

Análisis Biomecánico al péndulo del salto Axel en patinaje artístico

Por

Sulma Shirley Laguna C.

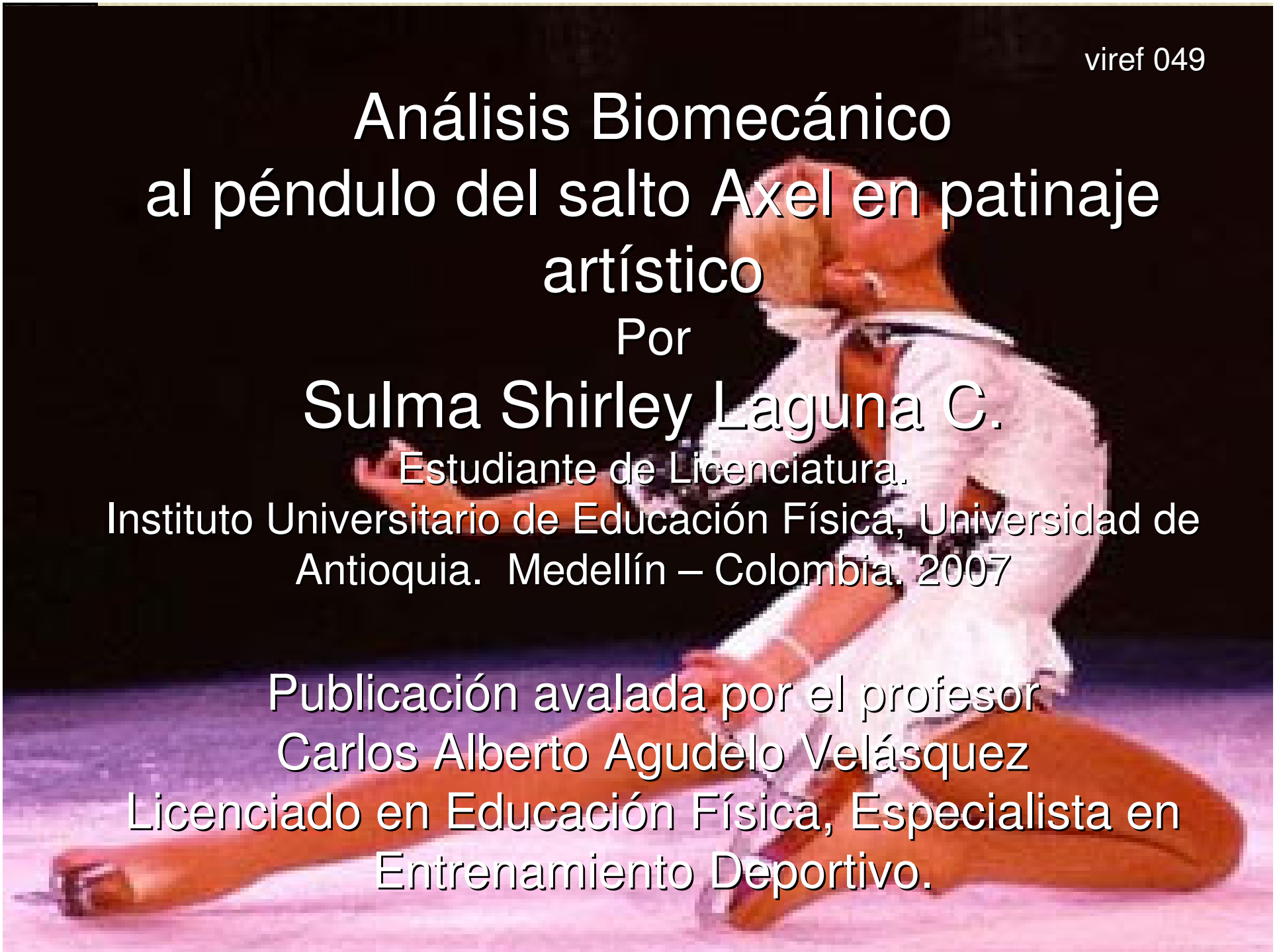
Estudiante de Licenciatura.

Instituto Universitario de Educación Física, Universidad de
Antioquia. Medellín – Colombia. 2007

Publicación avalada por el profesor

Carlos Alberto Agudelo Velásquez

Licenciado en Educación Física, Especialista en
Entrenamiento Deportivo.



ANÁLISIS BIOMECÁNICO AL PÉNDULO DEL SALTO AXEL

En este trabajo se analizará el comportamiento biomecánico de la extremidad superior del pie derecho, en el péndulo que realiza esta pierna en el salto axel, realizado por la deportista Maria Clara Londoño de categoría menores.

Se tiene en cuenta en el desarrollo de este gesto técnico su comportamiento cinemático, dinámico y la variación del centro de gravedad de acuerdo con el ángulo de recorrido.

ANÁLISIS CINEMÁTICO

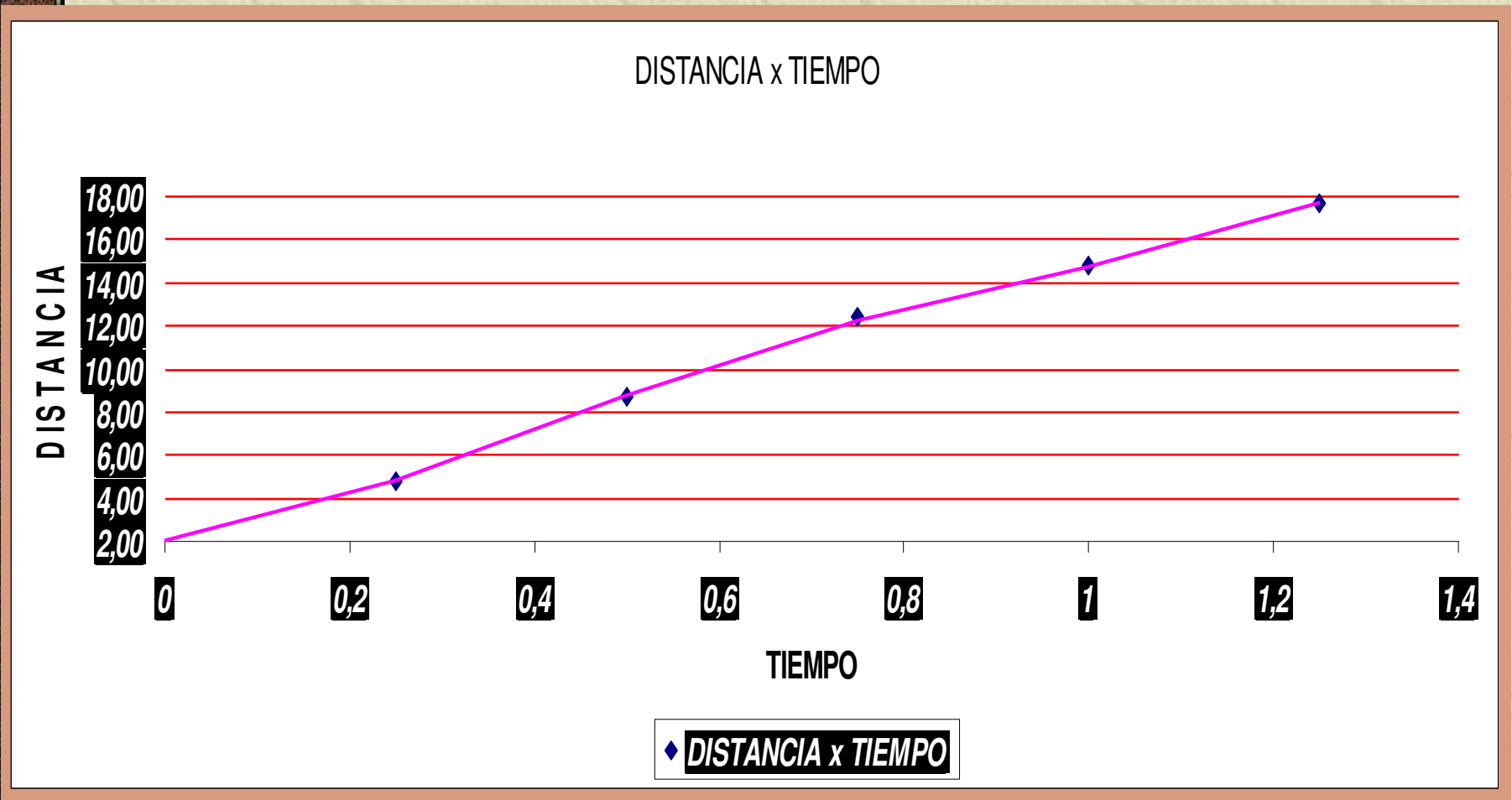
F O T O	TIEMPO CONTINUO	GRADO	grados	DIST	VELOCIDAD CONTINUA	DISTACIA CONTINUA
1	0,125	-108	-108	0,00	0,00	0,00
3	0,25	-90	18	4,76	19,04	4,76
5	0,5	-75	15	3,97	15,87	8,73
7	0,75	-61	14	3,70	14,81	12,43
9	1	-52	9	2,38	9,52	14,81
11	1,25	-41	11	2,91	11,64	17,72

ANÁLISIS CINEMÁTICO

	TRAMO 1	TRAMO 2	TRAMO 3	TRAMO 4	TRAMO 5
	F1-F3	F3-F5	F5-F7	F7-F9	F9-F11
FOTOGRAMAS #	3	5	7	9	11
TIEMPO CONTÍNUO	0,25	0,5	0,75	1	1,25
TIEMPO X TRAMO	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
DISTANCIA CONTÍNUA	4,76	8,73	12,43	14,81	17,72
DISTANCIA X TRAMO	4,761	3,968	3,703	2,381	2,910
VELOCIDAD X TRAMO cm/s	19,04	15,87	14,81	9,52	11,64
ACELERACIÓN	X	-12,7	-4,2	-21,2	8,5

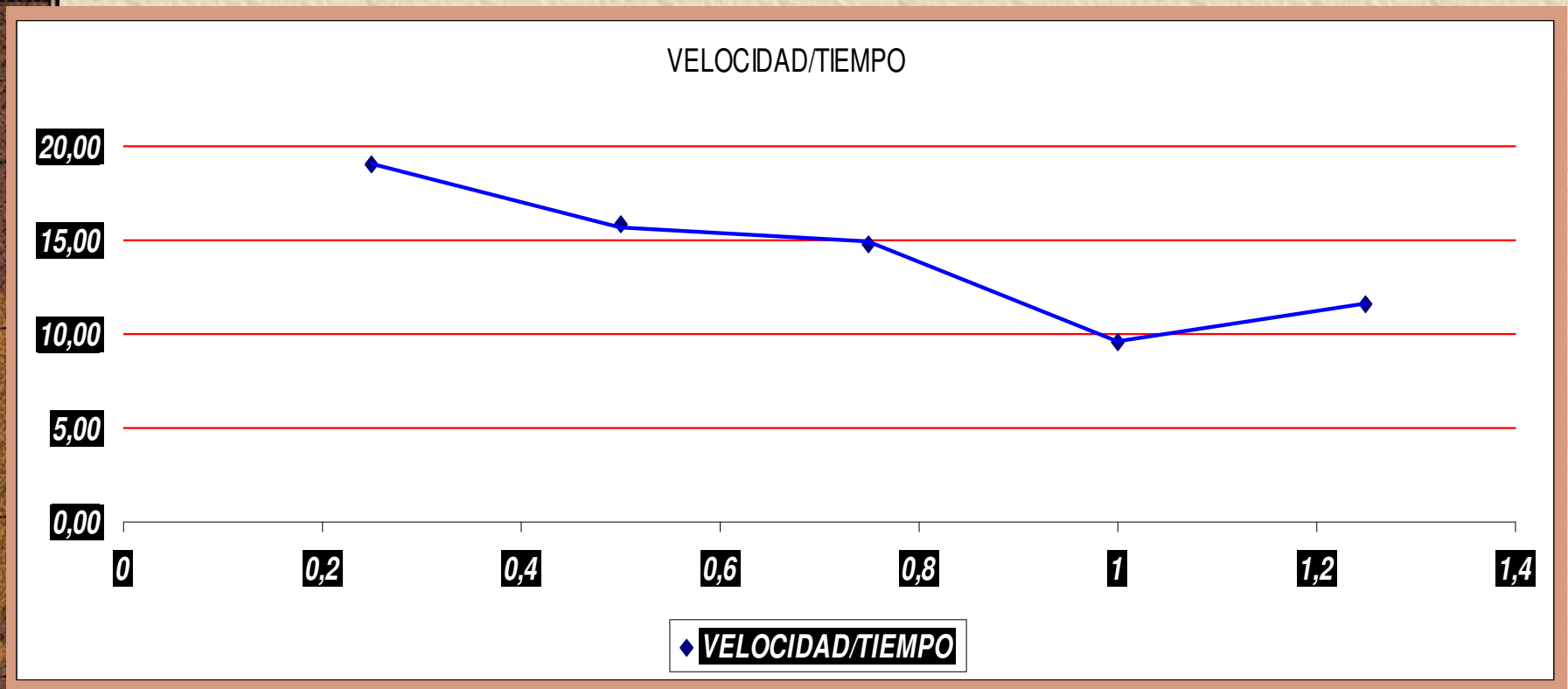
ANÁLISIS CINEMÁTICO

Distancia/tiempo



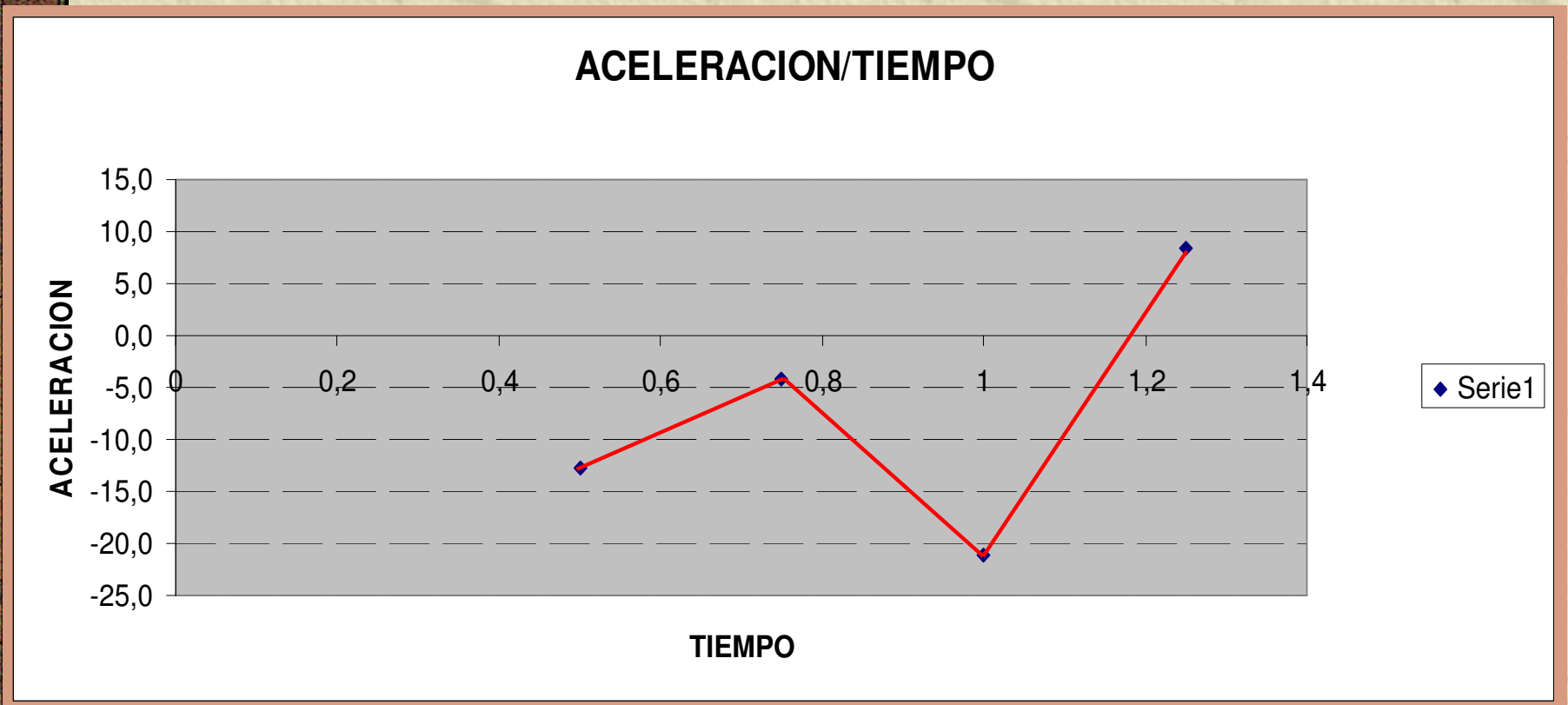
ANÁLISIS CINEMÁTICO

Velocidad/tiempo



ANÁLISIS CINEMÁTICO

Aceleración/tiempo



ANÁLISIS BIOMECÁNICO SALTO AXEL



FOTO 1

ANÁLISIS BIOMECÁNICO SALTO AXEL



FOTO 3

ANÁLISIS BIOMECÁNICO SALTO AXEL

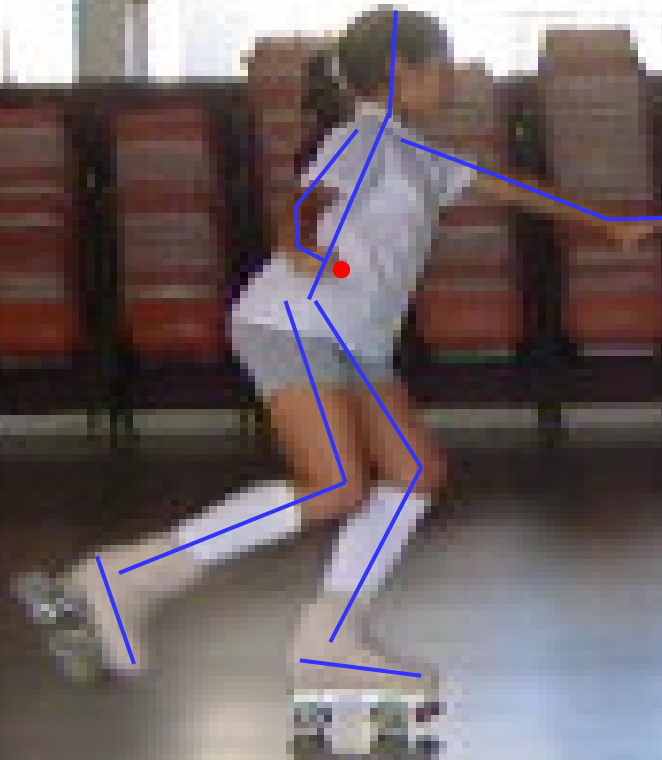


FOTO 5

ANÁLISIS BIOMECÁNICO SALTO AXEL

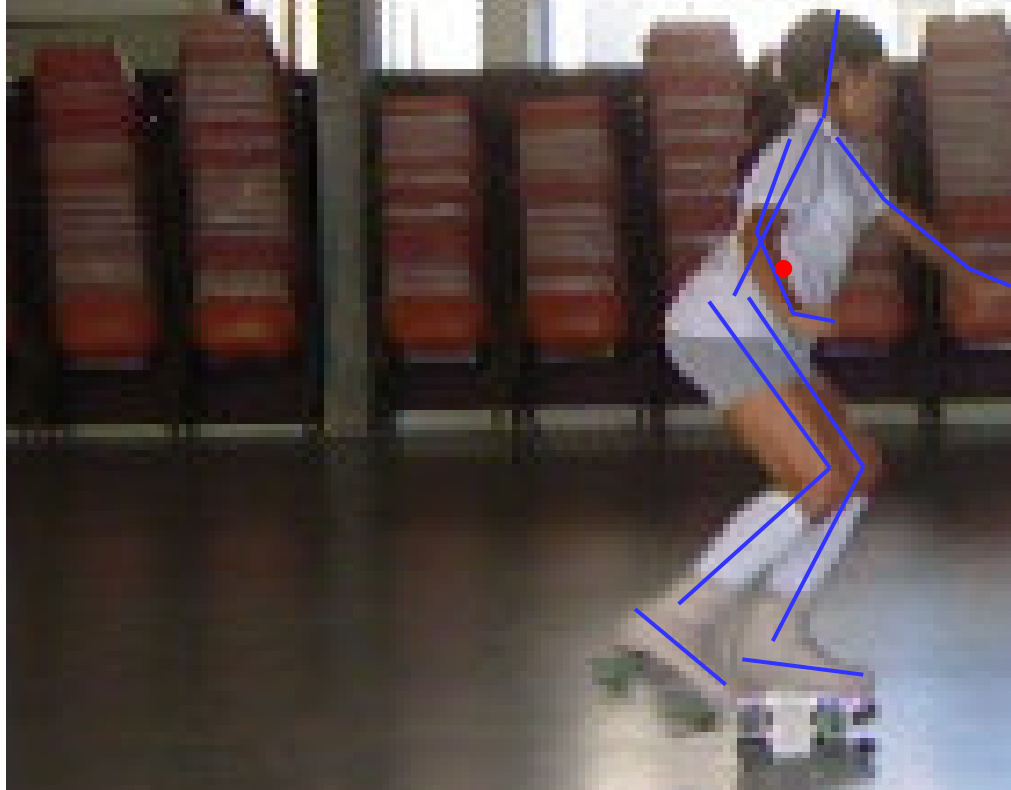


FOTO 7

ANÁLISIS BIOMECÁNICO SALTO AXEL

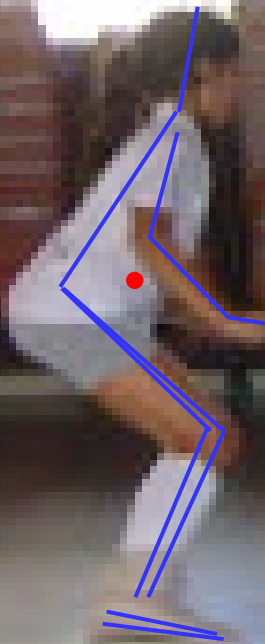


FOTO 9

ANÁLISIS BIOMECÁNICO SALTO AXEL



FOTO 11

ANÁLISIS DINÁMICO CENTRO DE GRAVEDAD

SEGMENTO CORPORAL	Coord. Cartesianas				$\{(x_d-x_p)(DR)+X_p\}(PR)=T_x$					$\{(Y_d-Y_p)(DR)+Y_p\}(PR)=T_y$				
	Xp	Yp	Xd	Yd	Xd-Xp	DR	Xp	PR	Tx	Yd-Yp	DR	Yp	PR	Ty
Cabeza-cuello	2,2	3,4	2,3	4,1	0,1	0,433	2,2	7,61	17,1	0,7	0,433	3,4	7,61	28,2
Tronco	2,1	2,4	2,2	3,4	0,1	0,495	2,1	48,84	105,0	1	0,495	2,4	48,84	141,4
Mano Derecha	1,5	3	1,6	3,1	0,1	0,506	1,5	0,64	1,0	0,1	0,506	3	0,64	2,0
Antebrazo Der.	1,9	3,2	2,2	3,4	0,3	0,433	1,9	1,56	3,2	0,2	0,433	3,2	1,56	5,1
Brazo Derecho	1,6	3,1	1,9	3,2	0,3	0,436	1,6	2,63	4,6	0,1	0,436	3,1	2,63	8,3
Mano Izquierda	3,6	3,3	3,9	3,3	0,3	0,506	3,6	0,64	2,4	0	0,506	3,3	0,64	2,1
Antebrazo Izq	2,4	3,3	3,1	3,3	0,7	0,433	2,4	1,56	4,2	0	0,433	3,3	1,56	5,1
Brazo Izquierdo	3,1	3,3	3,6	3,3	0,5	0,436	3,1	2,63	8,7	0	0,436	3,3	2,63	8,7
Pie Derecho	0,1	1,5	0,6	1,8	0,5	0,429	0,1	1,42	0,4	0,3	0,429	1,5	1,42	2,3
Pierna Derecha	0,6	1,6	1,5	1,3	0,9	0,433	0,6	4,53	4,5	-0,3	0,433	1,6	4,53	6,7
Muslo Derecho	1,5	1,3	1,8	2,4	0,3	0,433	1,5	9,63	15,7	1,1	0,433	1,3	9,63	17,1
Pie Izquierdo	1,9	0,1	2,4	0,05	0,5	0,429	1,9	1,42	3,0	-0,05	0,429	0,1	1,42	0,1
Pierna Izq.	2	0,3	2,4	1,3	0,4	0,433	2	4,53	9,8	1	0,433	0,3	4,53	3,3
Muslo Izq.	1,5	1,3	1,8	2,4	0,3	0,433	1,5	9,63	15,7	1,1	0,433	1,3	9,63	17,1
X: C.G					2,007581		Sum			195,3	Sum			247,5
Y:C.G					2,544201									

FOTO 1

ANÁLISIS DINÁMICO CENTRO DE GRAVEDAD

SEGMENTO CORPORAL	Coord. Cartesianas				$\{(x_d-x_p)(DR)+X_p\}(PR)=T_x$					$\{(Y_d-Y_p)(DR)+Y_p\}(PR)=T_y$						
	Xp	Yp	Xd	Yd	Xd-Xp	DR	Xp	PR	Tx	Yd-Yp	DR	Yp	PR	Ty		
Cabeza-cuello	1,9	3,3	2	3,9	0,1	0,433	1,9	7,61	14,8	0,6	0,433	3,3	7,61	27,1		
Tronco	1,7	2,3	1,9	3,3	0,2	0,495	1,7	48,84	87,9	1	0,495	2,3	48,84	136,5		
Mano Derecha	1,3	2,7	1,4	2,8	0,1	0,506	1,3	0,64	0,9	0,1	0,506	2,7	0,64	1,8		
Antebrazo Der.	1,6	3	1,8	3,2	0,2	0,433	1,6	1,56	2,6	0,2	0,433	3	1,56	4,8		
Brazo Derecho	1,4	2,8	1,6	3	0,2	0,436	1,4	2,63	3,9	0,2	0,436	2,8	2,63	7,6		
Mano Izquierda	3,2	3	3,4	3	0,2	0,506	3,2	0,64	2,1	0	0,506	3	0,64	1,9		
Antebrazo Izq.	2,1	3,2	2,7	3,1	0,6	0,433	2,1	1,56	3,7	-0,1	0,433	3,2	1,56	4,9		
Brazo Izquierdo	2,7	3,1	3,2	3	0,5	0,436	2,7	2,63	7,7	-0,1	0,436	3,1	2,63	8,0		
Pie Derecho	0,1	0,7	0,2	1,1	0,1	0,429	0,1	1,42	0,2	0,4	0,429	0,7	1,42	1,2		
Pierna Derecha	0,4	1	1,5	1,1	1,1	0,433	0,4	4,53	4,0	0,1	0,433	1	4,53	4,7		
Muslo Derecho	1,5	1,1	1,5	2,3	0	0,433	1,5	9,63	14,4	1,2	0,433	1,1	9,63	15,6		
Pie Izquierdo	1,6	0,1	2,1	0	0,5	0,429	1,6	1,42	2,6	-0,1	0,429	0,1	1,42	0,1		
Pierna Izq.	1,7	0,2	2,1	1,2	0,4	0,433	1,7	4,53	8,5	1	0,433	0,2	4,53	2,9		
Muslo Izq.	2,1	1,2	1,7	2,2	-0,4	0,433	2,1	9,63	18,6	1	0,433	1,2	9,63	15,7		
X: C.G				1,765824118				Sum			171,8			Sum		232,9
Y:C.G				2,394205911												

FOTO 3

ANÁLISIS DINÁMICO CENTRO DE GRAVEDAD

SEGMENTO ORPORAL	Coord. Cartesianas				$\{(x_d-x_p)(DR)+X_p\}(PR)=T_x$					$\{(Y_d-Y_p)(DR)+Y_p\}(PR)=T_y$				
	Xp	Yp	Xd	Yd	Xd-Xp	DR	Xp	PR	Tx	Yd-Yp	DR	Yp	PR	Ty
Cabeza-cuello	1,4	3,4	1,4	3,8	0	0,433	1,4	7,61	10,7	0,4	0,433	3,4	7,61	27,2
Tronco	1,1	2,2	1,4	3,4	0,3	0,495	1,1	48,84	61,0	1,2	0,495	2,2	48,84	136,5
Mano Derecha	1,1	2,4	1	2,5	-0,1	0,506	1,1	0,64	0,7	0,1	0,506	2,4	0,64	1,6
Antebrazo Der.	1	2,8	1,2	3,1	0,2	0,433	1	1,56	1,7	0,3	0,433	2,8	1,56	4,6
Brazo Derecho	1	2,5	1	2,8	0	0,436	1	2,63	2,6	0,3	0,436	2,5	2,63	6,9
Mano Izquierda	2,5	2,7	2,8	2,1	0,3	0,506	2,5	0,64	1,7	-0,6	0,506	2,7	0,64	1,5
Antebrazo Izq.	2	2,8	1,6	3,1	-0,4	0,433	2	1,56	2,8	0,3	0,433	2,8	1,56	4,6
Brazo Izq.	1,5	2,7	2	2,8	0,5	0,436	1,5	2,63	4,5	0,1	0,436	2,7	2,63	7,2
Pie Derecho	0,2	0,2	0	0,6	-0,2	0,429	0,2	1,42	0,2	0,4	0,429	0,2	1,42	0,5
Pierna Derecha	0,2	0,6	1,2	1,1	1	0,433	0,2	4,53	2,9	0,5	0,433	0,6	4,53	3,7
Muslo Derecho	1,2	1,1	0,9	2,2	-0,3	0,433	1,2	9,63	10,3	1,1	0,433	1,1	9,63	15,2
Pie Izquierdo	1	0,1	1,5	0	0,5	0,429	1	1,42	1,7	-0,1	0,429	0,1	1,42	0,1
Pierna Izq.	1,1	0,2	1,6	1,2	0,5	0,433	1,1	4,53	6,0	1	0,433	0,2	4,53	2,9
Muslo Izq.	1,6	1,2	1,1	2,1	-0,5	0,433	1,6	9,63	13,3	0,9	0,433	1,2	9,63	15,3
X: C.G		1,234079459				Sum			120,0	Sum			227,7	
Y:C.G		2,340830893												

FOTO 5

ANÁLISIS DINÁMICO CENTRO DE GRAVEDAD

SEGMENTO CORPORAL	Coord. Cartesianas				$\{(x_d-x_p)(DR)+X_p\}(PR)=T_x$					$\{(Y_d-Y_p)(DR)+Y_p\}(PR)=T_y$						
	Xp	Yp	Xd	Yd	Xd-Xp	DR	Xp	PR	Tx	Yd-Yp	DR	Yp	PR	Ty		
Cabeza-cuello	0,8	3,2	0,9	3,8	0,1	0,433	0,8	7,61	6,4175	0,6	0,433	3,2	7,61	26,3290		
Tronco	0,5	2,1	0,8	3,2	0,3	0,495	0,5	48,84	31,672	1,1	0,495	2,1	48,8	129,157		
Mano Derecha	0,9	2	0,7	2,2	-0,2	0,506	0,9	0,64	0,5112	0,2	0,506	2	0,64	1,34476		
Antebrazo Der.	0,5	2,6	0,7	3,1	0,2	0,433	0,5	1,56	0,9150	0,5	0,433	2,6	1,56	4,3937		
Brazo Derecho	0,7	2,2	0,5	2,6	-0,2	0,436	0,7	2,63	1,6116	0,4	0,436	2,2	2,63	6,24467		
Mano Izquierda	1,4	2,6	1,6	2,5	0,2	0,506	1,4	0,64	0,9607	-0,1	0,506	2,6	0,64	1,63161		
Antebrazo Izq.	1,1	2,4	0,9	3	-0,2	0,433	1,1	1,56	1,5809	0,6	0,433	2,4	1,56	4,14928		
Brazo Izq.	1,4	2,6	1,1	2,8	-0,3	0,436	1,4	2,63	3,3379	0,2	0,436	2,6	2,63	7,06733		
Pie Derecho	0	0,3	0,4	0	0,4	0,429	0	1,42	0,2436	-0,3	0,429	0,3	1,42	0,24324		
Pierna Derecha	0,2	0,4	0,9	1,2	0,7	0,433	0,2	4,53	2,2790	0,8	0,433	0,4	4,53	3,38119		
Muslo Derecho	0,9	1,2	0,3	2,1	-0,6	0,433	0,9	9,63	6,1651	0,9	0,433	1,2	9,63	15,3088		
Pie Izquierdo	0,6	0,1	1,1	0,1	0,5	0,429	0,6	1,42	1,156	0	0,429	0,1	1,42	0,142		
Pierna Izq.	0,7	0,2	1,1	1,3	0,4	0,433	0,7	4,53	3,9555	1,1	0,433	0,2	4,53	3,06363		
Muslo Izq.	1,1	1,3	0,5	2,1	-0,6	0,433	1,1	9,63	8,0911	0,8	0,433	1,3	9,63	15,854		
X: C.G					0,708328015					Sum	68,899					
Y:C.G					2,244387766					FOTO 7					Sum	218,311

ANÁLISIS DINÁMICO CENTRO DE GRAVEDAD

SEGMENTO CORPORAL	Coord. Cartesianas				$\{(x_d-x_p)(DR)+X_p\}(PR)=T_x$					$\{(Y_d-Y_p)(DR)+Y_p\}(PR)=T_y$					
	Xp	Yp	Xd	Yd	Xd-Xp	DR	Xp	PR	Tx	Yd-Yp	DR	Yp	PR	Ty	
Cabeza-cuello	0,6	3	0,7	3,6	0,1	0,433	0,6	7,61	4,8955	0,6	0,433	3	7,61	24,80	
Tronco	0	2	0,6	3	0,6	0,495	0	48,8	14,505	1	0,495	2	48,8	121,85	
Mano Derecha	0,9	1,8	1,1	1,8	0,2	0,506	0,9	0,64	0,6407	0	0,506	1,8	0,64	1,152	
Antebrazo Der.	0,5	2,3	0,6	2,8	0,1	0,433	0,5	1,56	0,8475	0,5	0,433	2,3	1,56	3,925	
Brazo Derecho	0,9	1,8	0,5	2,3	-0,4	0,436	0,9	2,63	1,9083	0,5	0,436	1,8	2,63	5,307	
Mano Izquierda	0,9	1,8	1,1	1,8	0,2	0,506	0,9	0,64	0,6407	0	0,506	1,8	0,64	1,15	
Antebrazo Izq.	0,5	2,3	0,6	2,8	0,1	0,433	0,5	1,56	0,8475	0,5	0,433	2,3	1,56	3,925	
Brazo Izquierdo	0,9	1,8	0,5	2,3	-0,4	0,436	0,9	2,63	1,9083	0,5	0,436	1,8	2,63	5,307	
Pie Derecho	0,9	0	0,4	0,1	-0,5	0,429	0,9	1,42	0,973	0,1	0,429	0	1,42	0,0609	
Pierna Derecha	0,5	0,2	0,8	1,2	0,3	0,433	0,5	4,53	2,8534	1	0,433	0,2	4,53	2,867	
Muslo Derecho	0,8	1,2	0	2	-0,8	0,433	0,8	9,63	4,3681	0,8	0,433	1,2	9,63	14,891	
Pie Izquierdo	0,4	0	1	0	0,6	0,429	0,4	1,42	0,9335	0	0,429	0	1,42	0	
Pierna Izq.	0,6	0,2	0,9	1,2	0,3	0,433	0,6	4,53	3,3064	1	0,433	0,2	4,53	2,867	
Muslo Izq.	0,9	1,2	0	2	-0,9	0,433	0,9	9,63	4,9141	0,8	0,433	1,2	9,63	14,891	
							Sum	43,543						Sum	203,01

X: C.G	0,447655495
Y:C.G	2,087103937

FOTO 9

ANÁLISIS DINÁMICO CENTRO DE GRAVEDAD

SEGMENTO CORPORAL	Coord. Cartesianas				$\{(x_d-x_p)(DR)+X_p\}(PR)=T_x$					$\{(Y_d-Y_p)(DR)+Y_p\}(PR)=T_y$					
	Xp	Yp	Xd	Yd	Xd-Xp	DR	Xp	PR	Tx	Yd-Yp	DR	Yp	PR	Ty	
Cabeza-cuello	0,6	3	0,7	3,6	0,1	0,433	0,6	7,61	4,9	0,6	0,433	3	7,61	24,8	
Tronco	0,1	2	0,6	3	0,5	0,495	0,1	48,84	17,0	1	0,495	2	48,84	121,9	
Mano Derecha	1,6	2,2	1,9	2,2	0,3	0,506	1,6	0,64	1,1	0	0,506	2,2	0,64	1,4	
Antebrazo Der.	1	2,3	0,8	2,9	-0,2	0,433	1	1,56	1,4	0,6	0,433	2,3	1,56	4,0	
Brazo Derecho	1	2,3	1,6	2,2	0,6	0,436	1	2,63	3,3	-0,1	0,436	2,3	2,63	5,9	
Mano Izquierda	0,7	2,3	0,9	2,4	0,2	0,506	0,7	0,64	0,5	0,1	0,506	2,3	0,64	1,5	
Antebrazo Izq.	0,2	2,5	0,5	3	0,3	0,433	0,2	1,56	0,5	0,5	0,433	2,5	1,56	4,2	
Brazo Izquierdo	0,7	2,3	0,2	2,5	-0,5	0,436	0,7	2,63	1,3	0,2	0,436	2,3	2,63	6,3	
Pie Derecho	1	0,1	1,6	0,2	0,6	0,429	1	1,42	1,8	0,1	0,429	0,1	1,42	0,2	
Pierna Derecha	1,1	0,3	1	1,3	-0,1	0,433	1,1	4,53	4,8	1	0,433	0,3	4,53	3,3	
Muslo Derecho	1	1,3	0,2	2	-0,8	0,433	1	9,63	6,3	0,7	0,433	1,3	9,63	15,4	
Pie Izquierdo	0,4	0,1	0,9	0	0,5	0,429	0,4	1,42	0,9	-0,1	0,429	0,1	1,42	0,1	
Pierna Izquierda	0,5	0,2	0,8	1,3	0,3	0,433	0,5	4,53	2,9	1,1	0,433	0,2	4,53	3,1	
Muslo Izquierdo	0,8	1,3	0,1	2	-0,7	0,433	0,8	9,63	4,8	0,7	0,433	1,3	9,63	15,4	
X: C.G		0,528469826							Suma	51,4				Suma	207,6
Y:C.G		2,133882934													

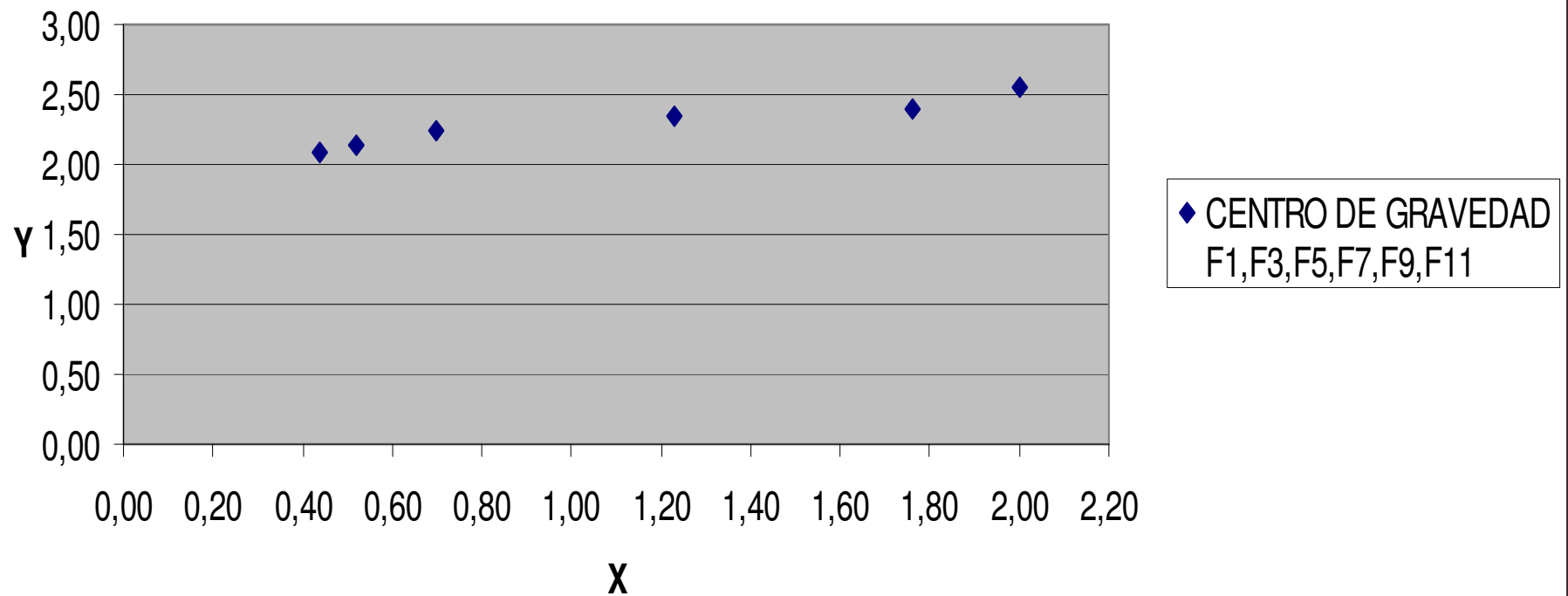
FOTO 11

ANÁLISIS DINÁMICO CUADRO CENTRO DE GRAVEDAD

CENTRO DE GRAVEDAD			
	X		Y
F1	2,00	F1	2,54
F3	1,76	F3	2,39
F5	1,23	F5	2,34
F7	0,70	F7	2,24
F9	0,44	F9	2,08
F11	0,52	F11	2,13

ANÁLISIS DINÁMICO GRAFICA CENTRO DE GRAVEDAD

CENTRO DE GRAVEDAD F1,F3,F5,F7,F9,F11



ANÁLISIS DINÁMICO

ANÁLISIS DINÁMICO			
PESO SUJETO		30	KG
DISTANCIA ACUMULADA		17,72	CM
R		294	N
R		28,3122	N
BF	5	5	CM
BR		15,2	CM
VM		0,330	
F		85,8	N
T		15,19	JOULS
P		12,2	VATIOS
GASTO CALÓRICO		3,6	CAL
MEDIDA SEGMENTO	35		CM
TIEMPO ACUMULADO		1,25	S

ANÁLISIS BIOMECÁNICO

CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

- ✦ Teniendo en cuenta la base de sustentación anatómica y la fuerza aplicada en la técnica, el gesto es adecuado, pero debería mejorar la posición del tronco con respecto a la base.
- ✦ Es una técnica que no requiere mucha energía; por tanto debe ser muy efectiva y controlada por la deportista.

ANÁLISIS BIOMECÁNICO

CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

- ✦ La potencia aplicada es de 12.2 watts; poca potencia y mucha fuerza; la ventaja mecánica es baja, por lo tanto debe imprimir un poco más de fuerza, para un buen péndulo en su parte técnica.
- ✦ Por la medida del segmento corporal muslo, la deportista realiza una fuerza para sostener el movimiento del muslo y que la pierna permanezca en esa posición durante todo el recorrido.

ANÁLISIS BIOMECÁNICO

CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

- ✦ La calidad del gesto técnico es buena, pero se puede potenciar mas; ya que este movimiento de péndulo que realiza con el pie derecho es para poder ayudarle en el vuelo del salto axel.
- ✦ Dadas las condiciones cinemáticas el deportista utiliza un tiempo acumulado de 1.25 seg. Y acumula 17.72 cm. en el recorrido del segmento corporal, lo que indica que es un movimiento suave y a la vez que requiere de una gran coordinación con todo su cuerpo para mantener su eje y lograr un buen salto.

BIBLIOGRAFÍA

Acero Jáuregui, José Alcides. La biomecánica en el proceso de análisis y optimización de las técnicas deportivas : conferencia introductoria. Maracaibo, Venezuela. 1992.

Acero Jáuregui, José Alcides. Bases biomecánicas para la actividad física y deportiva. Cali: Universidad de Pamplona. 2002.

Aguado Jodar, Xavier. Eficacia y técnica deportiva : análisis del movimiento humano. España: Inde Publicaciones. 1993.

Baumler, Gunter y Schneider, Klaus. Biomecánica deportiva. España: Ediciones Martínez Roca. 1989.

Congreso Científico Olímpico. Biomecánica y cineantropometría. España: Instituto Andaluz del Deporte. 1992.

Fucci, Sergio y Benigni, Mario. Biomecánica del aparato locomotor aplicada al acondicionamiento muscular. España: Doyma. 1991

Grosser, Manfred y Hermann, Heike. El movimiento deportivo : bases anatómicas y biomecánicas. España: Ediciones Martínez Roca. 1991.

Hainaut, Kart. Introducción a la biomecánica. Barcelona: Jims. 1976.

Hochmuth, Gerhard. Biomecánica de los movimientos deportivos. Madrid: Instituto Nacional de Educación Física de Madrid. 1973.

Malagón de García, Cecilia. Manual de antropometria. Armenia: Editorial Kinesis. 2004.

Plas, F. y Viel, E. and others. La marcha humana: cinesiología dinámica, biomecánica y patomecánica. España: Masson. 1984

Ramón Suarez, Gustavo. Análisis de factores biomecánicos y comportamentales relacionados con la efectividad del Uchi mata, ejecutado por judokas de alto rendimiento. España: 2002.

Utkin, V. L. Aspectos biomecánicos de la táctica deportiva. Moscú: Vneshtorgizdat. 1986.

Zatsiorski, V. y Donskoi, D. Biomecánica de los ejercicios físicos : manual. Cuba: Editorial Pueblo y Educación. 1990.