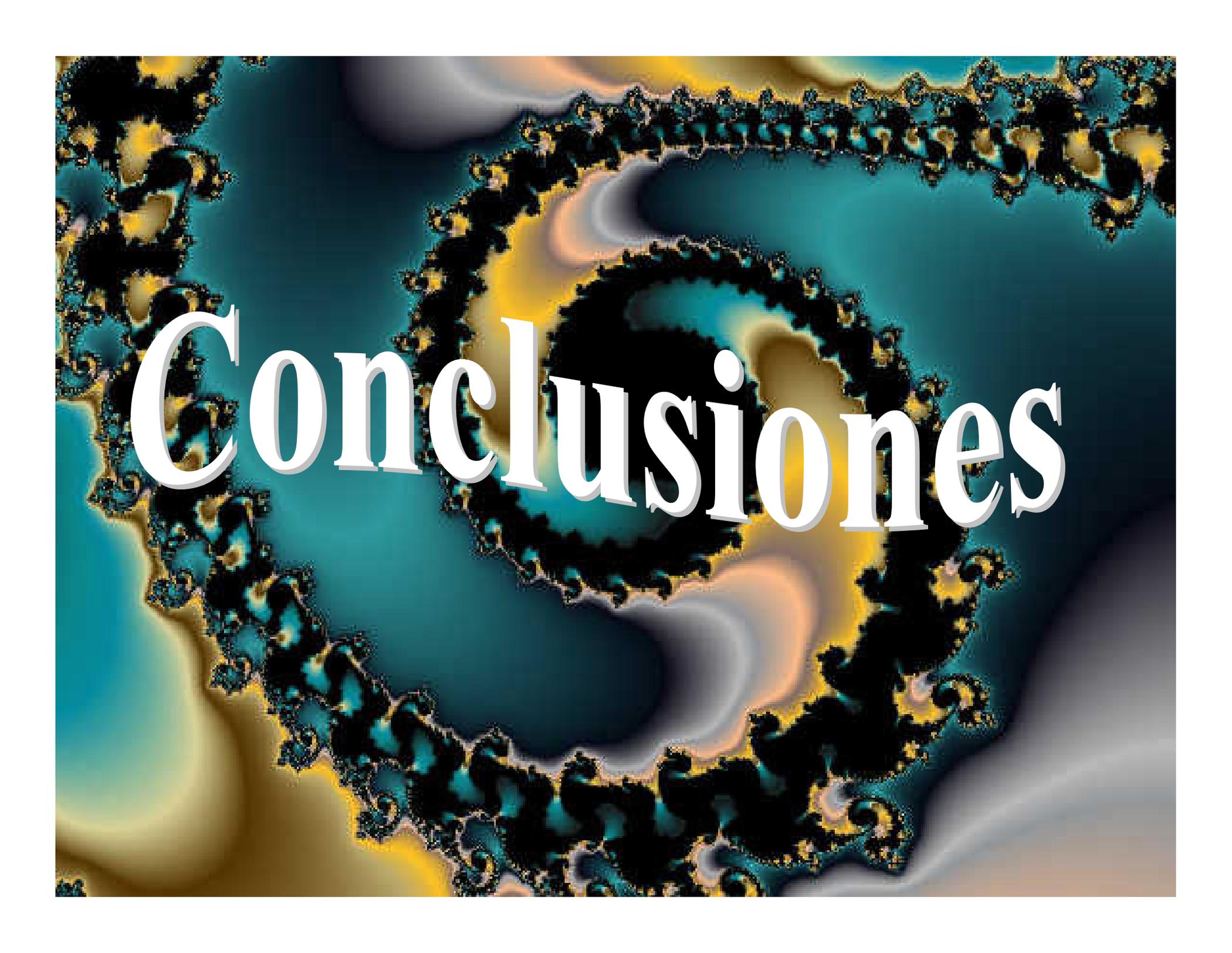
X: C.G.	Suma Tx/ 97.27= 7.59
Y: C.G.	Suma Ty/ 97.27= 13.7





# COMPORTAMIENTO DEL CENTRO DE GRAVEDAD





# Conclusiones

Con el fin de mejorar la potencia del pateo, se podría hacer un fortalecimiento del cuadriceps que le permita al jugador tener no solo una mayor eficacia sino una mayor fuerza y velocidad en el pateo.

La técnica del gesto deportivo se realizó adecuadamente, con una buena fase aérea que permite imprimir fuerza al balón.

# Conclusiones Generales

La biomecánica es una ciencia muy completa, que estudia la aplicación de las leyes de la mecánica a las estructuras y los órganos de los seres vivos.

Permite aplicar los conocimientos de la matemática y la física, con el fin de entender el comportamiento de un ser vivo (en nuestro caso el hombre) a un problema de la vida cotidiana.

Ofrece amplias posibilidades de aplicación en la resolución de problemas prácticos y cotidianos.

En nuestro caso puede aplicarse al análisis del movimiento humano, con el fin de mejorar la eficiencia de los movimientos y las habilidades en un deporte específico para, de esta manera, convertirlo en una destreza motriz.

# Bibliografía

BARBERO A., José Carlos. El entrenamiento de los deportes de equipo basado en estudios biomecánicos (análisis cinemático) y fisiológicos (frecuencia cardíaca) de la competición. En: Lecturas: Educación Física y Deportes. Revista Digital. 1998, 3(11).

Internet: <http://www.efdeportes.com/efd11a/biomec.htm>

BAUMLER, Schneider. Biomecánica deportiva, fundamentos para el estudio y la practica. España.Martinez Roca. S.A 1989.

Beneficios del deporte.

Internet: <http://apuntes.rincondelvago.com/beneficios-del-deporte.html>

BETANCUR CHAVERRA, José Luis.

La resistencia

La velocidad

La fuerza

Trabajos inéditos. Instituto universitario de educación física, Universidad de Antioquia. Medellín.

Biblioteca Microsoft ENCARTA 2005

ESPINOSA S., Matilde. Biomecánica deportiva. Universidad Nacional Autónoma de México.

Internet: <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2005/mayo/biomecanica.htm>

HOCHMUTH, Gerhard. Biomecánica de los movimientos deportivos. Instituto nacional de educación física. Madrid: Doncel. 1973.

PIASTRELLINI, Enrique. La Biomecánica y su importancia en el logro de la eficacia deportiva. Universidad Abierta Interamericana. Internet:  
<http://www.vaneduc.edu.ar/uai/comuni/conexion/conexion-7/biomecanica.htm>