

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO  
U.N.A.M.

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION  
Facultad de Medicina  
" SUBDIRECCION DE INVESTIGACION Y MEDICINA DEL DEPORTE "



INVESTIGACION : S A L T O V E R T I C A L

" CORRELACION POR REGISTRO DE VIDEO Y PLATAFORMA DE FUERZA "

BIOMECANICA

T E S I S

QUE PRESENTA :

PARA OBTENER EL TITULO DE:

ESPECIALISTA EN  
MEDICINA DEL DEPORTE  
Y ACTIVIDAD FISICA.

AUTOR: DR. M. RODOLFO ORTEGA GUERRERO.

ASESOR: DR. M. RODOLFO ORTEGA GUERRERO.



1 9 9 7

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

SUBDIRECCION DE INVESTIGACION Y MEDICINA DEL DEPORTE



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**

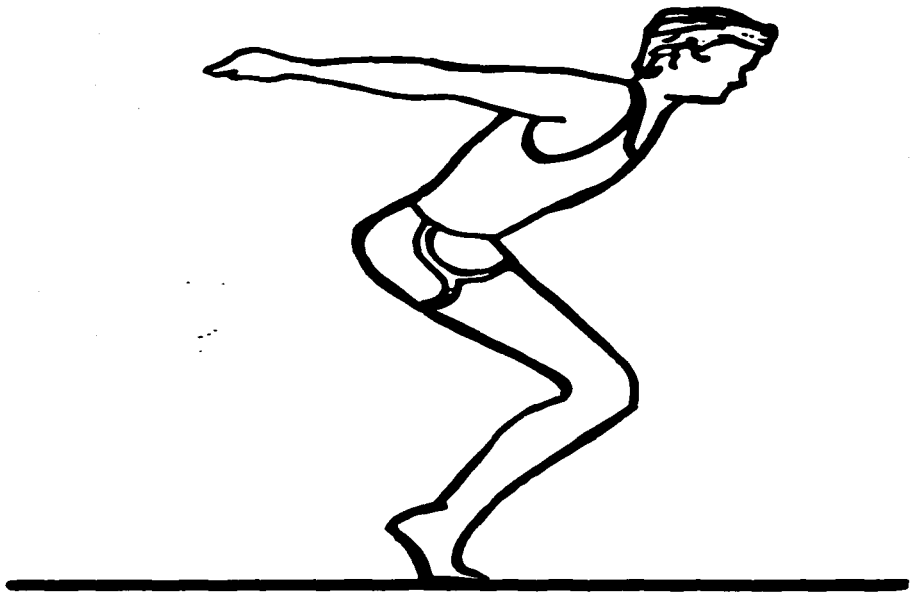


**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



ASESORIA :

METODO CIENTIFICO : DR. MIGUEL AGUILAR CASAS



PRESIDENTE :

\*\*\*\* DRA. SOFIA MARGARITA HERNANDEZ  
RODRIGUEZ DE LEON

SECRETARIO :

\*\*\*\* DRA. IRMA PEREZ DOMINGUEZ



SINODALES :

1. MAESTRA MATILDE ESPINOZA SANCHEZ  
*M Espinozas*
2. MAESTRO WOLFGANG FRITZLER HAPACH
3. METODOLOGO RENE VARGAS PINEDA

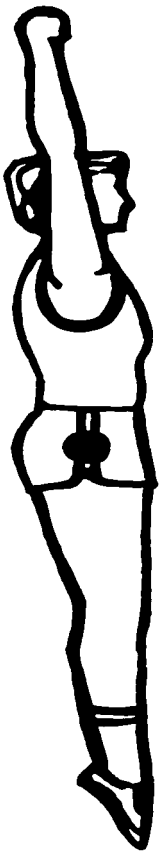
A G R A D E C I M I E N T O S :

- \* A mi ASESOR, el DR. MIGUEL AGUILAR CASAS, por sus enseñanzas en ésta área aún tan desconocida; compartiendo conmigo sus conocimientos y su inspiración continua para llevar a cabo con gran motivación la presente INVESTIGACION.
- \* Deseo expresar formalmente mi agradecimiento a la Subdirectora Dra. Sofía Margarita Hernández Rodríguez de León por mantener siempre mi actitud positiva.
- \* A los médicos a cargo de la S.I.M.D. quienes, durante mi residencia, me dieron casi todos sus conocimientos y que conservo orgullosamente.
- \* Al Dr. Jorge Avendaño Reyes por su amistad, y estimular mis capacidades para afrontar lo adverso. Y, mi admiración a la Lic.Enf. Beatriz Ruiz Padilla.
- \* Al Dr. Omar Orvañanos Ibarra por su talento, apreciación personal y compañerismo.
- \* Al Lic. Ovidio Pereyra y Lic. Fco. Carlos Silva T. por su generosidad y esfuerzos en lograr mi meta.
- \* En especial a mi esposa por sus manifestaciones — siempre amorosas y sus valiosas sugerencias en plena preparación y culminación de la especialidad.
- \* A mi hijo Kawin por soportar el caos de la ausencia.
- \* A mis PADRES y HERMANOS por su existencia en mi vida, y siempre acompañarme en la lucha por la superación.

" A M I U N I V E R S I D A D "

- por haber preparado a este muchachón -

R O D O L F O



I D I C E

.....

P A G I N A

1.	HOJA FRONTAL .....	1
2.	RESUMEN .....	2
3.	MARCO TEORICO *** ANTECEDENTES *** .....	4
4.	JUSTIFICACION .....	19
5.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	19
6.	HIPOTESIS .....	20
7.	OBJETIVOS .....	20
8.	DEFINICION DE VARIABLES .....	21
9.	DISEÑO DE LA INVESTIGACION .....	22
10.	COLECCION DE DATOS Y PROCESAMIENTO .....	26
11.	ANÁLISIS DE DATOS .....	31
12.	RESULTADOS .....	33
13.	CONCLUSIONES .....	43
14.	RECOMENDACIONES .....	47
15.	BIBLIOGRAFIA .....	49
16.	A N E X O S .....	

O GRAFICAS

O IMAGENES

O CUADROS

O TABLAS

O GLOSARIO

## R E S U M E N

Durante los dos años de mi posgrado como Médico Especialista en Medicina del Deporte y Actividad Física, pude observar, al rotar por el laboratorio de BIOMECANICA (adiestramiento), la importancia que tenía el estudiar el Salto Vertical mediante la filmación por video cámara y su medición de las fuerzas involucradas en la plataforma de impulsos; ya que éste es uno de los ejercicios más utilizados en el ámbito deportivo y en el que se pueden demostrar parte de los principios biomecánicos.

Este fenómeno me causó inquietud, por considerarlo de trascendencia e impacto. Además, de que no había sido medido con anterioridad por lo que realicé este estudio, con el fin de conocer la fuerza utilizada con las diferentes técnicas del salto vertical y su efecto dinámico.

Se analizaron las diferentes imágenes de video mostradas y su correlación con las gráficas de fuerza involucradas, describiendo cada una de las morfologías, el tipo de técnicas y su centro de gravedad. Logrando identificar la relación existente entre ambas y cómo influyen las posiciones de los segmentos corporales, arrojando un resultado final de ésta y las características de cada fase del movimiento que fueron precisadas por la utilización del cronómetro electrónico y el somatograma.



Se elaboraron formatos en los que se pudo plasmar las características de las imágenes y el tipo de gráficas con los valores aplicados en fuerzas (N) para la técnica utilizada de salto vertical, así como del centro de gravedad. Después de recolectar, tabular y concentrar la información se analizaron cuadros y gráficas para presentar los resultados obtenidos.

Observamos, que hay una gran diversidad de técnicas de ejecución en el Salto Vertical y por tanto, también, de morfologías o curvas en las gráficas. Determinando así, el comportamiento de los segmentos corporales y la aplicación de fuerzas verticales expresadas en una mayor o menor altura de desplazamiento.

**A N T E C E D E N T E S**

" No se pueden hallar fuerzas que no causen ningun movimiento "

" Un movimiento sólo se identifica cuando las coordenadas de su cuerpo cambian con el tiempo. Esto es, que la medición del tiempo resulta necesaria para la descripción del movimiento "

La biomecánica deportiva es hoy en día la denominación corriente para la aplicación de la mecánica ( física ) en la investigación de los movimientos del deportista. Se trata de un campo específico de la biomecánica general que aplica la mecánica para todos los seres vivos. La biomecánica como mecánica aplicada trabaja tanto en forma analítica (análisis del movimiento de los seres humanos), como también constructiva (creación de movimientos, construcción de aparatos deportivos, prótesis adaptadas al hombre y construidas según principios ergonómicos, etc.).

La biomecánica es hoy en día una rama científica mundialmente reconocida que a su vez, incentiva a los ingenieros hacia construcciones nuevas técnicas inspiradas en la naturaleza viva. La biomecánica aplicada al deporte no sólo sirve para el análisis y la comprensión de movimientos deportivos sino también para mejorar determinadas técnicas motrices en los métodos de entrenamiento universales. (5)

La organización de la biomecánica deportiva a nivel mundial se inició (según HOCIMUT, 1967) con un congreso internacional sobre las cuestiones básicas de la biomecánica de los movimientos deportivos en 1960 en Leipzig y con el primer

seminario internacional de biomecánica en 1969 en Zurich, fomentado por la —  
UNESCO.

Mientras tanto, se han creado una serie de cátedras e institutos para la biomecánica del deporte ( o "KINESIOLOGIA DEL DEPORTE ), entre ellos el Laboratorio de Biomecánica en Zurich (fundado por Wartenweiler), el Instituto para Biomecánica de la Escuela Superior de Deporte de Colonia (fundado por Groh) y la Cátedra de la Biomecánica en Frankfurt (Fallreich).

Las posibilidades de la mecánica aplicadas al deporte ofrecen una base esencial para la práctica. Su aportación de las consecuencias de los movimientos para las fuerzas y de las fuerzas para los movimientos, no sólo facilita al científico deportivo la explicación teórica de los movimientos, sino que también ayuda a su optimización planificada. (5)

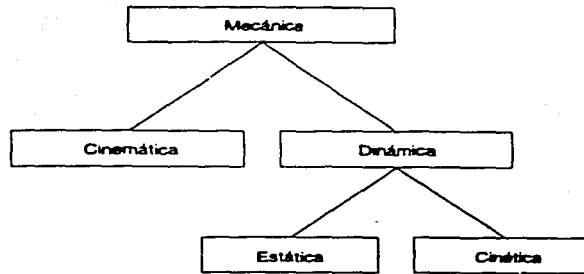
El concepto movimiento tiene una importancia diversificada en la vida humana. En el deporte se caracteriza el movimiento como una modificación espacio temporal y como acción. Todos los movimientos deportivos —a pesar de parecer diversos y variables (desde el simple correr hasta la gimnasia deportiva altamente compleja) se basan en determinados principios científicos. (4)

El movimiento deportivo como objeto de estudio biomecánico tiene como finalidad principal optimizar el movimiento, esto es, una minimización del gasto energético y, con respecto a la carga para el aparato locomotor, una "maximización del rendimiento muscular efectivo". (Baumann, 1983) . (4) (pág. 27).

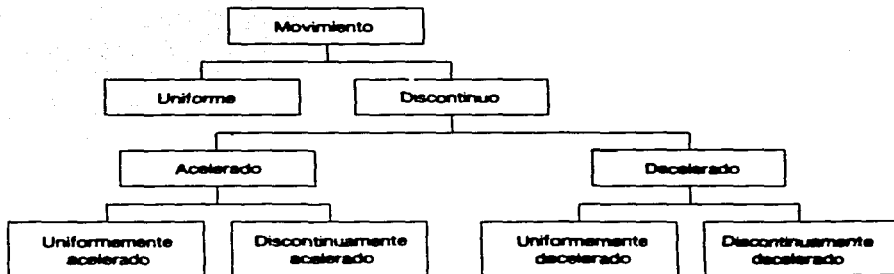
Dentro de los métodos biomecánicos de medición del movimiento existen diferentes perspectivas: \* cinemática-cinemétrica, dinámica-dinamométrica, electrionográfica, antropométrica. (Ver siguiente página: 6-b, 6-c).

La totalidad de los métodos para medir magnitudes cinemáticas se denomina cinemetría. Y la cinemática es una parte de la mecánica que describe el carácter espacio-temporal de un movimiento. La física entiende un movimiento como la modificación del lugar de un cuerpo o de un punto de masa en relación al tiempo. Los requisitos básicos para la descripción del movimiento son dos: 1) tener un sistema de referencia (coordenadas) en la que se registra el movimiento (componente espacial), y 2) Las coordenadas del cuerpo, referente a cada instante del tiempo (componente temporal).

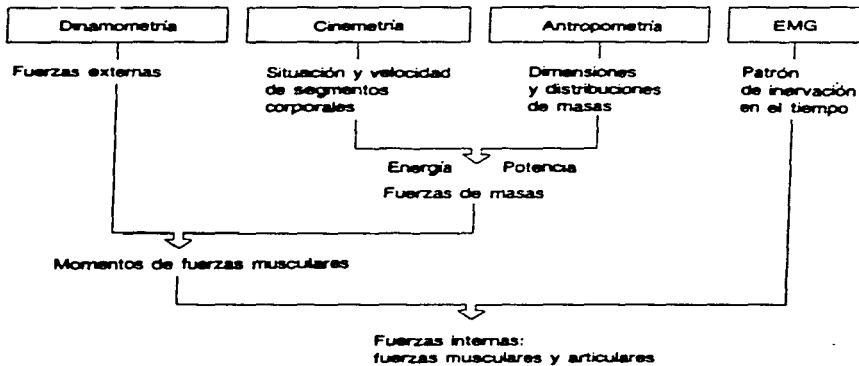
La dinámica es un área parcial de la mecánica que estudia las fuerzas y sus efectos sobre el cuerpo. Se diferencia dentro de ésta a la estática y cinética. En ambas se estudian los efectos de fuerzas sobre un cuerpo. La estática se ocupa de las condiciones que se requieren para que dos cuerpos - esten en equilibrio entre sí, y la cinética estudia los movimientos producidos por las fuerzas. La Primera Ley de Newton (inercia) un cuerpo está en estado inicial de reposo o movimiento uniforme a no ser que actúen fuerzas externas sobre él. La segunda ley es el axioma fundamental de la mecánica: la variación del movimiento es proporcional a la fuerza motora y se realiza en sentido de la recta en que actúa la fuerza (la fuerza se determina como el producto de la masa y la aceleración). La tercera ley: un cuerpo ejerce sobre otro una fuerza y experimenta por parte del otro la misma fuerza pero opuesta. Para completar las magnitudes referidas (masa, fuerza, cantidad de movimiento) se deberán de considerar otras magnitudes como trabajo, energía y potencia.



CLASIFICACION DE LA  
BIOMECANICA



Esquema clasificatorio de los tipos de movimiento



ESQUEMA DE LOS METODOS DE MEDICION Y SUS MAGNITUDES

CARACTERISTICAS

Para iniciar el análisis biomecánico del vuelo y caída en el salto de dorso en gimnastas, una de las primeras cosas necesarias en el proceso de análisis de los movimientos, es entender la naturaleza del mismo y el acuerdo que se tenga acerca si es una habilidad única o una combinación de ellas. Hay 03 consideraciones primarias que se deben de tomar en cuenta: 1) el propósito biomecánico; 2) las limitantes en el desempeño y 3) la clasificación de los movimientos. Así como la biomecánica, los investigadores que la estudian empiezan a tener acuerdos con éstas consideraciones para organizarse y tener mejor apreciación en el análisis de los movimientos. El gimnasta y su entrenador deben de utilizar éstas características. Y, aunque el análisis sea diferente en cada uno, el proceso final deberá de ser el mismo. ( 8 ). -- Estas podrían aplicarse específicamente al Salto Vertical--.

La determinación de fuerzas y momentos que aparecen en las articulaciones del aparato humano que soporta el movimiento es el problema fundamental de la biomecánica. Realizar una medición directa de éstos valores es realmente imposible. Ha habido una gran idea sugerida por O. Fisher (1895) donde sugiere que el problema de la dinámica inversa puede ser usado para éste propósito. Las condiciones se vuelven mucho más favorables para el problema que ha sido afrontado que ha sido afrontado gracias al progreso de las técnicas de computación y al desarrollo de nuevos métodos experimentales. En donde el método mecánico/matemático de simulación es utilizado para la determinación de los momentos de fuerza actuales en las articulaciones de un movimiento del cuerpo humano. ( 9 ).

Las magnitudes dinámicas nos sirven para explicar los movimientos de - traslación. Más aún, para facilitar la comprensión de los movimientos rotatorios se deben de entender algunos otros conceptos como: momento de inercia, el momento de fuerza, y el momento angular. El momentos de inercia, describe la inercia (los cuerpos no cambian su edo. de movimiento sin la influencia de fuerzas) de un cuerpo frente a variaciones de su rotación, en donde su valor dependerá de la masa del cuerpo y de su distribución en el interior del mismo. El momento de fuerza es una magnitud que describe el estado de movimiento de un cuerpo cuando gira. ( 4 ) Los siguientes logros en investigación son:

#### M O D E L O M A T E M A T I C O

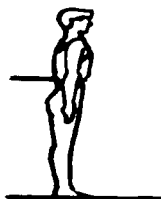
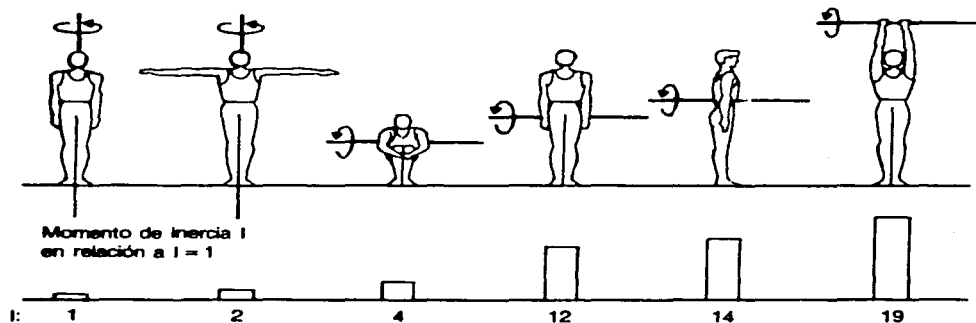
Un modelo matemático de inercia nos permite determinar parámetros de inercia de un segmento personalizado. El cuerpo humano se ha modelado utilizando 40 figuras geométricas sólidas las cuales se han especificado por 95 dimensiones antropométricas. Un sólido "estadio" es introducido para modelar los segmentos del dorso utilizando el perímetro y las anchuras de las mediciones. El procedimiento es más apropiado cuando se utilizan discos elípticos que dan extensión y profundidad y permite dar una pequeña numeración de cada sólido utilizado. Los valores de los parámetros de inercia pueden ser obtenidos por modelos corporales de más de 20 segmentos. Los errores en la estimación de este y otros modelos son discutidos con referencia al conocimiento de los volúmenes pulmonares. ( 11 ). (ver figura segmentación cuerpo)

#### D I G I T A L I Z A C I O N D E I M A G E N E S

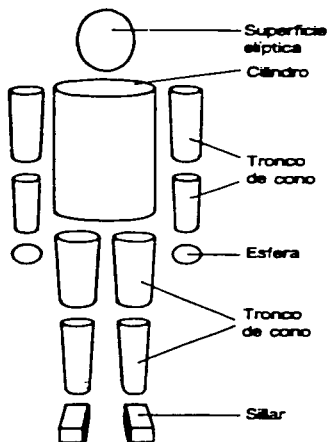
Se presenta un método para determinar el momento angular del cuerpo humano en relación al centro de masa de movimientos generales en forma tridimensional. El cuerpo es modelado en un sistema de enlace de 11 segmentos con 17° de rotación de libertad y el momento angular del cuerpo es derivado como una



**MOMENTOS DE INERCIA CON DIFERENTES  
POSTURAS CORPORALES Y  
DISTINTOS EJES DE GIRO**



EJEMPLO DE:  
**SEGMENTACION DE UN CUERPO**



suma de 12 periodos, en donde a cada vector le corresponde una velocidad angular. Esta participación del vector de momento angular oportunamente ha contribuido que haya movimiento segmentario en forma relativa de cada articulación como el mejor procedimiento para su análisis. Así, se introduce este método para la normalización del momento angular que permite comparar el movimiento rotacional el cual tiene diferentes momentos de inercia. La estimación del momento angular fué calculada durante las fases del vuelo de 9 saltos mortales con giros realizados en el trampolín. los errores hechos en la digitalización de la filmación han contribuido en gran manera a estimar el error del momento angular. Para estimar el momento angular individual del error relativo se estimó cerca del 10% mientras que el promedio del error relativo fué estimado cerca del 1%. (12) — Podría aplicarse en el estudio del Salto Vertical—

MODELO DE SIMULACION COMPUTARIZADO

Se describe un modelo de simulación computarizado del movimiento del cuerpo humano llevado al aire. El cuerpo es modelado en 11 segmentos en enlace rígido con 17° de libertad los cuales pueden elegirse con visión en el modelo de giros del salto mortal. Se evaluó la precisión de este modelo comparando los valores de simulación de los ángulos descritos en el salto mortal, inclinación y giro con los valores correspondientes obtenidos de los datos filmados en 9 giros de saltos mortales. La desviación máxima entre la simulación y la filmación son fundamento para tener 0.04 revoluciones por salto mortal 7° para inclinación y 0.12 revoluciones por rotación. Esto demuestra que en las mediciones antropométricas hay errores cuando los parámetros de inercia segmentaria son calculadas, tienen poco efecto en una simulación mientras que el error digitalizado de filmación pudo estimarse con un aporte substancial de la desviación entre simulación y valores filmados. (13) — Podría aplicarse en el estudio del Salto Vertical —.

Dentro de la perspectiva de la biomecánica- dinamométrica, esta se ocupa de medir las fuerzas y determinar sus efectos para el movimiento. Se describen 3 métodos de medición con sus principios, aplicaciones y sus límites.

**I** ■ Determinación de fuerzas a través de la plataforma dinamométrica y el registrador de fuerza.

La plataforma dinamométrica y el registrador de fuerza se pueden emplear cuando los cuerpos puedan actuar contra una resistencia fija. Ello se cumple en las batidas de salto de altura, longitud y de vallas, igual que en la salida lanzada o de sprint. Igualmente se pueden estudiar con ellos los cambios de la cantidad de movimiento de pelotas que botan contra la pared o el suelo. Además, ayudan a determinar cargas y momentos angulares dentro y alrededor de las articulaciones (regto. fuerzas reactivas).

Principio de funcionamiento: Las plataformas dinamométricas utilizadas se basan en dos principios diferentes. Por una parte se tratan del efecto piezoléctrico descubierto en 1880 por los esposos Curie, que consiste en un cambio de la carga superficial de determinados cristales, cuando se someten a una carga mecánica. Por otra, conocemos el hecho de que los metales cambian su resistencia eléctrica cuando son tensados biomecánicamente. Las plataformas dinamométricas dividen las fuerzas que actúan sobre ellas en tres direcciones espaciales.

Método de medición: Durante el tiempo de contacto del cuerpo con la plataforma o del registrador de fuerzas se obtiene la curva temporal de las fuerzas de reacción. Una contrastación con fuerzas conocidas o una elec

trónica normalizada permiten resultados exactos. El registro de cada momento se efectúa a través de un transformador análogo digital en conexión con una computadora.

Análisis: Dado que las fuerzas se conocen en todo momento, puede determinarse la variación de la cantidad de movimiento. Obtenemos la curva fuerza-tiempo y con el área encerrada entre la curva fuerza tiempo y la línea cero podemos determinar la variación de las magnitudes del movimiento. Conociendo los parámetros iniciales, es decir, el valor de la cantidad de movimiento en el primer contacto con la plataforma o el registrador de fuerza, se obtiene la curva exacta de cantidad de movimiento-tiempo durante el contacto, sumando esta cantidad de movimiento inicial a la suma de productos entre fuerza por tiempo (impulso).

**II** Determinación de fuerzas por registrador de aceleraciones: A menudo no es posible utilizar un registrador de fuerza por razones técnicas (es demasiado grande o pesado y desvirtuaría los resultados buscados). entonces, se dispone con el registrador de aceleraciones, de un método de medición que aprovecha el contenido de la primera Ley de Newton.

Principio de funcionamiento: Un registrador de aceleraciones determina la aceleración de una masa en base a la inercia de dicha masa. Puede ser de construcción pequeña y de un peso inferior a 10 Newtons. Los aparatos electrónicos conectados con él aportan valores de tensión proporcionales con la aceleración efectuada.

Método de medición: El registrador de aceleraciones se monta en aquel lugar donde se requiere saber la aceleración. Según la complejidad y la problemática del movimiento, elegimos un registrador de aceleraciones uni o pluri-dimensional. Este último mide las aceleraciones presentes en diferentes direcciones.

Si la dirección de un movimiento no está exactamente definida se ha de grabar el movimiento con el fin de analizar exactamente las aceleraciones. La situación del registrador de aceleraciones ha de diferenciarse claramente en la película (esto es por la velocidad de captura de imágenes).

Análisis: Según el registrador de aceleraciones empleado, se obtiene las curvas de aceleraciones en una o varias direcciones. La aceleración resultante es igual a la suma vectorial de las aceleraciones parciales. Dado que fuerza/acceleraciones la relación entre sí a través de la masa en función del factor de proporcionalidad, la fuerza que actúa sobre el cuerpo es igual al producto de su masa por su aceleración. También aquí se ha de integrar la curva fuerza-tiempo para determinar el impulso fuerza, igual que en el análisis de las curvas fuerza-tiempo del registrador de fuerza.

Para conocer la dirección de la fuerza en el espacio se ha determinado en cada momento la situación del registrador de la aceleración mediante una toma filmográfica. Esto se requiere por dos razones: Por un lado, los registradores de aceleraciones sólo miden una dirección y, por otro, se ha de eliminar la influencia de la aceleración gravitatoria sobre el resultado de la medición.

**REGISTRO FILMOGRAFICO**

Desde hace muchos años se ha venido utilizando la filmación de películas cinematográficas para estudiar los ejercicios deportivos. Este medio ofrece grandes ventajas para poder analizar de manera científica las técnicas empleadas por los atletas en todas las fases de sus ejercicios. También viene a ser un medio de demostrar los principios mecánicos implicados en las competencias atléticas.

Mediante el análisis directo o indirecto de las películas cinematográficas es posible determinar la dirección del movimiento, relacionados con los del cuerpo, la velocidad, la fuerza, la distancia, los ángulos, las condiciones de equilibrio, etc. Sin embargo, para obtener resultados precisos uel análisis filmográfico es necesario seguir ciertos principios básicos.

El Dr. Thomas K. Cureton, Jr. hizo una gran contribución, estableciendo los métodos y principios necesarios para el análisis cinematográfico; y además la aplicación de estos principios a varias actividades deportivas (1939). ( 6 )

La técnica para la grabación actual a través de una videocámara de 8 mm no es difícil. El análisis de cualquier actividad deportiva de mucha velocidad o precisión nos dá un valor invaluable. Las mediciones hechas en el cuerpo humano en acción han tenido un error experimental de menos 1% y esto ha hecho — que tenga un número ilimitado de aplicaciones. ( 6 )

Cuando se hacen mediciones de velocidad y fuerza de una forma indirecta se hacen mediante cálculos de fórmulas físicas. Por tanto, sería medir la distancia recorrida por el cuerpo o por el objeto que es estudiado y se cuente — con el número de cuadros o exposiciones de la película que ha ocupado la acción.

El procedimiento normal para medir el tiempo es filmar un objeto que cae en el mismo tiempo mientras que se desarrolla la acción; otra forma aproximada de hacerlo es la obtenida con un cronómetro. ( 6 )

Memery y Cornell aplicaron datos cinematográficos a las fórmulas aplicables a los tiros de bala y dedujeron importantes principios para este deporte. Hay muchas aplicaciones e interesantes, por ejemplo, la velocidad de despegue al saltar y correr refleja la efectividad de la aplicación de la potencia. Las mediciones - filmográficas han permitido obtener una serie de datos con los cuales se han elaborado ecuaciones predictivas. ( 6 )

Knight y Hepp, hicieron un análisis en relación al arranque de pista mediante una combinación del análisis filmográfico y la medición eléctrica. Harris, realiza un análisis interesante de la elevación sobre la barra. "Un buen trabajo del análisis de películas es aquél en el que se determinan los cambios del centro de gravedad" . ((6)).

**III** Determinación de fuerzas en base a una toma filmográfica : Si no es posible utilizar registrador de fuerza, plataforma dinamométrica o registrador de aceleraciones para la determinación de fuerzas, sólo se podrán deducir las fuerzas en base a una toma filmográfica cuidadosamente realizada conjuntamente con un análisis posterior exacto.

Principio de Medición : La medición se basa en las leyes del movimiento y en la 2da. ley de Newton. Las leyes del movimiento establecen la relación entre las curvas espacio-tiempo y, conociendo la masa de un cuerpo, podemos hallar —



las fuerzas que actúan sobre él a través del axioma fundamental de la mecánica.

Método de medición: Una o varias cámaras de video graban el movimiento - que nos interesa. El análisis posterior será más exacto y detallado cuanto mayor sea la frecuencia de imágenes de la cámara y cuanto mayor sea su formato de imagen. Para un análisis correcto se ha de conocer la frecuencia de imágenes y ha de haber la posibilidad de transferir las coordenadas del espacio a través de un sistema de puntos claves también filmados. Además, es importante conocer todas las masas de los cuerpos afectados por las fuerzas.

Análisis : El análisis para obtener las coordenadas se efectúa de la - manera mencionada ya con anterioridad. Una doble integración de las coordenadas en función del tiempo (hallar la variación de la función espacio tiempo - en los intervalos de tiempo más pequeños) conduce a la aceleración. Las fuerzas aceleradoras se hallan con la ayuda de la información de masas, frecuencia de imágenes y escala de reproducción. (4)

El análisis gráfico cuantitativo del movimiento humano requiere de la toma del tiempo de los ángulos los cuales muestran una configuración y orientación corporal específica. Cuando estos ángulos son obtenidos desde - una filmación del desempeño puede ser usado para evaluar la precisión de un modelo de simulación. Se presenta un método para determinar la orientación de los ángulos y sus radios cambiantes en los datos filmados. Esta escena utilizada comprende la sincronización de los datos obtenidos con la toma de - 2 videocámaras, la determinación de las 3 coordenadas dimensionales de los centros articulares, el cálculo angular de una secuencia de los valores de seno-coseno y la curva apropiada de 5 ángulos utilizados en una figura. Para cada escena, otras aplicaciones posibles se discutieron los procedimientos

tos originales, presentados para obtener la estimación de los errores individuales de ambos datos filmados y ángulos calculados para permitir un automatismo apropiado en la figura proyectada para interpolar, diferenciar, y derivar la historia del tiempo de un ángulo como una función continua de una secuencia de valores de seno y coseno. El método es aplicado al salto mortal de frente con giros y el error promedio estimado de la orientación de 17 ángulos fué obtenida cada 2.1 grados. (10)

Características cinéticas y cinemáticas en el desempeño en la plataforma de 10-m en saltadores de Clavados Elite: Despegue de dorso. Se analiza el patrón de fuerzas de reacción en la plataforma de 29 hombres y 26 mujeres en los V campeonatos mundiales en el despegue del salto de trampolín en posición de dorso. Los mayores cambios ocurridos en el momento lineal y angular - ocurren el periodo final de la aceleración ascendente. Durante esta fase de carga final se registraron las máximas reacciones verticales de 3-4 veces - el peso corporal y la máxima reacción horizontal en la dirección de la "pro-pulsión" de 0.5 (la mitad) del peso corporal. El momento de reacción vertical a la plataforma con respecto al centro de gravedad, fué dominante facilitado por la rotación hacia atrás, fué opuesto al momento del componente horizontal. El contacto final con la plataforma y las velocidades verticales altas fueron más evidentes para el salto de dorso que para el salto mortal múltiple de dorso, y para el desempeño del salto en el pliegue que en el pico, y en pico que en la posición erguida (derecha). (1) — Aplicable al contexto de esta investigación se muestran las relaciones de Fuerzas-Newtons en forma tridimensio-nal y curvas gráficas específicas de cada saltador —.

**CENTRO DE GRAVEDAD**

El centro de gravedad es un punto imaginario alrededor del cual se equilibra el peso de los segmentos de un cuerpo en cuanto a su propiedad de rotar teniendo como eje de giro a dicho punto. Se puede confundir con el punto que señala la mitad de la distribución de masa, sólo que sin rotación sino sólo sujeto a gravedad. En este caso no importará la colocación de los segmentos ya que no se producen rotaciones y sólo se detecta su peso en sentido vertical. ( 1 5 ) .

El objetivo de determinar el centro de gravedad es conocer la distribución de la masa segmentaria en diferentes posiciones. En el estudio de la dinámica del salto vertical está indicada la determinación del centro de gravedad en posición de descenso máximo previo al impulso y en posición de inicio al despegue.

Todo cuerpo que se apoye o se suspenda de un punto, para que se conserve en equilibrio, debe mantener distribuida su masa de manera que los efectos rotadores de cada segmento se equilibren con los del lado opuesto. La línea vertical que pasa por el punto de apoyo o de suspensión pasa por el C.G.. Cada partícula del cuerpo en cuestión genera una palanca que puede provocar un movimiento de rotación y que tiene el valor producto de la masa por la distancia ( $m \cdot r$ ). En el cuerpo humano cada segmento tiene una cantidad de masa y se encuentra a una distancia de la línea que pasa por el C.G. Su producto es el valor de la torca. Toda partícula situada sobre la línea de gravedad no generará torca, es decir, no es capaz de producir rotación. Todo cuerpo apoyado o suspendido, manifiesta su peso sobre una línea vertical, que pasa por el C.G. Si se coloca un individuo en decúbito sobre una plataforma horizontal, su peso se transmite por una línea vertical que pasa por su C.G. Si conocemos su talla en posición neu-

tra, podemos calcular la localización exacta de ese punto. Si conocemos el valor de la torca del dinamómetro y el sistema está equilibrado, entonces - la torca generada por el peso del individuo en kg por la distancia del eje de giro de la plataforma utilizada en el Departamento de Biomecánica de la U.N.A.M. y la localización del centro de gravedad del sujeto ( $r$ ) tiene el mismo valor  $D \times 1.72 = \text{PESO por "r" de donde:}$

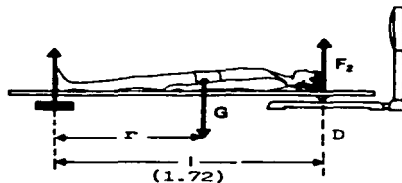
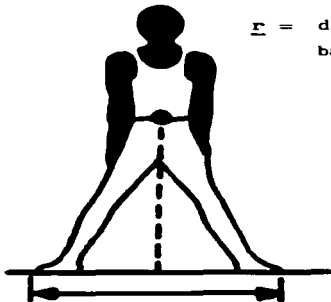
$$r = (D \times 1.72) / P$$

NOTA: El valor 1.72 es la long. del eje de la plataforma triangular.  $D \times 1.72$  es el brazo de palanca que genera la plataforma y la fuerza generada en el extremo de la misma y de el dinamómetro.

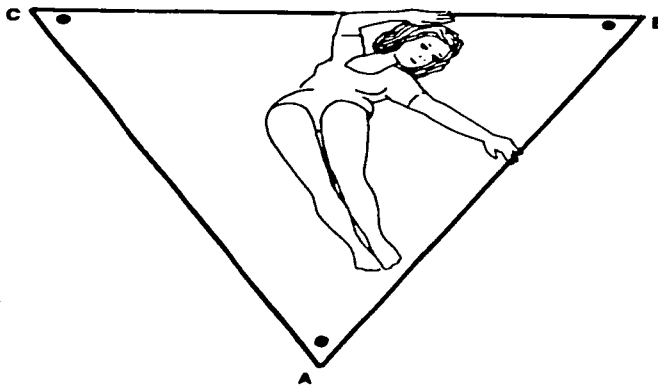
Si el sistema está en equilibrio:

$$D \times 1.72 = \text{PESO DEL SUJETO} \times r$$

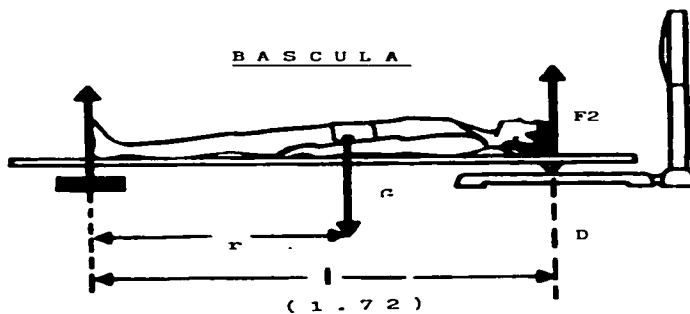
$r$  = distancia de la base del triángulo (bisagra de la balanza) al punto en el que se localiza el c.g.



( 1 8-bis )



PLATAFORMA TRIANGULAR PARA LA DETERMINACION DEL C.G.



### DEFINICION DEL PROBLEMA

Se ha buscado la manera de estudiar los ejercicios deportivos mediante la grabación por video, para demostrar los principios mecánicos implicados en el movimiento deportivo-competitivo. Los métodos utilizados para medir la fuerza se basan en el uso de la plataforma de impulsos que junto con los programas actuales de cómputo se pueden analizar las fuerzas implicadas en la diversidad del movimiento, enfocadas en la optimización del salto vertical que desarrollan los deportistas. Mediante estos dos procedimientos se pretende correlacionar la fuerza utilizada con diferentes técnicas de salto vertical analizando así, las características de imágenes mostradas por video y las gráficas de fuerza involucradas.

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿ Cómo interpretar una gráfica de salto vertical en relación a las acciones específicas durante su ejecución ?

¿ Existe alguna técnica ideal en la optimización del salto vertical según las diferentes disciplinas deportivas que lo utilizan ? y, para este estudio, disciplina: ATLETISMO ?

### JUSTIFICACION

En la actualidad no hay una descripción directa en la bibliografía revisada en la interpretación del Salto vertical en cuanto a sus acciones específicas y la producción de las fuerzas que intervienen en el mismo.

Es indispensable contar con esta interpretación para detectar las características con las que el atleta las realiza y fundamentar con ello programas de entrenamiento. Más aún para investigar el movimiento utilizado y analizar su comportamiento.

**HIPOTESIS**

**I** La eficacia del Salto Vertical depende de una mayor aplicación de fuerza vertical y de una técnica de ejecución específica.

**II** Los métodos de evaluación por videocámara y plataforma de impulsos nos permitirán tener un mejor análisis de la acción de las fuerzas y su efecto dinámico en el Salto Vertical.

**OBJETIVOS :**

- \* GENERAL.- Establecer un procedimiento de análisis de correlación de imágenes y la plataforma de impulsos.
  
- \* ESPECIFICOS:
  - 1) Describir imágenes de video según la posición de los segmentos corporales y las fases del movimiento.
  
  - 2) Relacionar imágenes/gráficas/tiempos y c.g.
  
  - 3) Analizar el desplazamiento de las fuerzas según la técnica del salto vertical utilizada.
  
  - 4) Determinar en el sistema de coordenadas, dónde se realiza mayor aplicación de fuerzas (Newtons).

V A R I A B L E S

DEPENDIENTE: Fuerza vertical  $F(z)$   
cambios en su valor con respecto a:

- INDEPENDIENTE:
- 1.- Cambios de posición
  - 2.- Tiempo de aplicación
  - 3.- Comportamiento gráfico
  - 4.- Localización del C.C.
  - 5.- Altura del salto



**PROCEDIMIENTO:**

■ SUJETOS ■

FECHA DE REALIZACION: Noviembre 1995 a  
Febrero 1996.

El estudio se realizó en 30 Atletas del Equipo Representativo Universitario de alto rendimiento, hombres y mujeres en edades de 14 a 19 años, en la disciplina de Atletismo. Esto se llevó a cabo en la -- Subdirección de Investigación y Medicina del Deporte en el Departamento de **BIOMECANICA**: en donde los atletas realizaron diferentes técnicas de Salto Vertical en la Plataforma Electrónica de Fuerza, -- así como una técnica estandarizada para todos. La vestimenta fué -- mínima: traje de baño, calcetas y tenis para hombres; adicionando "top" en caso de las atletas mujeres. Se les identificaron 06 -- puntos anatómicos a nivel de articulaciones (hombro, codo, muñeca, cadera, rodilla, y tobillo, e inclusive centro de masa) como puntos de referencia para su grabación del movimiento en forma segmentaria que deberán visualizarse fácilmente en la proyección lateral derecha durante la grabación ; utilizando para su mejor visualización -- tape adherible y fluorescente.

■ TIPO DE ESTUDIO ■

Observacional, Analítico, Prospectivo y Transversal.

■ CRITERIOS DE INCLUSION ■

1. Atletas de alto rendimiento de la disciplina de ATLETISMO de la categoría: Juvenil Mayor y pertenecer al equipo representativo de la U.N.A.M.
2. Tener entrenamiento sistematizado de por lo menos un año y sin interrumpir más de un mes.
3. Entrenamiento semanal de más de 8 horas.

■ CRITERIOS DE EXCLUSION ■

1. Los que no asistan a la fecha de evaluación
2. Mala impresión Gráfica o Imágen de Video borrosa.
3. Los que tengan alguna lesión (osteomioarticular) que altere la ejecución del salto.

■ METODO ESTADISTICO DE EXPRESION ■

Y ANALISIS DE RESULTADOS

1. Gráficas, Imágenes Posturales.
2. Acetatos, captura de pantalla
3. Imágenes de movimiento en video - gráficas de plataforma de fuerzas.
4. Gait Analysis (Valores Máx./Min. Fuerzas y Torcas).

RECURSOS HUMANOS

- (1) Investigador
- (1) Técnico (a) capturista
- (2) Asesores (estadística-informática)
- (1) Asesor de Biomecánica

RECURSOS MATERIALES

EQUIPO MEDICO:

1. Plataforma de Fuerzas (ANTI)
2. Somatograma (1.5 X 3.0 m).
3. Cronómetro electrónico (milésimas de segundo)
4. Plataforma Triangular para determinación C.G.

EQUIPO FOTOGRAFICO DE VIDEO:

- (1) Cámara MINOLTA 5010 con telefoto
- (1) Video-cámara de 8 mm. Handycap - Sony
- (1) Video grabadora formato "B" ó "VHS"
- (1) Televisor de 8" a color
- (1) Tri-pie
- (1) Regulador de corriente

EQUIPO DE COMPUTO:

- (1) Computadora 386-486 SDX con monitor a color
- (2) Disquettes 2-HD
- (1) Software BEDAS - CAG - AMTI
- (1) Software: Procesador de palabras, hoja de cálculo, Estadístico.
- (1) Impresora a color (láser)

MATERIAL DE CONSUMO:

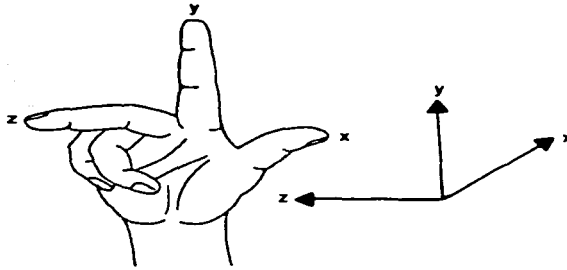
- Papel de Impresora
- Acetatos
- Cassettes de video
- Cintas de video 8 mm.
- Bandas Tape

**COLECCION DE DATOS Y PROCESAMIENTO**

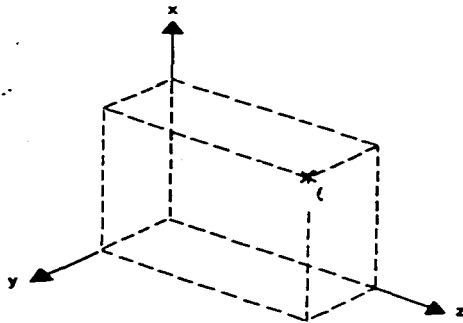
Los datos de los saltos verticales realizados se obtuvieron de a) plataforma de reacción de fuerza-tiempo, b) registro de video de cada uno de los atletas según las diferentes fases del vuelo: (1) posición previa, (2) inicio del impulso (descenso); (3) fase media y final del impulso en piso (ascenso con apoyo); (4) tiempo de vuelo y (5) tiempo de caída y recuperación. (Ver diagramas de resultados).

■ PLATAFORMA ELECTRONICA DE FUERZA .- Modelo AMTI (Advanced Mechanical Technology Incorporation, 1992), mide 50.8 X 46.0 cm, instalada en una superficie de metal de 2.85 X 1.50 m en el laboratorio de Biomecánica. Aplica un programa llamado CAG (Computer Automated Gait Analysis). Incluyendo varios subprogramas que se ajustan a los requerimientos de cada prueba. Aislada en sus 4 lados y cubierta de un material resistente; en la que las fuerzas actúan sobre 3 direcciones espaciales: FX = eje horizontal, movimiento principal, fuerzas laterales izquierda-derecha; FY = eje horizontal, perpendicular al eje x, impulso adelante atrás; FZ = eje vertical, perpendicular al plano terrestre, dirección contraria a la gravedad. además, las TORCAS = se registran sobre eje z, nos indica que tanto gira y el sentido del giro. Su medición se obtiene por el tiempo de contacto con la plataforma y la curva de fuerzas de reacción. Su registro se efectúa en cada momento a través de un transformador análogo digital en conexión con la computadora. Analizamos así cómo varía la cantidad y la magnitud del movimiento (curva: fuerza-tiempo y área encerrada en la curva, y la fuerza-tiempo y la línea 0, respectivamente).

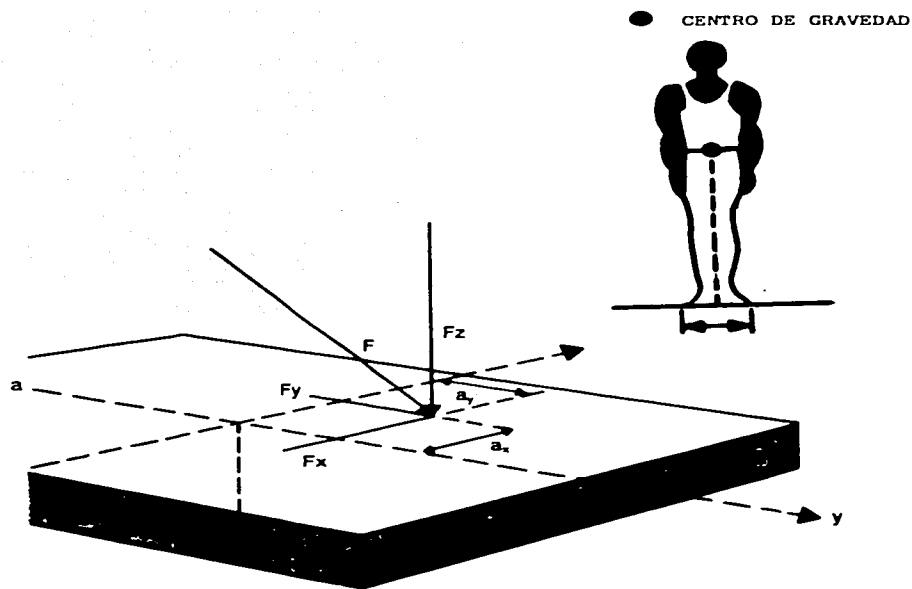
Este proceso se lleva a cabo eligiendo el programa CAG y se coloca el disquete del deporte: "ATLETISMO/TEISIS". Registrando el inicio de la prueba sin el peso del deportista; después su peso; la altura máxima de impulso en piso; se -



SISTEMA DE COORDENADAS GIRATORIO A LA DERECHA



SISTEMA CARTESIANO DE COORDENADAS



x, y, z - Ejes espaciales de la plataforma de fuerza

$F_x, F_y, F_z$  - Componentes de la fuerza ejercida  $F$

$F$  - Fuerza ejercida

PLATAFORMA PARA MEDIR LA FUERZA Y MAGNITUDES DE MEDICION

Este proceso se lleva a cabo eligiendo el programa CAG y se coloca el disquette del deporte: "Atletismo/Resis". Registrando el inicio de la prueba sin el peso del deportista; después su peso; la altura máxima de impulso en piso; se indica al sujeto efectúe los saltos con su máximo esfuerzo (según estandarización); los datos personales del deportista y la altura del salto. Finalmente, su almacenamiento (salvar) en memoria y posterior impresión.

De la gran cantidad de información cuantitativa y gráfica que nos proporciona, se selecciona una parte significativa para darnos una calificación de la ejecución que estará dada por la morfología de la curva desarrollada por la técnica de salto utilizada.

**REGISTRO FILMOGRAFICO:** Se utiliza una video-cámara de 8mm marca HANDICAP-Sony - DC-2 . El eje óptico de la cámara está colocado en paralelo a la superficie de la plataforma distante a 5.65 mts. del somatograma y a una altura de 1 m. Esta cámara está conectada a una línea de corriente alterna. Además el ángulo óptico de la cámara fué calculado según la distancia del somatograma. (Ver diagrama).

De esta manera grabamos el movimiento que nos interesa para el salto vertical. Su análisis será más exacto cuanto mayor sea la frecuencia de trabajo de la cámara y mayor sea su formado de imagen (esto será apoyado con un sistema de iluminación fotográfico especial). Conociendo la frecuencia de imágenes (1/30 seg) y transfiriendo las coordenadas de la imagen a las coordenadas del espacio a través de un sistema de puntos anatómicos (ya referido) también grabados. Además, -



de conocer las masas de los cuerpos afectados por las fuerzas. Su análisis para obtener las coordenadas se efectúa de una manera convencional cuando integramos las coordenadas en función del tiempo.

El video-tape de la cámara es convertido, posteriormente, a un formato Beta o VHS para realizar el análisis cuantitativo y cualitativo de los saltadores para saber qué movimientos realiza con respecto al AMTI.

■ SOMATOGRAMA : Tiene una estructura tubular de PVC unido en sus 4 lados dando una forma rectangular , siendo de material plástico; con dimensiones de 3.0 X 1.5 m. y "armellas" colocadas cada 0.084 m largo y ancho en donde se colocaron, también, hilos de nylon a tensión (colores contrastantes al fondo blanco), utilizados en el cuadrículado del somatograma y ajustados matemáticamente (trigonométrica). Colocado entre la cámara a 5.65 m y a 45 cm de la plataforma de impulsos (cubierta azul).

La fórmula utilizada:

**Tang  $\theta$  = sen/cos**

**Inv Tang**

$$\text{Tang } \theta = \frac{0.5}{5.65}$$

$$\frac{1}{5.65} = 0.176$$

$$\text{Tang } \theta = \frac{\text{sen}}{\text{cos}} = \frac{(x)}{4.75}$$

$$\text{INV. TANG.} = 10^\circ$$

$$10.036 \times 4.75 = 0.840 = \text{tamaño cuadrículado somatograma.}$$

(Ver Diagrama)

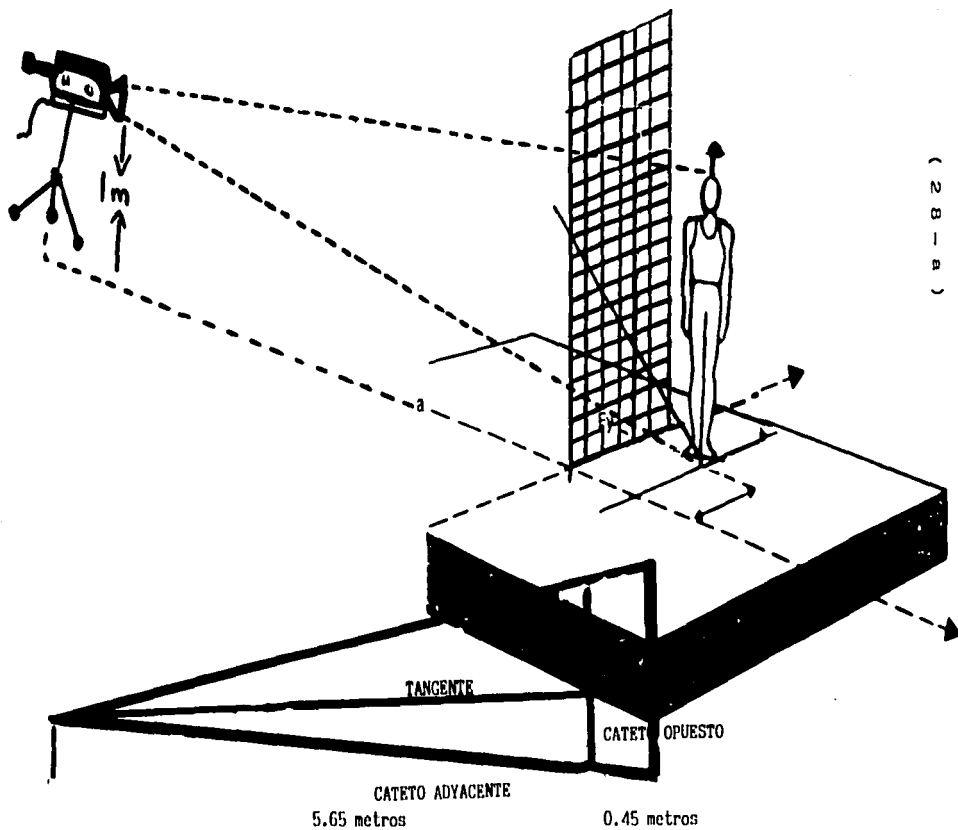


8.4 cm 10 cm

VIDEO CAMARA

SOMATOGRAMA

PLATAFORMA DE FUERZAS



■ CRONOMETRO ELECTRONICO : este instrumento nos permite registros hasta milésimas de segundo con gran precisión. Siendo útil en la correlación - de tiempos tanto para la plataforma de fuerzas como para la videocámara. Su sistema digitalizado, es amplificado a través de una lupa rectangular de 8 X 15 cm que nos permitirá visualizar mejor los números a la distancia correspondiente de la videocámara. El mecanismo de su activación es a través de un interruptor de pulso de dos polos que está conectado con un cable a su circuito de corriente. Se realizará el disparo al mismo tiempo que se ejecute la acción al teclado del programa CAG de la computadora.

■ PLATAFORMA TRIANGULAR PARA DETERMINAR CENTRO DE GRAVEDAD: Este aparato consta de una plataforma triangular que mide 2.0 m por lado y en consecuencia 1.72 m de altura. En dos esquinas consta de sensores piezoeléctricos dinamométricos que registran la presión ejercida en forma independiente y - se lee en un monitor de kilos fuerza. El borde de opuesto a cada sensor es a una distancia de 1.72 m en una línea recta perpendicular al centro de dicho lado. Todo este borde, para fines prácticos, funciona como una bisagra o eje de apoyo para la torca correspondiente. Se generan dos torcas: A y B y las fuerzas aplicadas sobre ellas se leen en sus respectivos extremos.

La importancia de su determinación es grande si consideramos que en todo momento hay relación con las fuerzas que intervienen en toda acción deportiva. Cuando el cuerpo tiene un apoyo externo, las fuerzas que lo desplazan generalmente se dirigen del punto de apoyo al centro de gravedad. Cuando el

cuerpo se encuentra en el aire o en el agua, el CG es el punto de apoyo para todas las fuerzas de los segmentos.

Procedimiento Normal: (1) se coloca al sujeto sobre la plataforma de manera que la planta del pie quede al nivel del eje de giro y sobre la línea perpendicular central del mismo eje. (2) La posición normal extendida en decúbito dorsal, con miembros extendidos y paralelos al tronco. (3) Se indica inmovilidad completa. (4) Se lee el valor registrado en la pantalla del equipo. (5) El cálculo ya anotado lo realiza el programa de cómputo general. Para el caso de este estudio se propuso utilizar el registro del CG en las posiciones de máxima flexión.

Obtenidas las imágenes grabadas y las características de los segmentos articulares, se extrapolan al video de la T.V. y capturándose éstas en acetatos (cada 1/30 seg.), para posteriormente ser analizadas según las diferentes etapas de movimiento en el Salto vertical.

Finalmente, correlacionar las imágenes del video y los de la plataforma de fuerzas, identificando así que punto de las curvas de fuerzas les corresponde el movimiento articular de cabeza, tronco superior e inferior, así como la posición de las extremidades y su relación con el momento angular.

ANALISIS DE DATOS

El software BEDAS-2, presenta 3 programas, cada uno dedicado a diferentes tipos de análisis: 1) CAG (paso), 2) CAS (estabilidad) y 3) PWR (potencia). Utilizando para éste fin, el primero.

En el análisis cuantitativo de la plataforma electrónica de reacción fuerza/tiempo de la AMTI se incluyeron los valores de fuerza máxima, mínima y promedios utilizados en la aplicación de fuerzas tridimensionales ( $F_x$ ,  $F_y$  y  $F_z$ ) y torcas ( $T_z$ ), obtenidos del " GAIT ANALYSIS " (CAG). Dada la gráfica se realizó el análisis cualitativo identificando los puntos de las curvas aplicadas según las diferentes fases de tiempo de los movimientos articulares de la cabeza, tronco, extremidades inferiores y superiores, de acuerdo a las diferentes técnicas del salto vertical; que también, fueron identificados para correlación en las imágenes filmadas por videocámara.

La cinemática del cuerpo se realizó en función del movimiento lineal y angular del cuerpo en base a las líneas de referencia del somatograma con la proyección de grabación hacia la plataforma de fuerza (describiendo los movimientos, representándolos en relación a espacio y tiempo de forma geométrica).

Los momentos de inercia, de fuerza y angular como parte de los fundamentos dinámicos de las rotaciones no fueron analizados como el propósito fundamental de este estudio pero, pudo haber sido estimado calculando el impulso angular con respecto al centro de gravedad donde las fuerzas verticales

y horizontales están en correspondencia a la posición del cuerpo obtenidos de los datos según las fases sucesivas del video. El momento angular al inicio del despegue está en cero y, consecuentemente, el impulso angular - generado por el contacto con la plataforma se le adiciona un momento angular relativo al centro de gravedad durante la fase de vuelo del salto.

Se debería de interrelacionar la fuerza, velocidad, aceleración, potencia y trabajo con la plataforma de fuerzas y la grabación de imágenes con video-cámara. Aunque solo aquí, describimos las bases razonables en las que participan los diferentes atletas en las 5 fases del movimiento (periodos de tiempo) según las técnicas utilizadas (leve flexión, semiflexión y máxima flexión con la variedad: "salto rana" y "salto atrás") junto con los componentes de las fuerzas de reacción vertical/horizontal de la plataforma y la correlación de imágenes capturadas por video. Estableciendo así, el significado funcional para determinar la optimización del movimiento en el salto vertical. Analizamos de esta manera los cambios de la cantidad y cualidades del movimiento.

R E S U L T A D O S

En este estudio participaron 30 atletas de un universo de 50 de ellos de la disciplina de ATLETISMO, categoría juvenil mayor, del equipo representativo de la U.N.A.M., cumpliendo además, con los criterios de alto rendimiento y entrenamiento sistematizado. Las edades oscilaron entre 14 y 19 años. Fueron eliminados 7 atletas por no tener una buena impresión gráfica o por falla en la imagen de grabación; quedando sólo 23 atletas, de los cuales 12 fueron del sexo masculino y 14 del femenino. Esto es: 60%;

A cada uno se les identificó y explicó el propósito del estudio. Se les mostró la técnica de salto vertical a utilizar así como la aplicación de las pruebas en plataforma de fuerza electrónica y las imágenes de filmación por video.

F A S E I (POSICION PREVIA O NEUTRA, ("INITIAL WEIGHTING"))<sup>\*</sup>.— Se hizo lo posible para que el atleta adoptara la postura correcta, es decir, una distribución equilibrada de su peso, desde la cabeza a los pies. Significando, — que: a) cabeza y cuello estaban centrados entre los hombros, la cabeza vertical y la barbilla paralela al piso; b) los hombros, erguidos, pero sin rigidez, en la misma línea horizontal; c) pecho, bien sostenida, sin exageración; d) — pelvis y abdomen, el vientre no debe estar caído hacia adelante, sino más bien contraído. Las nalgas sin saliente hacia atrás; e) rodillas, ni flexionadas ni hiperextendidas; f) tobillos y pies, la pantorrilla y el pie formando un ángulo recto. Los pies, paralelos entre sí.

\* INITIAL WEIGHTING = inicio de la aplicación del peso en la plataforma.

" Una postura deficiente requiere un constante esfuerzo muscular para compensar la falta de equilibrio " . ( 6 ) . ( Ver gráficas/torcas )

El peso corporal obtenido desde el primer contacto con la plataforma, fué casi similar a la cantidad F (N) del registrador de la plataforma previo a la ejecución del salto vertical. ( Ver gráficas y análisis de imágenes ).

F A S E I I . ( INICIO DEL IMPULSO ).- Corresponde a la fase de tiempo utilizada por algunos autores como el "mayor sub-peso" ( depresión o c-beta en la curva ). La magnitud de la reacción de la fuerza vertical ( Fz ) de la plataforma es más baja que el peso corporal. También, referida como una fase de aceleración negativa; que coincide como respuesta del componente horizontal ( Fy ) en forma bipolar de frenado al máximo negativo y de propulsión. Esta se modifica al elevar u oscilar los Ms. Sups. previos al descenso. Además, es posible que queden involucrados los puntos de apoyo del pie: talón metatarsianos (pequeño resorteo). Se le ha considerado como la fase previa del descenso de brazos y flexión de tobillos, rodillas y cadera. Esta característica se aprecia en la mayoría de las gráficas e imágenes de los atletas, y menos, en los atletas Núm. 5, 6, 8, 13, 23 y 24.

F A S E I I I .- ( INICIO DE ASCENSO/DESCENSO DEL CUERPO ).- Esta fase se manifiesta como reacción del componente vertical ( FZ ), inicio de la cresta ascendente de la curva de morfología uni o bimodal; ésta irá acompañada, también, por una reacción del componente horizontal ( fy ) con fase de frenado ( + ) ( acción ), principalmente. Esta irá disminuyendo hasta alcanzar una transición con la fase de propulsión ( - ) para coincidir con el pico máximo de la primer cresta de la morfología bimodal, es decir, la máxima aplicación de F ( N ) en Fz.



Siendo además, la llamada fase de "máxima flexión cadera/rodilla" para las morfologías bimodales tipo (+).

Estas últimas, son las que nos muestran crestas altas y simétricas - por efectuar la flexión máxima y duplicar u triplicar el peso corporal (2.18 a 2.92 veces) en Newtons Fuerza, comparadas con las de la fase neutra o previa. (Ver imág./graf. Atletas Núm. 4, 11, 12, 13, 17, 18 y 25). Se debe de - hacer énfasis en donde las crestas iniciales de una morfología bimodal son mucho más altas por la proyección y utilización que le dan las extremidades superiores atrás y arriba, aunado a la máxima flexión tronco, cadera/rodilla. (Atletas núm. 11 y 12). La rama descendente de la primera cresta, coincide - con el inicio de una Fy de propulsión (-), que al llegar a su pico máximo (-) coincide con la meseta o hendidura entre crestas bimodales. (Ver gráficas de Atletas Núm. 5, 10, 11, 17, 18, 25 y 26).

En algunos otros casos el nivel máximo de la cresta coincide con la transición de: disminución de frenado e inicio de propulsión (casos de atletas: 4, 5, 6, 8, 10, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 y 26), que nos dan - una "imagen en espejo". Otros, con los picos de máximo frenado (Atletas No. 7 y 12). Finalmente, que coincida cuando hay transición de: disminución de la propulsión e inicio del frenado (Atletas Núm. 11 y 25).

Posiblemente todos los cambios anteriores de esta meseta esté dada por el movimiento articular del tobillo y sus puntos de apoyo en la plataforma, así como el tronco y extremidades superiores iniciando el ascenso. Y, estará más influenciado si la ejecución es semi o máxima flexión, de aquí su -

presentación morfológica sea bimodal (+) o bimodal (-).

Para los casos que utilizaron la técnica de leve flexión o semiflexión con la 'técnica de rana' la aparición de la depresión se describe igualmente en lo dicho con anterioridad; y, su cresta máxima (Fz) coincide con un pico de máxima propulsión (-), formando una "imagen en espejo". Podemos apreciar las mayores aplicaciones F (N) verticales cercanos a triplicar ó más el peso corporal. (ver casos Atletas Núm. 9, 14, 16 y 22).

La presencia de la segunda cresta bimodal, como la aplicación de F (N) vertical (Fz) casi siempre se le relaciona como la fase de reacción/propulsión del componente horizontal Fy, dándonos una "imagen en espejo" de forma y magnitud igual o menor. Esto nos caracteriza la fase de ascenso del cuerpo hasta ir disminuyendo la fuerza de aplicación vertical en la plataforma hasta terminar, previo a la fase de despegue. Sus valores máximos de aplicación - F (N) vertical (Fz) cuando son bimodales (+) nos dan valores mayores a 2.5 veces el peso corporal y además se realiza con la técnica de flexión máxima; y en el caso de bimodales (-) los valores de éstos picos máximos son inferiores a 2.5 veces el peso corporal, y son realizados con técnica de semiflexión.

Señalando aspectos de interés, para el entendimiento de este análisis, agregaremos que, la fase de frenado (+) Fy está dado por el descenso de cabeza, tronco y flexión de cadera-rodilla y finalmente, la acción talo-metatarso. Y, que para la fase sucesiva de reacción/propulsión (-) Fy, éstas mismas zonas o puntos articulares actuarán de una manera recíproca. (3a. ley NEWTON).

Para el tipo de curva: unimodal (cresta única), bimodal (dos crestas), con crestas altas, picudas o bajas y anchas dependerá si la ejecución del salto se realice con flexión leve, semiflexión o flexión máxima. También, si el ascenso/descenso es rápido es rápido y/o lento. Además, la simetría o no de estas curvas dependerá de la postura adoptada por el tronco (en la mayoría de los casos el movimiento de Ms. Sups. acompaña a la posición del tronco). Pero más aún, estará dada por una buena ejecución bipolar de frenado/propulsión (Fy) (Ver imág./gráf. atletas 11, 12 y 20).

Con respecto a la relación existente entre la articulación cadera/rodilla (R C/R) y el desplazamiento tronco-cabeza; en la primera, los niveles de flexibilidad están dados por la distancia que hay entre éstas (característica mostrada en el análisis de imágenes representadas en forma de barras). Para la flexión máxima la R C/R es menor de 15 cm; para semiflexión de 15-25 cm; y para flexión leve, mayor de 25 cm. Por lo tanto. El límite de flexibilidad articular cadera/rodilla ("maximum hip and knee flexion"), será la que nos determine principalmente la morfología de las fuerzas aplicadas en F(z). Para que sean bimodales (+) ó (-), unimodales (mayor o menor de 45°), o polimodales. La variedad de éstas, estará relacionada por la R T/C (erguido, semi o máxima flexión); así también, con el movimiento de las extremidades superiores (adelante-arriba, abajo-atrás-arriba).

Podemos obtener morfologías bimodales (+), con flexión máxima o semiflexión; en la primera, estará representada básicamente por la angulación que realiza el tronco (menor de 45°) y al acompañamiento en la ejecución que hacen los Ms. Sups. (Ver imág./gráf. Atletas No. 4, 11, 12, 13, 15 y 17). Por o-

tro lado, las que son de morfología bimodal (-), se realizaron en semiflexión con un rango de movilidad articular distante R C/R (20-25 cm) con una mayor - angulación del tronco (más de 45°). (Ver análisis de imág./gráf. Atletas Núm. 7, 8, 10, 21, 23). Las imágenes gráficas polimodales (Atletas Núm. 5, 6 y 20) se deben a movimientos oscilatorios (o de columpiamiento) articulares de hombros-codos y apoyos del pie con frenado/propulsión. Finalmente, la imagen unimodal (cresta única) con angulación mayor a 45° presentaron una R C/R distante entre 15 y 35 cm con el tronco erguido;utilizando la técnica de salto tipo "rana". (Ver imág./gráf. Atletas Núm. 9, 14 y 16); y, las variantes donde participó el tronco ligeramente angulado y una semiflexión ("media sentadilla") - nos dará una imagen con tendencia a ser bimodal (-). (Ver imág./gráf. Atletas Núm. 10, 22 y 26) ó bimodal (+) si rebaza la semiflexión aunque la técnica sea de tipo "rana" (Ver imág./Gráf. Atletas Núm. 19 y 24). Sin embargo, la que se realiza con media sentadilla y el tronco superior en postura erguida, nos dará una imagen unimodal con angulación menor de 45°.

Los atletas que realizaron su ejecución de descenso en flexión máxima ( Ver I/G Atleta Núm. 7 y 26) con "elevación del talón" muestran un componente F(z) con muescas en la cresta ascendente al bajar el cuerpo, así, como fluctuaciones medio laterales F(x) y torcas T(z) lo que representa un nivel de gran inestabilidad en la ejecución con fuerzas de acción (frenado) "pobres" y de mala correlación de propulsión cuando coincide con picos máximos de la cresta.

Otra de las técnicas utilizadas "salto atrás" (Atletas Núm. 20 y 23), fueron ejecutados en semiflexión, presentando imagen polimodal en una y bimodal

(-) en la otra con componente favorable para  $F(y)$  en frenado y propulsión, más no así para  $F(x)$  y  $T(z)$  -- ésta técnica fué utilizada para demostrar -- otra variante de presentación morfológica en la ejecución del salto vertical, que fué observada en algunos atletas --.

Ya establecidas las características de las morfologías diversas dadas por los atletas en sus diferentes técnicas de ejecución del salto vertical, analizando las gráficas de las fuerzas/torcas v.s. tiempo y las imágenes capturadas por la video-cámara, se demostraron los valores y características que le correspondieron a la mayor aplicación de Fuerzas Newtons, principalmente en la fase de descenso máximo o submáximo que fué el propósito -- fundamental del análisis de esta investigación. (VER CUADRO (A) 1-6, "Análisis del tipo de Gráfica y Técnica de Salto"). Además, que el registro electrónico ha coincidido con el del graficado de la plataforma de fuerzas.

F A S E I V (FASE DE VUELO / ALTURA MAXIMA).-- Esta inicia posterior al despegue del contacto metatarsiano con la plataforma de reacción de fuerza en donde realiza un movimiento rápido hacia arriba como resultado de la extensión de la cadera, rodilla y tobillo (Final aplicación de peso).

El análisis de la fase de vuelo se realizó mediante los valores obtenidos del tiempo en el "GAIT ANALYSIS", se muestra la diferencia entre  $F(z)$  mínimo con el valor mínimo o máximo de  $F(x)$  o de  $F(y)$  frenado/propulsión, que -- fueron tomados como los valores más próximos al intervalo de tiempo (t) en -- la fase de vuelo (ver cuadro B). posteriormente, se extrapolan estos valores a tablas convencionales utilizadas (registrados por el cronómetro y cálculos

matemáticos) por el laboratorio de Biomecánica, encontrándose el valor  $h$  de  $v$  y de  $v^2$  (ver tabla I). Los resultados obtenidos fueron: desde el menor (0.39 seg) hasta el mayor (0.57 seg.); en su mayoría representando valores por arriba de 0.75 m. Estableciendo, que aquellos que logren un tiempo de vuelo mayor o igual a 0.44 segundos nos darán cifras mayores a 1 metro de saltabilidad, según tablas de referencia dadas. (Ver análisis de imágenes en los Atletas Núm. 6, 7, 8, 11, 12 y 13).

El tiempo de la fase de vuelo registrado en el párrafo anterior, fué dada en correspondencia al obtenido por el cronómetro electrónico - durante la grabación de imágenes estableciendo, también, la referencia del tiempo de contacto y despegue del atleta en la plataforma de fuerzas. Aquí cabe la importancia de señalar la importancia de considerar de qué punto de referencia articular se debe de tomar en cuenta para definir la altura máxima distante a la base de la plataforma. Para esto, se consideró el centro de gravedad (c.g. = r) y el desplazamiento que presentó - la misma desde su fase neutra, máxima flexión, despegue y vuelo; se explicará a continuación.

#### ANÁLISIS DEL CENTRO DE GRAVEDAD (r).

Considerado como el punto de apoyo para todas las fuerzas de los segmentos. Los registros obtenidos de la Plataforma de Triangular se realizaron en las posiciones: neutra, máxima flexión y máxima extensión de tal forma que coincidiera con las fases del movimiento. Su localización fué determinada por los cálculos correspondientes de la fórmula dada y se identifica-

ron en las hojas de análisis de imágenes (figura), respectivamente (señalada con un círculo rojo). La nominación r1= fase inicial o neutra; r2=fase de máxima flexión; r3= fase de despegue y r4= fase de vuelo (a la altura máxima). Mencionando que en el r3, se caracterizó por extensión completa de tobillos, rodillas, cadera y tronco; los primeros, sobresalieron de la medición de la plataforma por lo que se le adicionó al valor "r" de la balanza los centímetros dados.

Ya obtenido  $r = c.g.$ , utilizamos la Talla para establecer una relación de  $r / T$  para obtener el porcentaje de localización del centro de gravedad. (Ver anexo II de hojas de cálculos).

En r1, el c.g. se localizó aproximadamente 5-10 cm por arriba del punto de referencia articular de la cadera (coxofemoral) y, el r2, nos muestra una característica muy apreciable, ya que suponemos que al descender tronco/cadera/rodillas, también lo hará el c.g. (ver análisis de Imágenes Atletas Núm. 16, 25 y 26). Sin embargo, en el Atleta No. 14 (técnica en semiflexión) y Atleta No. 15 (flexión -- máxima) su localización fué diferente; en los demás se le localizó a nivel de cuello y cabeza (?). El r3 nos dió valores aproximados a 15 cm por arriba del punto de referencia.

Para poder apreciar la relación de la altura desplazada del c.g. desde la fase neutra a la de vuelo, fué representado como punto anatómico de la articulación cadera y el número de imagen de cuadro del somatograma utilizado. Se establece, primero, la altura de la cadera en las fases neutra y de vuelo, para luego restar -- ésta altura a la del c.g.; segundo, obtener el punto articular de la cadera localizado en el vuelo máximo y restarle la "posible" localización del c.g. siendo éste -- el r4. (Ver hojas de análisis de imágenes y Anexo III).

Algunos cambios apreciables, posiblemente, esten dados por las técnicas utilizadas: leve, semi ó máxima flexión; razón quizás, por la variación de los resultados. Encontrando mayor desplazamiento del c.g. en los Atletas No. 4, 6, 7, 8, 12 y 25; - siendo el **Atleta No. 7**, quien presentó el mayor desplazamiento.

F A S E V.- (TIEMPO DE CAIDA Y RECUPERACION).- Se origina al momento del descenso y contacto con la región del metatarso o talometatarso a la plataforma de fuerzas. Observándose que los componentes de las fuerzas verticales ( $F_z$ ) y las horizontales ( $F_y$ ) ( $F_x$ ), además de torcas ( $T_z$ ), coincidiendo todas ellas en su presentación y características propias de aplicación de  $F(N)$ , algunas con la misma intensidad o reciprocidad. La interpretación de sus curvas en las gráficas es más fácil.

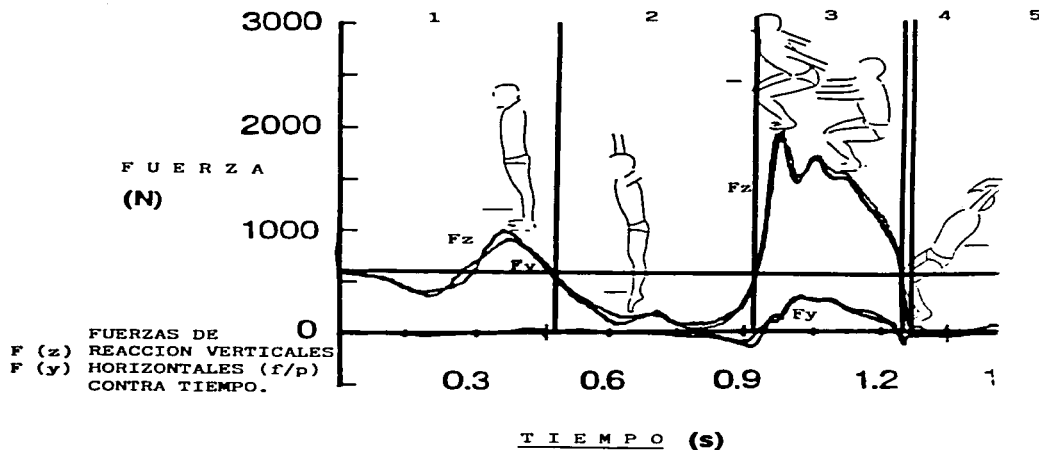
#### ALTURA DESPLAZADA

La mayor altura ( $h$ ) de desplazamiento de las fases de movimiento: neutra/vuelo, ocurrieron en los atletas No. 6, 7, 8, 12 y 13 (35, 40, 37 y 35 cm, respectivamente); realizadas con técnica de semiflexión morfología bimodal (-) (Atleta No. 7); y para Atletas con técnica de flexión máxima y "salto de rana", morfología bimodal (+) con alturas de 35 cm (Atl.12, 13).

Atleta No. 12 con mayor aplicación de  $F(z) = 1629$  (N) en flexión máxima y morfología bimodal (+), una altura por c.g. = 59 cm y 35 cm X tabla. El Atleta No. 16 aplicó  $F(z) = 1833$  (N) en semiflexión Técnica "rana" con morfología unimodal (más de 45°);  $h=25$  cm. EL ATL. 7  $F(z)=1501$  (N) semiflex.  $h=60$  cm y X c.g., 40 cm.



FUERZAS DE REACCION EN EL  
SALTO VERTICAL



- (1) FASE NEUTRA
- (2) FASE INICIO DEL IMPULSO
- (3) FASE D MAXIMA FLEXION
- (4) FASE DE DESPEGUE
- (5) FASE DE VUELO

CONCLUSIONES

El realizar ésta Investigación me permitió tener una base fundamental, más, de la BIOMECANICA aplicada al DEPORTE, al conocer dentro de los movimientos deportivos la ejecución del salto vertical; analizando el comportamiento de los movimientos y fuerzas que la producen mediante los métodos de evaluación utilizados. Se pudo describir el movimiento mediante el sistema de coordenadas y el registro gráfico espacio-temporal que nos puede brindar en forma conjunta los métodos de grabación por videocámara y la reacción de la plataforma a las fuerzas aplicadas.

Podemos decir que los movimientos deportivos que utilizan el salto vertical dependen de alguna habilidad propia o aprendida e incluso, también, del tipo de deporte, ya que cada uno requiere de ciertas posiciones y movimientos propios para su ejecución (técnica/táctica).

El determinar la aplicación de las fuerzas y cómo actúan los segmentos corporales/articulares durante el salto vertical fué el objetivo principal de éste estudio, aunado a los métodos por correlación utilizados.

A pesar de no tener grandes condiciones de alta tecnología, pudimos mediante los dos métodos, analizar la variación de la cantidad del movimiento en el tiempo al contacto con la plataforma de impulsos. Y, si grabamos el movimiento que nos interesa con una video-cámara ( o más), tendremos un análisis correcto del saltador identificando los puntos claves, filmados, que nos permitirán valorar su desempeño.

En el desarrollo del estudio me enfrenté a ciertas dificultades, como:

- 1) Mala ejecución del Salto Vertical
- 2) Falla del Cronómetro Electrónico
- 3) Imágenes de video capturadas borrosas.
- 4) El análisis de imágenes por métodos manuales es más difícil.

No obstante, pude lograr la participación del 63% (30 atletas) de la disciplina de Atletismo, categoría: juvenil mayor del representativo — universitario. Además, de despertar un gran interés por los participantes de conocer más acerca de las técnicas de ejecución.

Hubiera sido interesante, utilizarlo en las diferentes disciplinas de portivas como: gimnastas, basquetbolistas, saltadores de trampolín-plataforma (clavados), de altura, etc. y así justificar el porqué de cada una de las técnicas y su comportamiento analizados con éstos métodos. Sin embargo, pudimos ofrecer con este análisis las bases que identifican a cada movimiento y simulando técnicas utilizadas más comúnmente.

Después de los resultados y el análisis de correlación obtenido, se concluye que:

- 1) El tipo de morfología de las curvas en las gráficas de la plataforma, se deben a la técnica utilizada (FLEXION: leve, semi o máxima) y que involucran a tronco/cabeza.

- 2) Se confirma la HIPOTESIS de que efectivamente, la eficiencia del salto vertical depende de una mayor aplicación de fuerza vertical según la técnica de ejecución y, su utilidad, está dada según la necesidad de la disciplina deportiva.
- 3) Los métodos utilizados de evaluación con video-cámara, cronómetro electrónico, somatograma y plataforma de impulsos, nos permiten tener un mejor análisis de correlación de las fuerzas involucradas en la ejecución del salto vertical.
- 4) Cada una de las fases del movimiento en el salto vertical representan una característica en la utilización de los segmentos corporales y, conociendo éstas, por los métodos utilizados - o más- lograremos una mejor optimización del salto vertical.
- 5) El apoyo de un cronómetro electrónico para grabar imágenes, nos - permiten precisar su evaluación. Al igual que el somatograma, para determinar un sistema de coordenadas (espacio-temporal).
- 6) En la Plataforma Triangular para la determinación de los centros de gravedad (C.G.) deben de tomarse en cuenta las posiciones del decúbito lateral (para las posiciones: neutra, máxima flexión y exten-- sión).

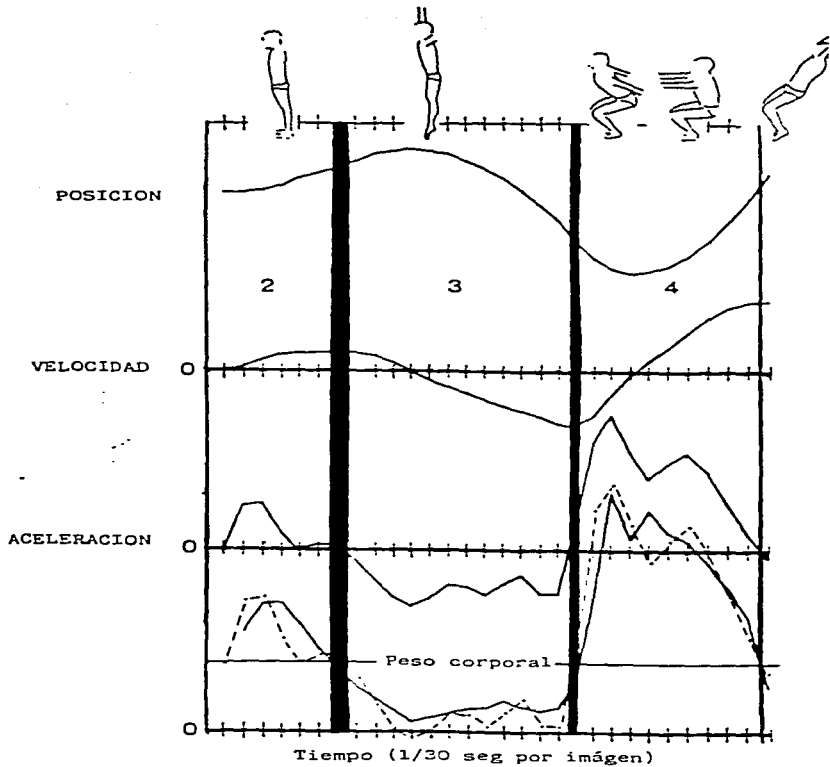
- 7) Establecidas las bases anteriores, podemos aplicar el programa del BEDAS-2: el CAG (utilizado).
- 8) Con éstas bases podemos iniciar a fundamentar programas de entrenamiento según la disciplina deportiva o especialización.
- 9) La forma de la gráfica: **unimodal, bimodal o polimodal** dependerá de la técnica si ésta es en **semiflexión, flexión máxima**; así la relación de la cadera/rodilla y tronco/cabeza muestran una distancia establecida; y se agrega una característica cuando participan los puntos de apoyo: talón/planta/dedos y la posición de las extremidades superiores: adelante/atrás/abajo/arriba durante el descenso y ascenso del cuerpo.
- 10) En las gráficas de **morfología bimodal (+)**, se obtuvo la máxima aplicación de F (N) en Fz, esto es, efectuando la **flexión máxima** y **duplicar o triplicar** el peso corporal (2.18 a 2.92) en -- Newtons Fuerza. Y, quienes utilizan la técnica de leve flexión (**semiflexión**) con la "**técnica de rana**", se aprecian las mayores aplicaciones de F (N) verticales cercanos a **triplicar ó más** el peso corporal (**morfología uni o monomodal**).
- 11) El atleta No. 7 con morfología bimodal (-) y con técnica de semiflexión, logró la mayor altura de desplazamiento vertical.

RECOMENDACIONES

- 1.- Identificar el propósito de cada una de las técnicas a ser utilizadas.
- 2.- Que se aplique o relacione el principio del movimiento en el Salto Vertical de una forma apropiada y en el grado que lleve al resultado deseado.
- 3.- En la fase de vuelo, lo único que se puede modificar mediante movimientos corporales es la posición mas no la altura; de esta manera, las partes del cuerpo pueden ser elevadas o bajadas en relación al suelo o plataforma y al centro de gravedad mediante movimientos y cambios de posición. También, los movimientos - de los pies y la cabeza hacia arriba vienen acompañados de un movimiento de la cabeza hacia arriba y visceversa.
- 4.- Una visualización tridimensional por sistema de videocámaras nos permitirá valorar mejor el componente espacial y su acción en la plataforma de fuerzas.
- 5.- Establecer un procedimiento digital (captura de imágenes) para analizar y correlacionar gráficas de fuerza e imágenes de video. Así, como modelos de simulación computarizada.

( 4 7 - b )

FUERZAS DE REACCION



■ B I B L I O C R A F I A ■

1. MILLER, Doris; HENNIG, E. y cols. " KINETIC AND KINEMATIC CHARAC -  
 TERISTICS OF 10-m PLATFORM PERFORMANCES OF ELITE  
 DIVERS: I. BACK TAKEOFFS " . International Journal  
 Of Sport Biomechanics.  
 Vol. 5. No. 1 Feb. 1989. pp. 60-88.
2. AURA, Ossi y VITASSALO, Jukka. " BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS OF  
 JUMPING " . International Journal Of Sport Biomechanics  
 Vol. 5 No. 1 Feb. 1990. pp. 89-98.
3. PIZZEMENTI, M. " A COACH COMPATIBLE COMPUTER PROGRAM " . International  
 Journal and Sports Biomechanics.  
 Vol. 17 No. 2 Apr. 1991. pp. 241-250.
4. GROSSER, HERMANN; TUSKER, ZINTL. " EL MOVIMIENTO DEPORTIVO". Bases  
 Anatómicas y Biomecánicas. Ed. Martínez Roca. (1991).  
 pág. 79-86.
5. BAUMLER, Günter and SCHNEIDER. " BIOMECANICA DEPORTIVA". Fundamentos  
 para el estudio y la práctica. Ed. Mtz. Roca. págs.99.
6. BUNN, Jhon. " ENTRENAMIENTO DEPORTIVO CIENTIFICO " . Edit. Pax-Méx.  
 2da. edición. Reimpresión. Jul. 1987. pp... 389 -
7. WILLIAM, L. y CORNELIUS, Ph.D. "BIOMECHANICS" Technique.  
 October-December (1990) pág. 21-22.



8. KREIGHBAUN, E. and BARTHLES. " BIOMECHANICS: A QUALITATIVE APPROACH FOR STUDYING HUMAN MOVEMENT ". 3a. ed. Minneapolis: Burgess Publishing Co. (1990).
9. ZATZIORSKY, V.M. and ALESHINSKY, S.Y. " SIMULATION OF HUMAN LOCOMOTION IN SPACE ". Central Institute Physical Culture, Moscow (Russian). 1973
10. YEADON, M.R. " THE SIMULATION OF AERIAL MOVEMENT THE DETERMINATION OF ORIENTATION ANGLES FROM FILM DATA ". J. Biomechanics. Vol. 23. No. 1 1990. pp. 59-66. ( I ).
11. YEADON, M.R. "THE SIMULATION OF AERIAL MOVEMENT A MATHEMATICAL INERTIA MODEL OF HUMAN BODY ". J. Biomechanics. (Great Britain) Vol. 23. No. 1. 1990. pp. 61-74. ( II ).
12. YEADON, M.R.; ATHA, J. and HALES, F.D. " THE SIMULATION OF AERIAL MOVEMENT. A COMPUTER SIMULATION MODEL". J. Biomechanics. Vol. 23. No. 1. 1990. (III)
13. HAY, J.G.; WILSON, B.D. and DAPENA, J. " A COMPUTATIONAL TECHNIQUE TO DETERMINE THE ANGULAR MOMENTUM OF A HUMAN BODY ". J. Biomechanics. Vol. 10. 1977 pp. 269-277.
14. DAPENA, J. MACDONALD, C. " A THREE-DIMENSIONAL ANALYSIS OF ANGULAR MOMENTUM IN THE HAMMER THROW ". Med. Sci. Sports. Exerc. Vol. 21. No. 2 (1989). pp. 206-219.
15. AGUILAR, CASAS MIGUEL. MANUAL DE BIOMECANICA Y MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL DEPARTAMENTO DE BIOMECANICA. (U.N.A.M.). Subdirección de Investigación Y Medicina del Deporte. (1994-1996).

## G L O S A R I O

### 1.- SISTEMA DE COORDENADAS:

- Eje X: eje horizontal (paralelo a la superficie terrestre, suele coincidir con la llamada "dirección principal del movt.").
- Eje y: segundo eje horizontal, perpendicular al eje x (el plano de los ejes "x" e "y" es paralelo a la superficie terrestre).
- Eje z: eje vertical, perpendicular a los ejes "x" e "y" (y a la superficie terrestre).
- Origen: elección libre o según problemática; p.e. punto de salida.
- Escala: generalmente de iguales distancias; dimensión p.e. un metro.

2.- MOVIMIENTO: Es la variación de las coordenadas (espaciales) de un cuerpo durante el tiempo dentro de un sistema de referencia libremente elegido (sistema de coordenadas).

3.- VELOCIDAD.- Es la relación entre la (pequeña) variación de la distancia y el tiempo empleado para ello.

4.- ACELERACION.- Es la relación entre la variación de la velocidad y el tiempo empleado para ello.

- 5.- TIPOS DE MOVIMIENTO: a) TRASLACION:- todos los puntos de un cuerpo se trasladan en curvas o líneas paralelas de igual dirección y distancias.
- b) ROTACION.- Las trayectorias de los puntos del -- cuerpo transcurren a una distancia constante de un eje (de giro) o de un punto (de giro).

En cuanto a recorrido temporal:

- a) MOVIMIENTOS UNIFORMES (la velocidad es constante)
- b) MOVIMIENTOS DISCONTINUOS (acelerados).
- b1= ACELERACION UNIFORME (constante).
- b2= ACELERACION DISCONTINUA(varia).

## C L O S A R I O

- 6.- INERCIA: una medida de inercia de un cuerpo es su masa  $m$ .
- 7.- PRIMERA LEY DE NEWTON: Las fuerzas de dos cuerpos permanecen en estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme mientras que no estén obligados por fuerzas impuestas a cambiar este estado.
- 8.- SEGUNDA LEY DE NEWTON: La variación por unidad de tiempo de la cantidad de movimiento es proporcional al efecto de la fuerza ejercida y tiene la misma dirección.
- 9.- TERCERA LEY DE NEWTON: Las fuerzas que dos cuerpos ejercen. uno sobre el otro, son iguales pero opuestas (acción o reacción).
- 10.- FUERZA:  $\text{masa} \times \text{aceleración} = \text{variación de la cantidad de movto.} \times \text{unidad de tiempo.}$
- 11.- CANTIDAD DE MOVIMIENTO:  $\text{masa por la velocidad.}$
- 12.- LEY CONSERVACION DEL MOVIMIENTO: Si entre dos o más cuerpos existen fuerzas internas, la cantidad total de movimiento (suma vectorial de todas las cantidades de movimiento) permanece constante.
- 13.- MOMENTO DE INERCIA: es la masa giratoria en las rotaciones y se puede comparar con la masa en las traslaciones.
- 14.- MOMENTO DE FUERZA: corresponde en las rotaciones a la fuerza de las traslaciones.
- 15.- PALANCAS:  $\text{carga} \times \text{brazo de palanca} = \text{fuerza} \times \text{brazo de fuerza.}$
- 16.- MOMENTO ANGULAR: es la cantidad de movimiento de las traslaciones.

## G L O S A R I O

- PLATAFORMA DE IMPULSOS.-** Método utilizado para determinar las fuerzas que emplean los cuerpos cuando actúan sobre una resistencia fija.
- SALTO VERTICAL.-** Aplicación de una serie de fuerzas musculares y elásticas sobre un eje vertical, para lograr una máxima velocidad de despegue y que se relaciona con la altura lograda.
- FUERZA VERTICAL.-** Aquella fuerza aplicada sobre un eje vertical, perpendicular al plano terrestre, dirección contraria al centro de gravedad.
- IMAGENES DE VIDEO.-** Aquellas obtenidas por película de video cámara, utilizada para determinar la dirección del movimiento, o de cualquier actividad deportiva.
- CENTRO DE GRAVEDAD.-** Punto imaginario alrededor del cual se equilibra el peso de los segmentos de un cuerpo en cuanto a su propiedad de rotar, teniendo como eje de giro a dicho punto.

MAGNITUDES ANALOGAS EN LOS MOVIMIENTOS DE

TRASLACION Y ROTACION

Traslación				Rotación			
Magnitud	Símbolo	Fórmula	Unidad	Magnitud	Símbolo	Fórmula	Unidad
Distancia	$\vec{s}$		m	Angulo	$\Phi$		rad
Velocidad (lineal)	$\vec{v}$	$= \frac{d\vec{s}}{dt}$	$\frac{m}{s}$	Velocidad angular	$\vec{\omega}$	$= \frac{d\vec{\Phi}}{dt}$	$\frac{1}{s}$
Aceleración	$\vec{a}$	$= \frac{d\vec{v}}{dt}$	$\frac{m}{s^2}$	Aceleración angular	$\vec{\alpha}$	$= \frac{d\vec{\omega}}{dt}$	$\frac{1}{s^2}$
Masa	m		kg	Momento de inercia de una partícula de masa	I	$= m \cdot r^2$	kg m <sup>2</sup>
Fuerza	$\vec{F}$	$= m \cdot \vec{a}$	N	Momento de fuerza	$\vec{D}$	$= I \cdot \vec{\alpha} = [\vec{r} \times \vec{F}]$	Nm
Cantidad de movimiento	$\vec{p}$	$= m \cdot \vec{v}$	$\frac{kg \cdot m}{s}$	Momento angular	$\vec{L}$	$= I \cdot \vec{\omega}$	$\frac{kg \cdot m^2}{s}$

MAGNITUDES DINAMICAS

Magnitud	Símbolo	Nombre	Abreviatura
Masa	m	Kilogramo	kg
Fuerza	F	Newton	N
Impulso	p	Newton segundo	Ns
Trabajo	W	Newton metro	Nm
Energía	E	Newton metro	Nm
Potencia	P	Newton metro/segundo	Nm/s

A N A L I S I S D E

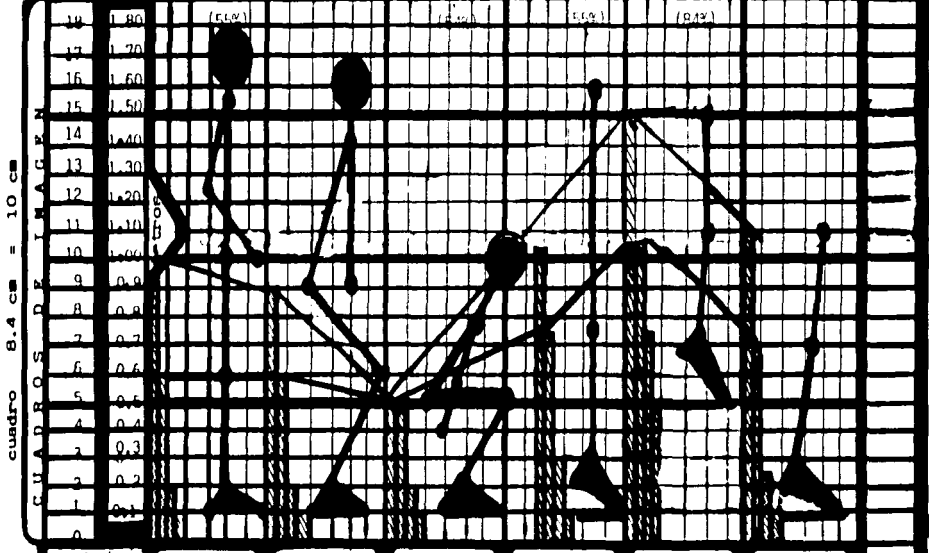
I M A G E N E S Y G R A F I C A S

ANALISIS DE IMAGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE: Pérez, Gerardo Luis (el) INICIADO: 19... SEXO: m PESO: 57... TALLA: 1,67  
 DEPORTE: ATLETISMO CATEGORIA: JUV. MAYOR EQUIPO REPRESENTA: U.H.A.M.  
 FOLIO: PECSB0815 No. SALTO: 2 TECNICA: MAXIMA FLEXION

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA	18	17	11				
TROMCO							
CADERA	10 h1= 0,9 m	9,0	5,0 h2=0,4 m	11,5 h3= 1,05 m	15 h4= 1,40 m	11	
RODILLA	6,0	6,0	5,0	7,5	11	7,0	
TOBILLO	2,0	2,0	2,0	2,0	7,5	2,5	
PIE	1,0	1,0	1,0	2,0	5,0	1,0	
HOMBRO	15,5	14,5	7,5				
CODO	12,5	12,0	5,5				
MUÑECA	10,0	9,0	4,0				

C.G. r1= 0,95 r2= 0,94 r3= 0,95 r4= 1,45



TIEMPO(seg) 0,01 0 0,74 1,15 1,43 1,73

h (c.g.) = 50 cm

cuadro 8,4 cm = 10 cm

CUADROS DE IMAGEN

ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE: Pérez García Juan Felipe  
 DEPORTE: ATLETISMO  
 CATEGORÍA: JUVENIOR  
 EQUIPO: SEPTO. DE A. M.  
 TALLA: 1.67  
 FOLIO: ped820815  
 No. SALTO: 2  
 TÉCNICA: MAXIMA FLEXION

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSI	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA	18	17	11				
TRONCO							
CADERA	10 h1= 0,9 m	9,0	5,0 h2=0,4 m	11,5 h3= 1,05 m	16 h4= 1,40 m	11	
RODILLA	6,0	6,0	5,0	7,5	11	7,0	
TOBILLO	2,0	2,0	2,0	3,0	7,5	2,5	
PIE	1,0	1,0	1,0	2,0	5,0	1,0	
HOMBRO	15,5	14,5	7,5				
CODO	12,5	12,0	5,5				
MUÑECA	10,0	9,0	4,0				

C.G. r1=0,95 r2=0,94 r3=0,95 r4=1,05

CUADRO DE IMAGENES 8.4 cm = 10 cm



h (c.g.) = 50 cm





PEREZ GARCIA LUIS 162

SV ATLET. PUMITAS PEGLB20815

Fx: 100 N Fy: 100 N Fz: 1200 N Iz: 7 N-m

Fz norm. = 0.85

FLEXION MAXIMA

PESO= 2,18 veces

R C/R= Igual

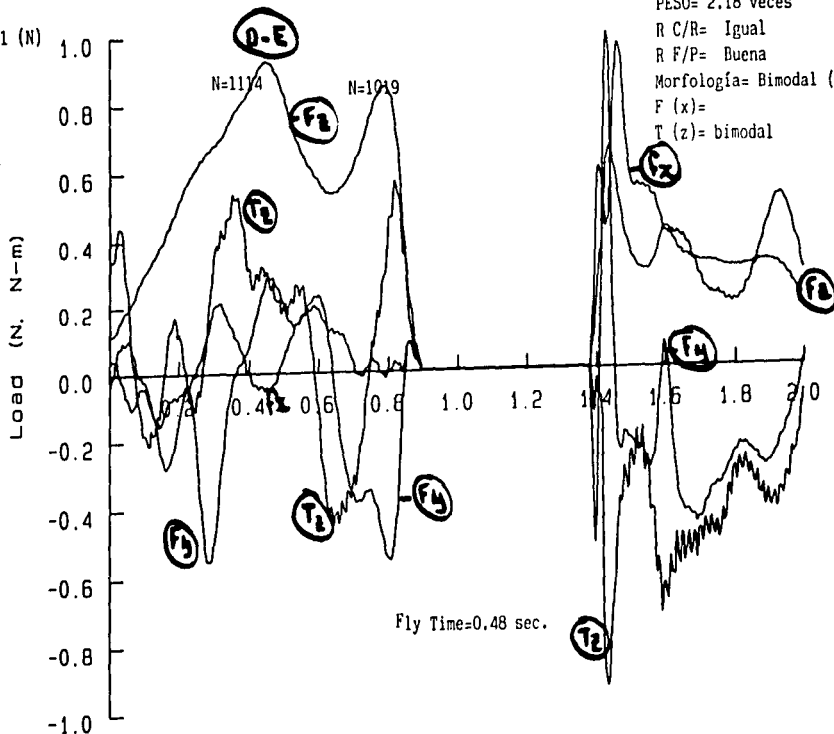
R F/P= Duena

Morfología= Bimodal (+)

F (x)=

T (z)= bimodal

P= 510.1 (N)



- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

**ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)**

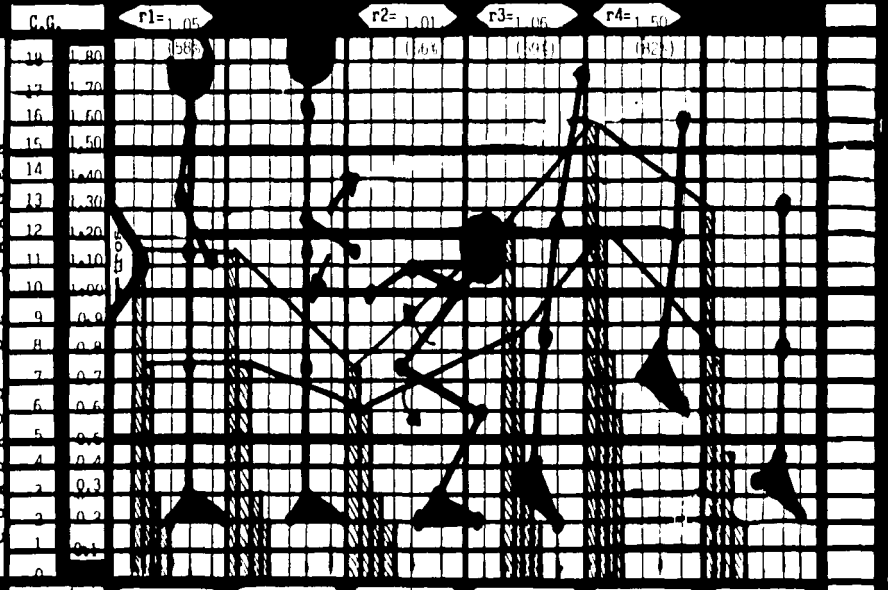
NOMBRE: Ortaza Torres Humberto EDAD: 12 SEXO: M PESO: 53 TALLA: 1.50  
 DEPORTE: Atletismo CATEGORÍA: Juv. Menor EQUIPO: REP.TVO. H.P.A.M.  
 FOLIO: OPTIM:0120 No. SALTO: 1 TÉCNICA: FLEXION MÁXIMA

5

5

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MÁXIMA	CAIDA	C.G.
CAJEZA			12.5				
TRONCO							
CADERA	11.5 h1= 0.95 m	11.5	7.5 h2= 0.65 m	12.5 h3= 1.05 m	16 h4= 1.40 m	13	
RODILLA	7.5	7.5	6.0	8.5	12	8.0	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	4.0	8.0	4.5	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	6.0	2.0	
HOMBRO	16	16.5	10.0				
CODO	13.5	13.5	11.0				
MUÑECA	11.0	11.5	10.0				

ARTICULACIONES



Tiempo(seg)	0.10	1.07	1.25	1.40	1.50
-------------	------	------	------	------	------

h (c.g.)= 50 cm

cuadro 8.4 cm = 10 cm

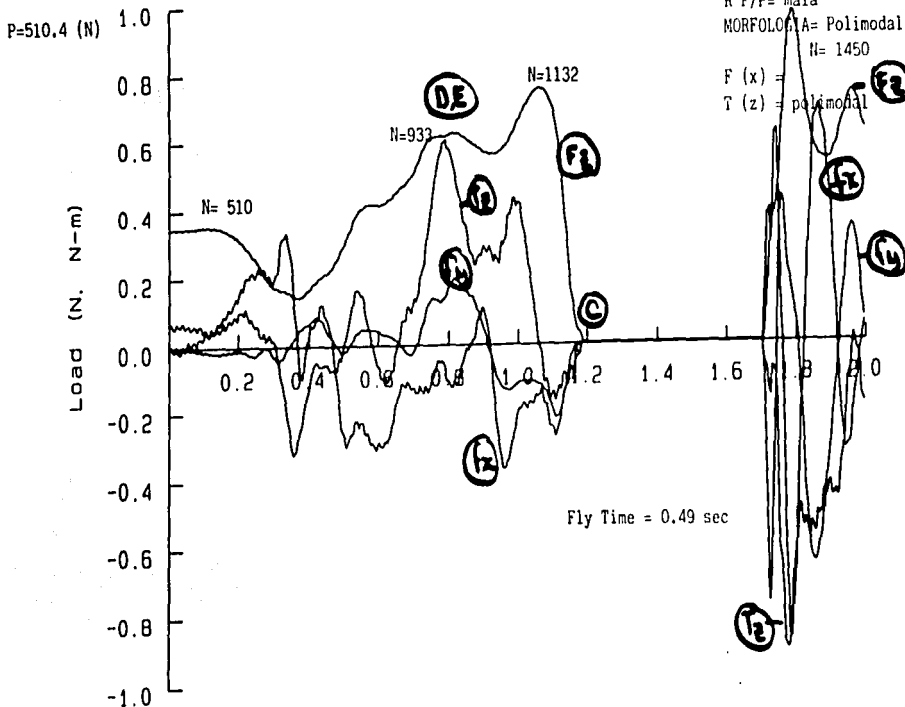
CUADROS DE 10 CM

ORTEGA TORRES HUMBERTO 178

SV ATLET PUMITAS DEITH820120

Fx: 300 N Fy: 50 N Fz: 1500 N Iz: 10 N-m

Fz norm.=0,99



FLEXION MAXIMA

PESO= 2.2 veces

R C/R= arriba (15 cm)

R F/P= mala

MORFOLOGIA= Polimodal

N= 1450

F (x) =

T (z) = polimodal

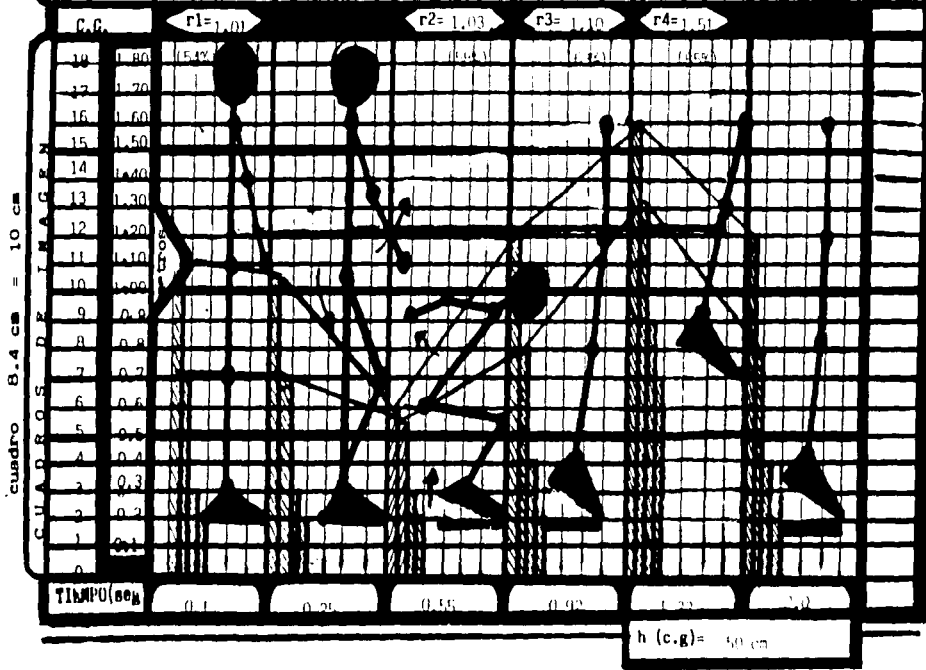
- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE: Avain Islas Alberto      EDDAD: 18      SEXO: m      PESO: 60 kg      TALLA: 1,70 m  
 DEPORTE: Atletismo      CATEGORÍA: JUV. Mayor      EQUIPO: REP. V.O. H.A.M.  
 FOLIO: AA1A770504      NO. SALTO: 1      TÉCNICA: MAXIMA FLE XION

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CAJEZA			11				
TRONCO							
CADERA	11 h1= 0,90 m	10,5	6,0 h2= 0,40 m	1,2 h3= 1,00 m	16 h4= 1,40 m	13	
RODILLA	7,0	7,0	5,5	8,0	13	8,0	
TOBILLO	3,0	3,0	3,0	4,0	9,0	4,0	
PIE	2,0	2,0	2,0	2,0	7,0	2,0	
HOMBRO	16,0	16,0	9,5				
CODO	14,0	13,5	9,8				
MANECA	11,0	11,0	9,3				



AYALA ISLAS HUMBERTO 176  
SV ATLET. PUMITAS AAIA770503

ATLETA No. 6

03-13-96  
(2eee)

Fx: 400 N Fy: 70 N Fz: 2800 N Tz: 20 N-m

Fz norm. = 1.01

FLEXION MAXIMA

PESO= 2.63 veces

R C/R= arriba (5 cm)

R F/P=

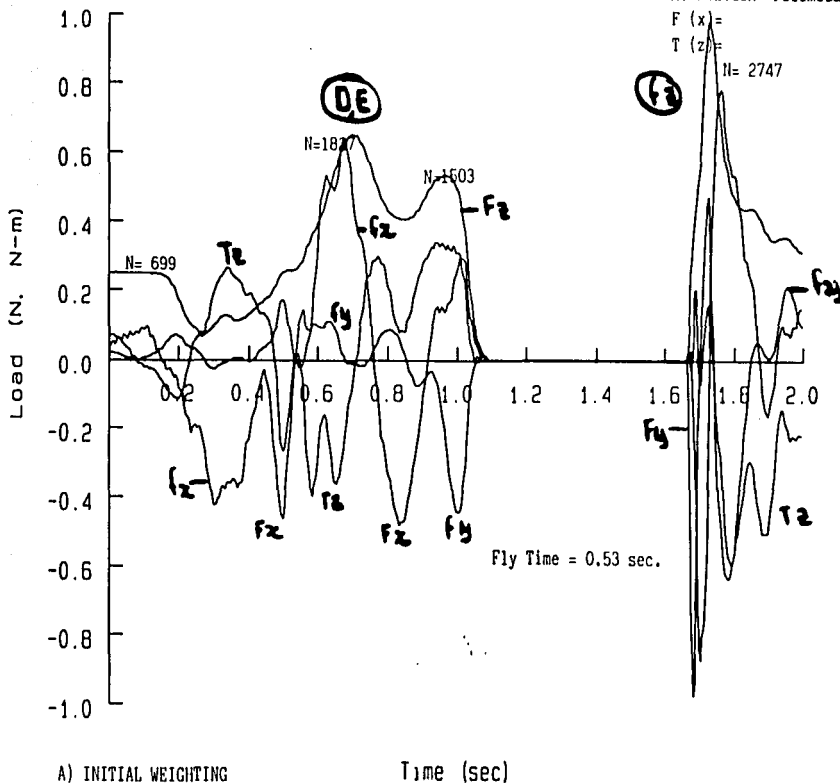
MORFOLOGIA= Polimodal

F (x)=

T (z)=

n= 2747

P = 693.2 (N)



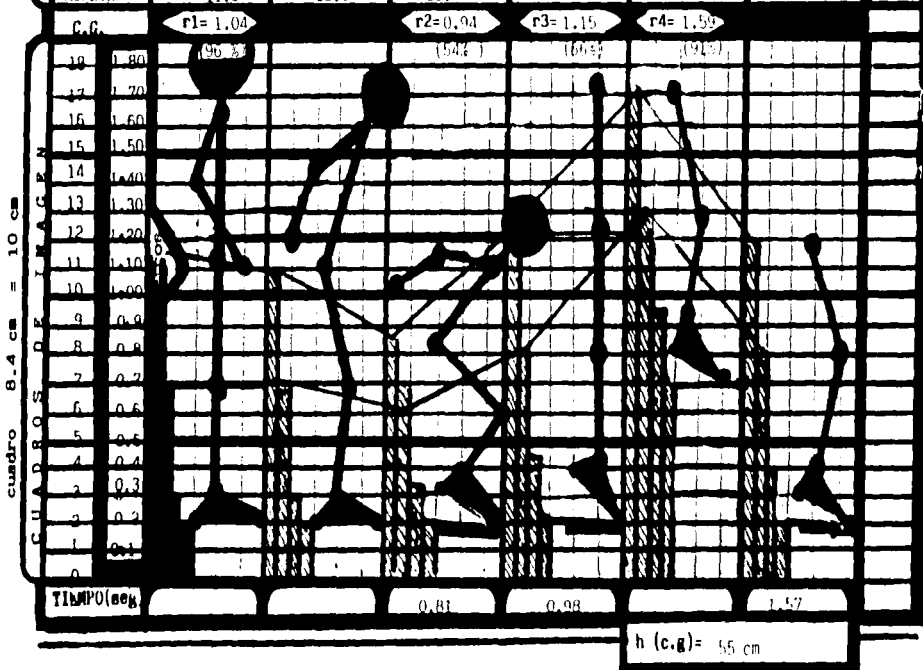
- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

FORCES AND TORQUE VS. TIME

ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE: Guadalupe Irujo Pérez Hoberkordad; 16 SEXO: F.  
 DEPORTE: Atletismo CATEGORÍA: NIÑOS EQUIPO REPRESENTATIVO: N. I. A. V.  
 FOLIO: CARR 770215 No. SALTO: 2 TÉCNICA: SEMIFLEXIÓN. \* TALÓN

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXIÓN	DESPEGUE	(h) MÁXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA	19	18	13,5				
TRONCO							
CADERA	11,5 h1= 0,95 m	11	8,5 h2=0,65 m	12,5 h3=1,05 m	17 h4=1,50	17	
RODILLA	7,0	7,0	6,0	8,0	13,0	8,0	
TOBILLO	3,0	3,0	3,5	4,5	9,5	4,0	
PIE	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
HOMBRO	16,5	16,0	11,0				
CODO	14,0	14,5	11,5				
MUÑECA	11,0	12,0	10,5				



CASTREJON PEREZ ROBERTO C. 174

SV. ATLET. PUMITAS CAPR770215

Fx: 300 N Fy: 200 N Fz: 2100 N Tz: 40 N-m

Fz norm. = 0.96

SEMIFLEXION

PESO = 2.39 veces

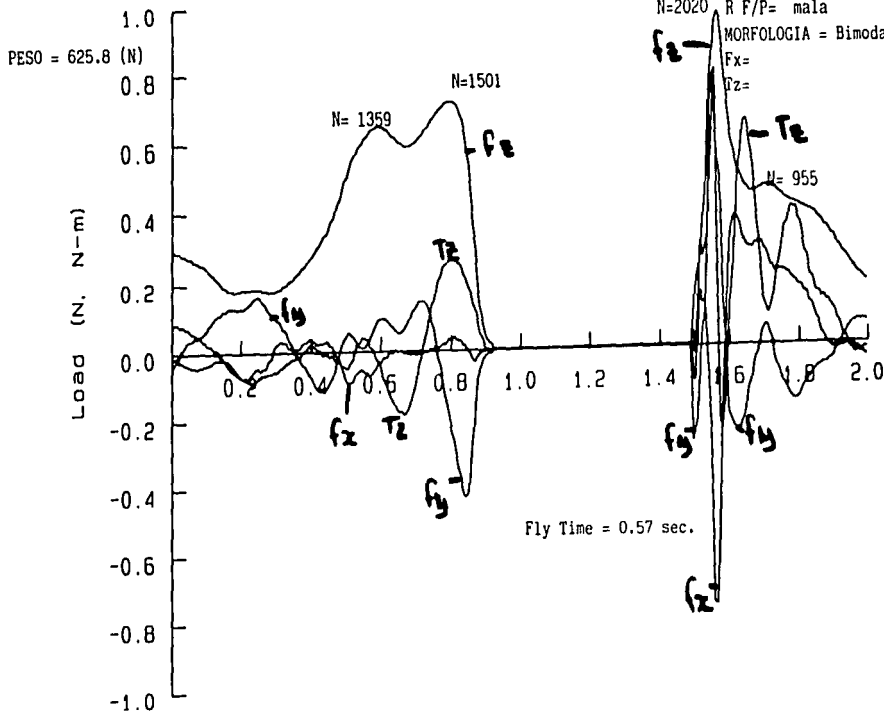
R C/R= arriba (25 cm)

N=2020 R F/P= mala

MORFOLOGIA = Bimodal (-)

Fx=

Fz=



Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

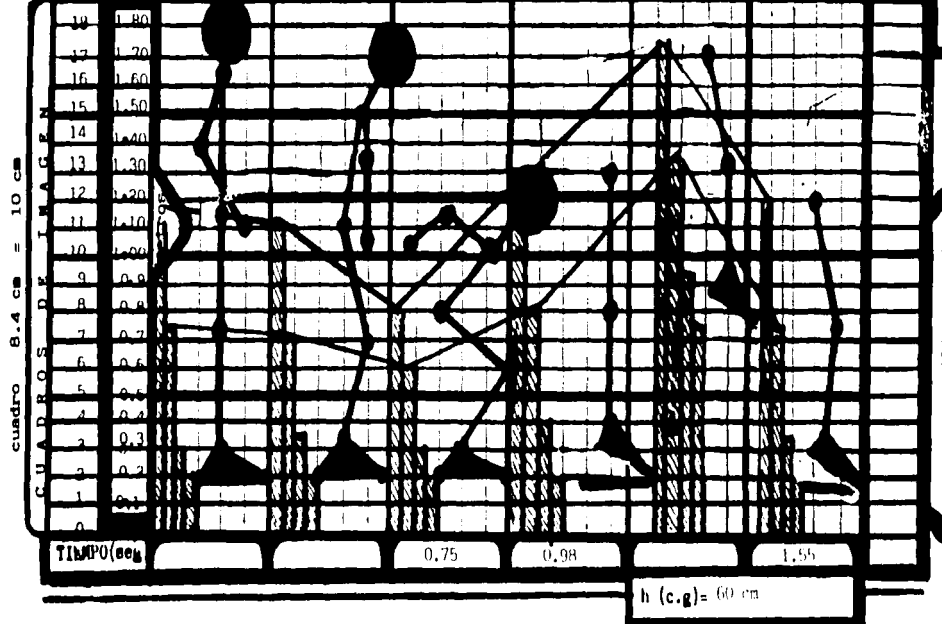
ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

8

8

NOMBRE : Castellón Pérez Roberto EDAD: 19 SEXO: M PESO: 69 TALLA: 1.72m  
 DEPORTE : ATLETISMO CATEGORIA JUV. MAYOR EQUIPO REPRESENT. U.N.A.M.  
 FOLIO: CAPR 770215 NO. SALTO: 2-bis TÉCNICA: SEMIFLEXIÓN

ARTICULACIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXIÓN	DESPEGUE	(h) MÁXIMA	CAÍDA	C.G.
CAJEZA	19	18	13	20			
TRONCO							
CADERA	11.6 h1=0.95 m	11.0	8.0 h2=0.60 m	13 h3=1.10 m	17.5 h4=1.55 m	12	
RODILLA	7.3	7.0	6.0	8.0	13.5	7.5	
TOBILLO	3.0	3.5	3.0	4.0	9.5	3.5	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	7.5	2.0	
HOMBRO	16.5	15.0	10.5				
CODO	14.0	13.5	11.5				
NUÑECA	11.0	10.5	10.3				
C.G.	r1=1.04	r2=0.94	r3=1.15	r4=1.64			





CASTREJON PEREZ ROBERTO C 174 ATLETA No. 8

03-13-96

SALTO VERTICAL ?

121868

Fx: 300 N Fy: 200 N Fz: 2200 N Tz: 40 N-m

P= 630,7 (N)

Fz. norm. = 1.00

SEMIFLEXION

PESO= 2,39 veces

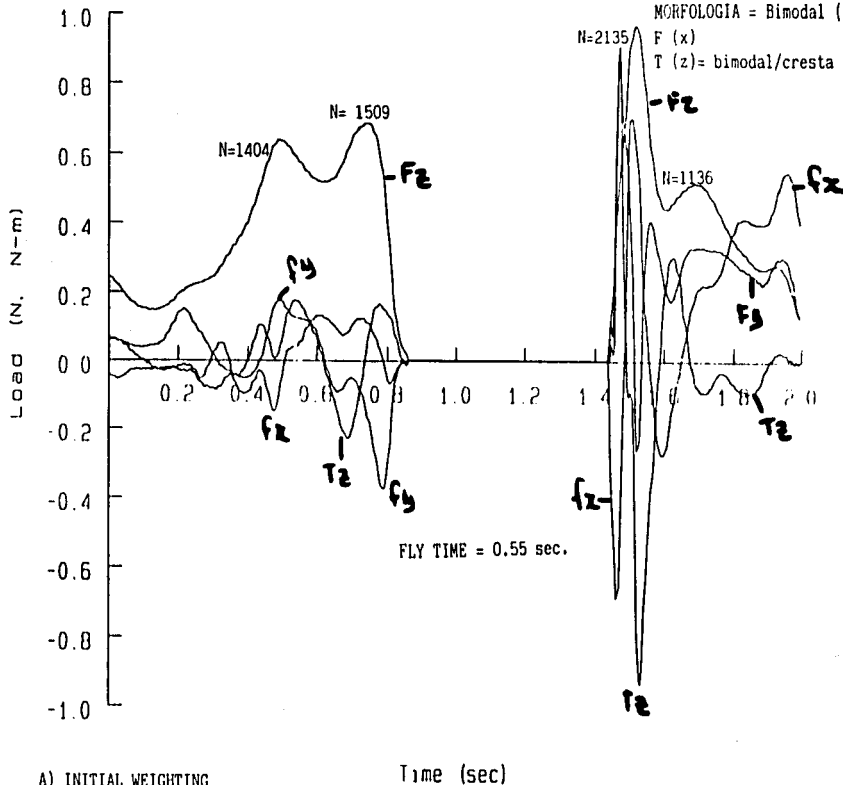
R C/R = arriba (20 cm)

R F/P = buena

MORFOLOGIA = Bimodal (-)

F (x)

T (z)= bimodal/cresta



- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

FORCES AND TORQUE VS. TIME

ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

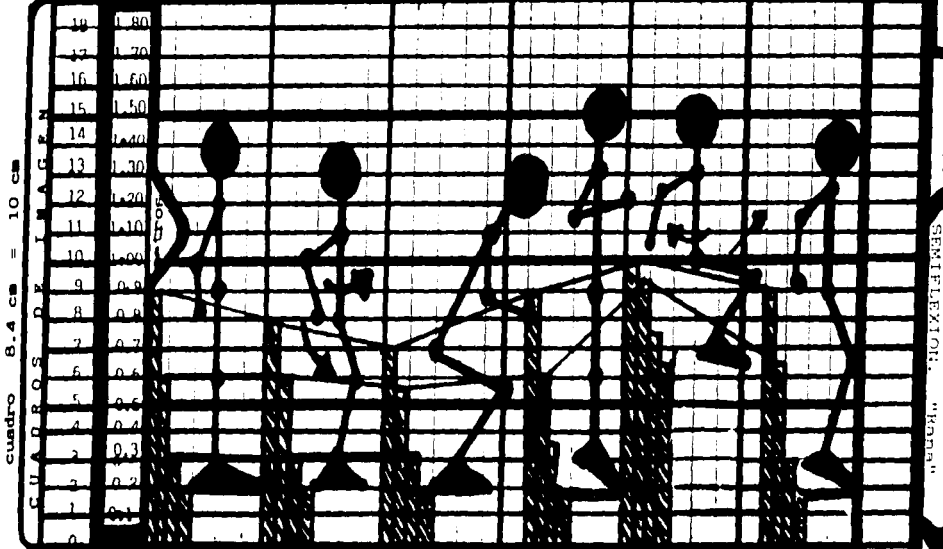
9

6

NOMBRE: JUAN PÉREZ AVILA NOCHICA EDADE: SEXO: PESO: TALLA:  
 DEPORTE: ATLETISMO CATEGORIA: INFANTIL "A" EQUIPO: REPTIVO. "BARRERA"  
 FOLIO: No. SALTO: TECNICA: SEMIFLEXION. "KERRA"

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA	15	14	13,5	15,5	15,5	14,8	
TRONCO							
CADERA	9,0 h1= 0,70 m	8,0	7,0 h2=0,50	9,0 h3= 0,70	10,0 h4= 0,80 m	9,0	
RODILLA	6,0	6,0	5,5	6,0	9,5	6,5	
TOBILLO	3,0	3,0	3,0	3,5	2,5	3,0	
PIE	2,0	2,0	2,0	2,0	6,5	2,0	
HOMBRO	12,0	11,0	11,0	13,0	13,0	12,5	
CODO	10,0	10,0	9,0	11,5	12,5	11,5	
MUÑECA	8,5	8,0	8,0	12,0	10,5	9,0	

C.G. r1= r2= r3= r4=



cuadro 8.4 cm = 10 cm

h (c.g.)=

TIEMPO(seg)

JUAREZ AVILA MONICA 124

ATLETA No. 9

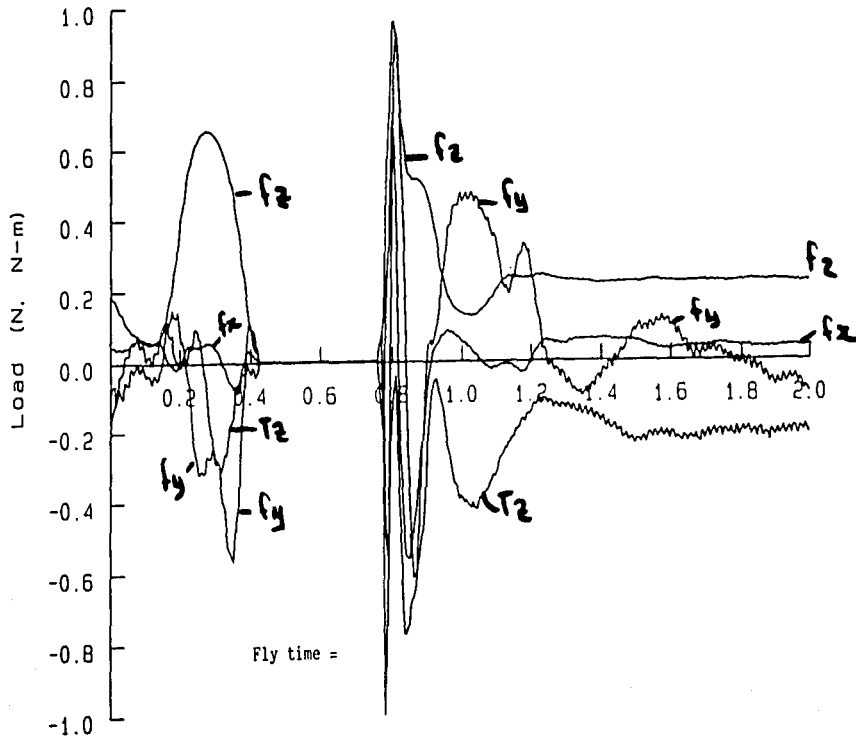
03-13-96

SV PUMITAS JUAMB81203

f3044c

Fx: 40 N Fy: 300 N Fz: 1400 N Tz: 10 N-m

SEMIFLEXION: "Técnica de rana".



Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

JUAREZ AVILA EMMANUEL 131

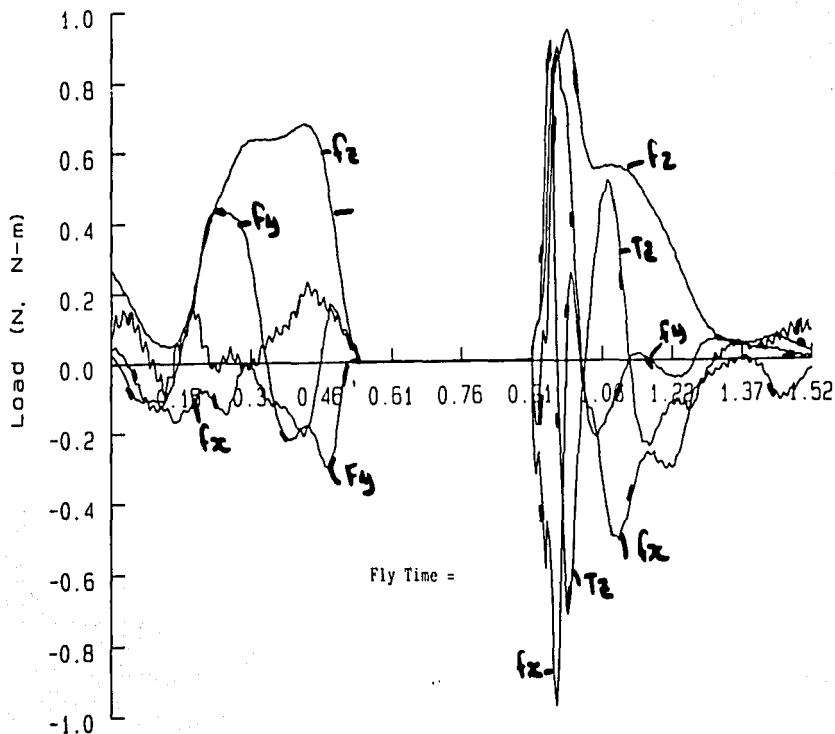
ATLETA No. 10

03-13-96

SV PUMITAS JUAEB70508

1307b3

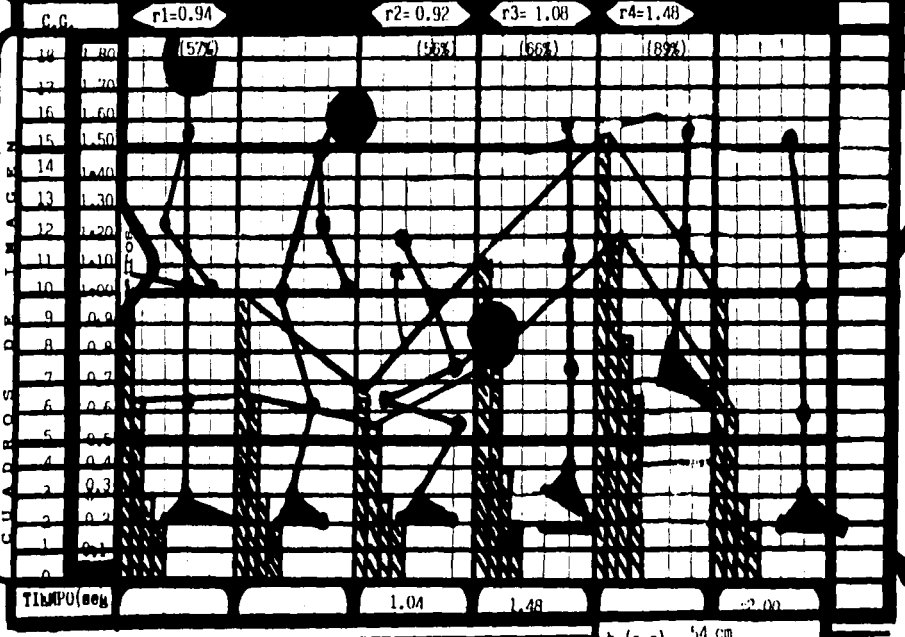
Fx: 60 N Fy: 200 N Fz: 1200 N Tz: 8 N-m



Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA	18.5	17	9.5				
TRONCO							
CADERA	10.3 h1=80.3 m	10	6.5 h2=40.05	11.5 h3=0.95 m	15.5 h4=1.35 m	10	
RODILLA	6.5	6.5	5.5	7.5	12.0	6.0	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	4.0	8.5	3.0	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	6.5	2.0	
HOMBRO	15.5	15.0	7.5	16.5			
CODO	12.5	12.5	10.0				
MUÑECA	10.0	10.0	12.0				



cuadro 8.4 cm = 10 cm

TIEMPO(seg) 1.00 1.48 2.00

h (c.g.)= 54 cm

NOMBRE: CORTES BARRERA MARCOS  
 DEPORTE: ATLETISMO  
 CATEGORIA: JUV. MAYOR EQUIPO REPTIVO. U.N.A.M.  
 FOLIOSCOM: 1  
 No. SALTO: 1  
 TECNICA: FLEXION MAXIMA  
 EDAD: 17 SEXO: M PESO: 57 kg TALLA: 1.65

ATLETA No. 11

03-13-96

f30ca7

CORTES BARRERA MARCOS 165

SV ATL R COBM781007

Fx: 400 N Fy: 40 N Fz: 1600 N Tz: 7 N-m

Fz norm. = 0.87

FLEXION MAXIMA (manos  
atrás-arriba)

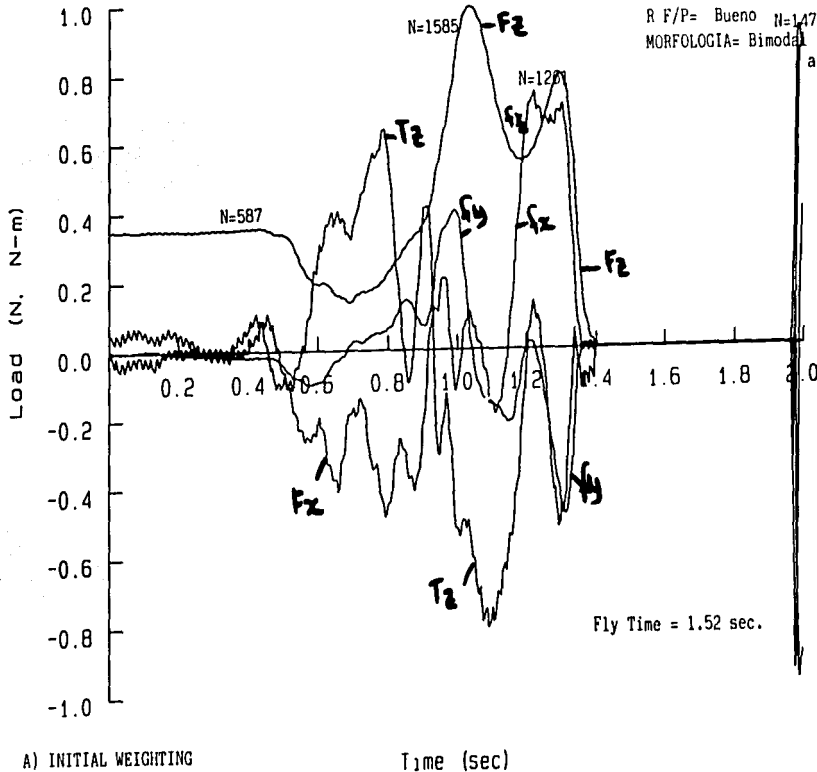
PESO= 2.85 veces

R C/R= arriba (10 cm)

R F/P= Bueno N=1470

MORFOLOGIA= Bimodal (+)  
alta

PESO = 555.3 (N)



- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

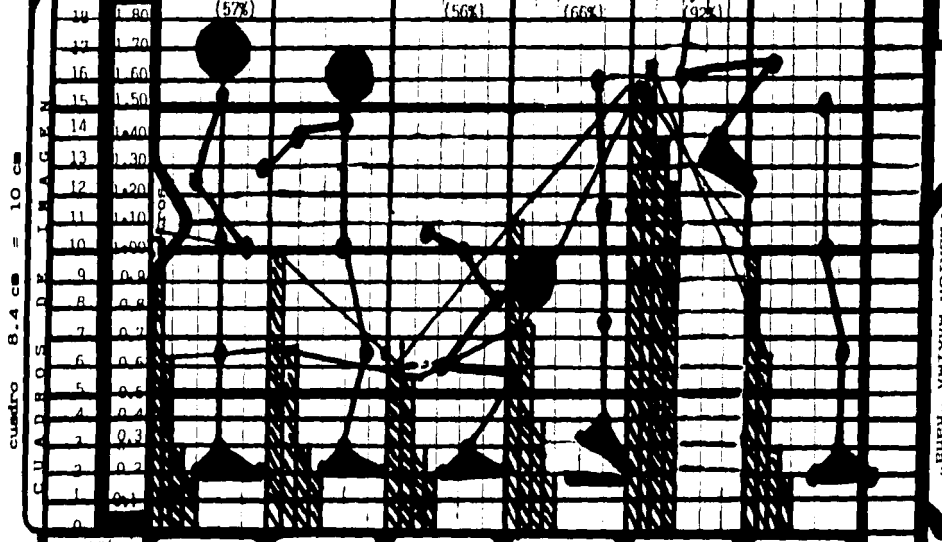
Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

ANALISIS DE IMAGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE : CORTES BARRERA MARCOS EDAD: 17 a SEXO: m PESO: 57 TALLA: 1.65  
 DEPORTE : ATLETISMO CATEGORIA: JUV. MAYOR EQUIPO REPRESENTIVO: U.N.A.M.  
 FOLIO: COIM/781007 No. SALTO: 4 TÉCNICA: FLEXION MAXIMA "BANA"

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA	18	17	10				
TRONCO							
CADERA	10.3 $h1=0.33\text{ m}$	10	6.0 $h2=0.40\text{ m}$	11.5 $h3=0.95\text{ m}$	16.0 $h4=1.40\text{ m}$	10.0	
RODILLA	6.5	6.5	5.5	7.5	16.5	6.5	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	4.0	14.0	3.0	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	12.5	2.0	
HOMBRO	15.5	14.5	8.5				
CODO	12.8	14.0	10.0				
MUÑECA	10.0	13.0	10.5				

C.G.  $r1=0.94$   $r2=0.92$   $r3=1.08$   $r4=1.53$



cuadro 8.4 cm = 10 cm

h (c.g.) = 59 cm

CORTES BARRERA MARCOS 165

SV2 ATL R COBM781007

Fx: 400 N Fy: 200 N Fz: 1700 N Tz: 20 N-m

Fz norm. = 1.03

FLEXION MAXIMA Técnica de "Rana"

PESO = 2.92 veces

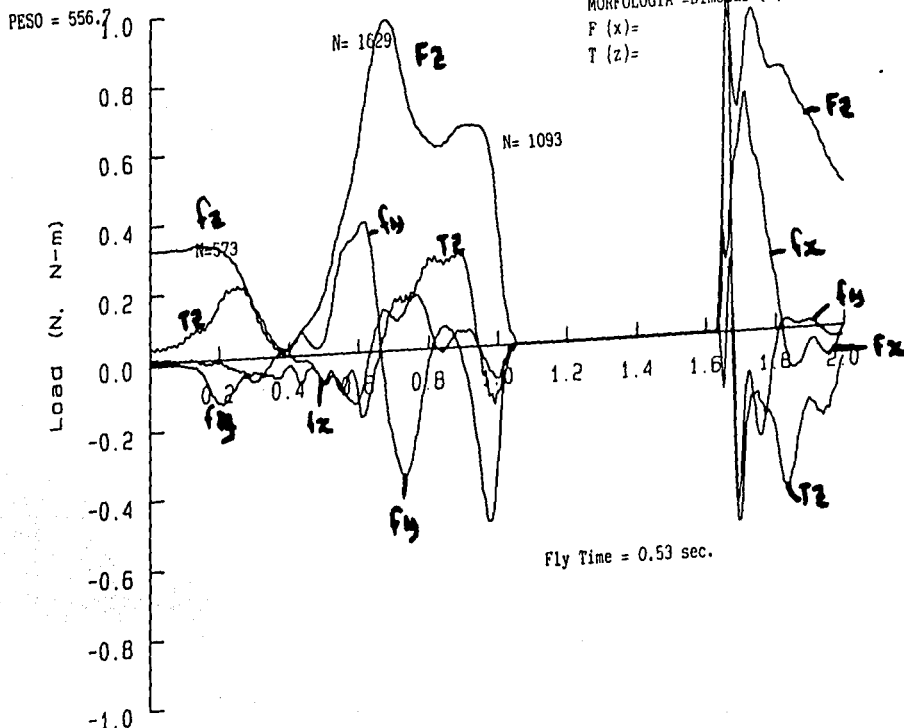
R C/R= arriba (5 cm)

R F/P= bueno

MORFOLOGIA =Bimodal (+) alta

F (x)=

T (z)=



- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

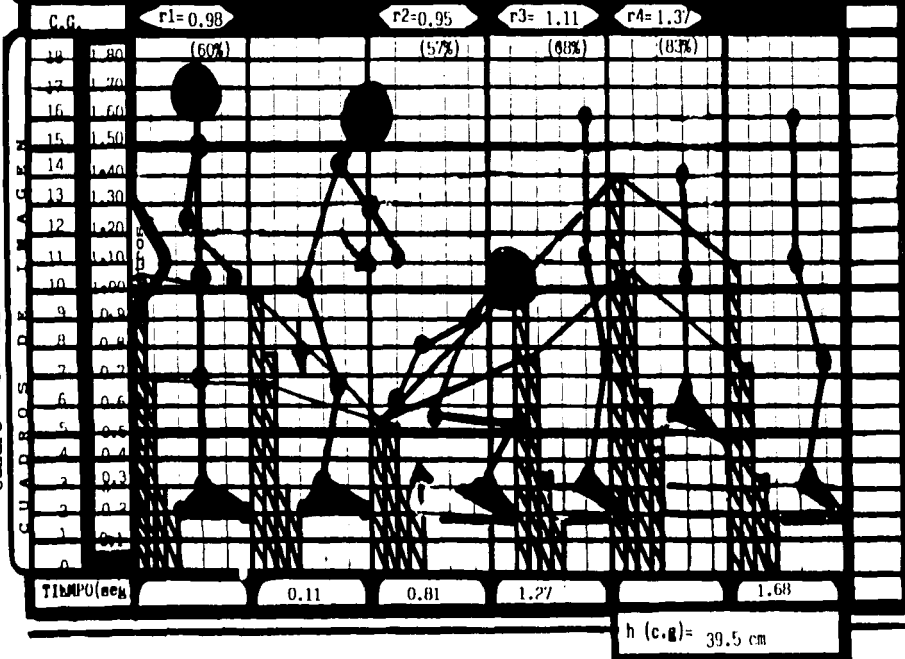


POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA	18	17	11.8				
TRONCO							
CADERA	10.5 h1=0.805m	10.0	4.4 h2=0.35m	11.3 h3=0.93m	14.0 h4=1.20m	11	
RODILLA	7.0	6.8	5.2	7.8	10.5	7.5	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	3.5	6.5	3.5	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	4.5	2.0	
HOMBRO	15.0	14.5	9.0				
CODO	12.5	13.0	8.0				
MUNECA	10.2	11.0	6.0				

ARTICULACIONES

NOMBRE : ALEJANDRI RAMIREZ YUENIEDADI: 12 SEXO: F PESO: 46 TALLA: 1.62  
 DEPORTE : ATLETISMO CATEGORIA INF. MAYOR EQUIPO REPTIVO. U.N.A.M.  
 FOLIO : AFRV832303 No. SALTO : 2 TECNICA : FLEXION MAXIMA, ↑ TALLA

ANALISIS DE IMAGENES (SALTO VERTICAL)



cuadro 8.4 cm = 10 cm

13

ALEJANDRI RAMIREZ YURENI 162

ATLETA No. 13

03-14-96

SV ATL R AERY831208

FLEXION MAXIMA (elevación de talón).

Fx: 400 N Fy: 50 N Fz: 1900 N Tz: 8 N-m

PESO = 2.49 veces

R c/R= igual (3 cm)

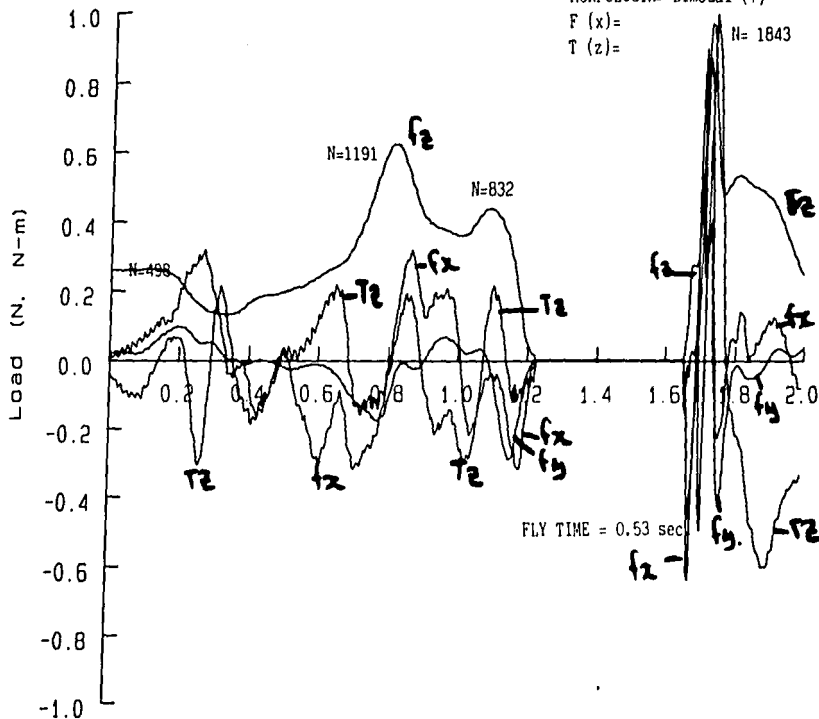
R F/P= buena

MORFOLOGIA= Bimodal (+)

F (x)=

T (z)=

Fz. norm. 1.03  
PESO = 477.8 (N)



Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE: ALFANDRI RAMIREZ YURENIEDAD; 12 SEXO: F PESO: 46 TALLA: 1.63  
 DEPORTE: ATLETISMO CATEGORIA: INF. MAYOR EQUIPO REPRESENT. U.N.A.M.  
 FOLIO: AERYB31208 No. SALTO: 3 TÉCNICA: SEMIFLEXION "BARRA"

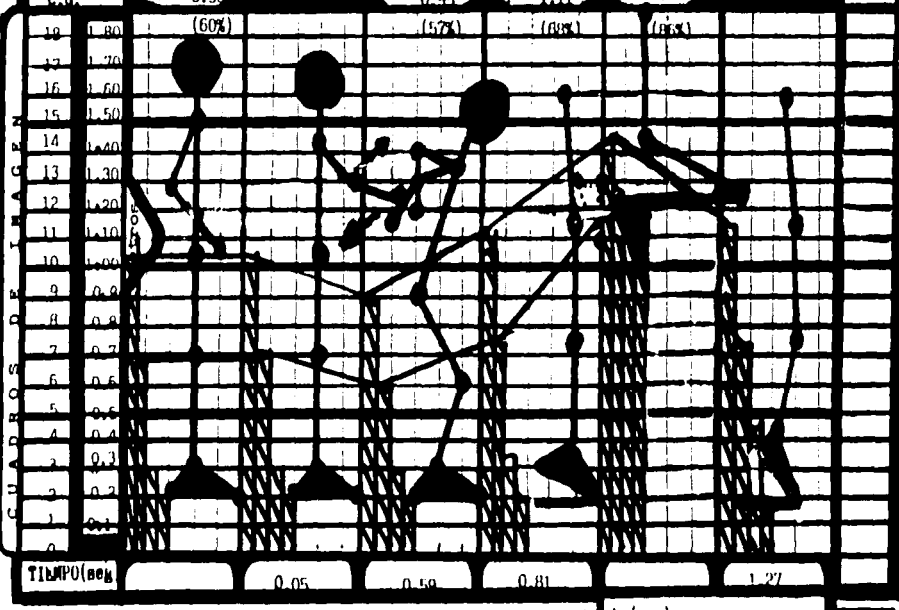
14

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CAPIZA	18	17.5	16.5				
TROMCO							
CADERA	10.3 h1= 0.803 m	10.3	9.0 h2= 0.70 m	11.5 h3= 0.95 m	14.5 h4= 1.25 m	11.3	
RODILLA	7.0	7.0	6.0	7.5	12.5	7.5	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	3.5	12.0	4.5	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	10.0	2.0	
HOMBRO	15.0	14.5	13.5				
CODO	13.0	13.0	13.0				
HUÑECA	10.5	12.5	12.0				

C.G. r1= 0.98 r2= 0.95 r3= 1.11 r4= 1.42

18 (60%) 17 (57%) 16 (48%) 15 (45%)

Cuadro 8.4 cm = 10 cm



h (c.g.)= .44 cm

ALEJANDRI RAMIREZ YURENI 162

ATLETA No. 14

03-14-96

SV2 ATL R AERY831209

f441cd

Fx: 400 N Fy: 50 N Fz: 1700 N Tz: 9 N-m

Fz norm. =0.95

PESO = 476.0 (N)

SEMIFLEXION Tipo: "rana"

PESO = 2.75 veces

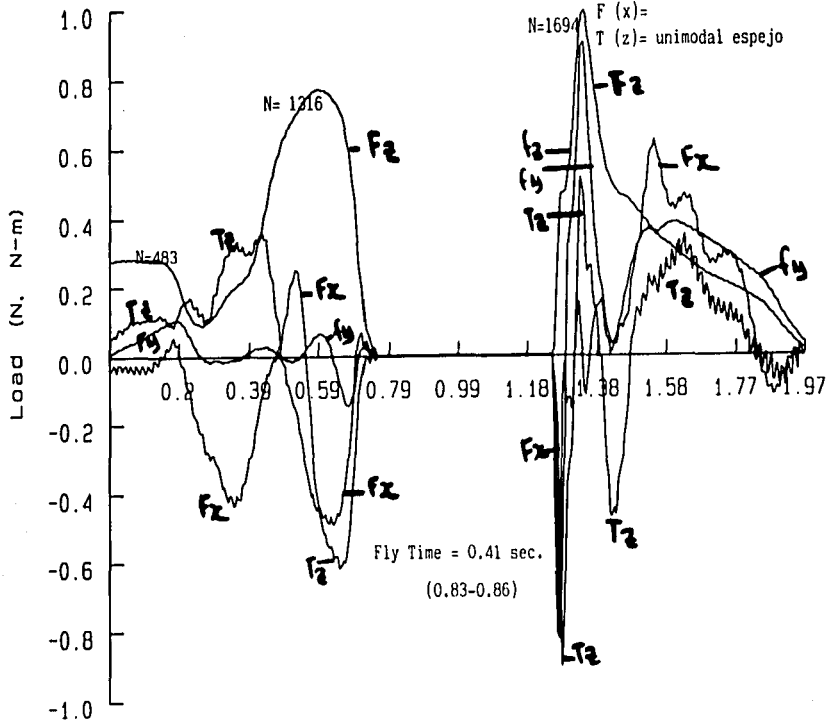
R C/R= arriba (30 cm)

R F/P= bueno

MORFOLOGIA: Unimodal (+45°)

F (x)=

T (z)= unimodal espejo



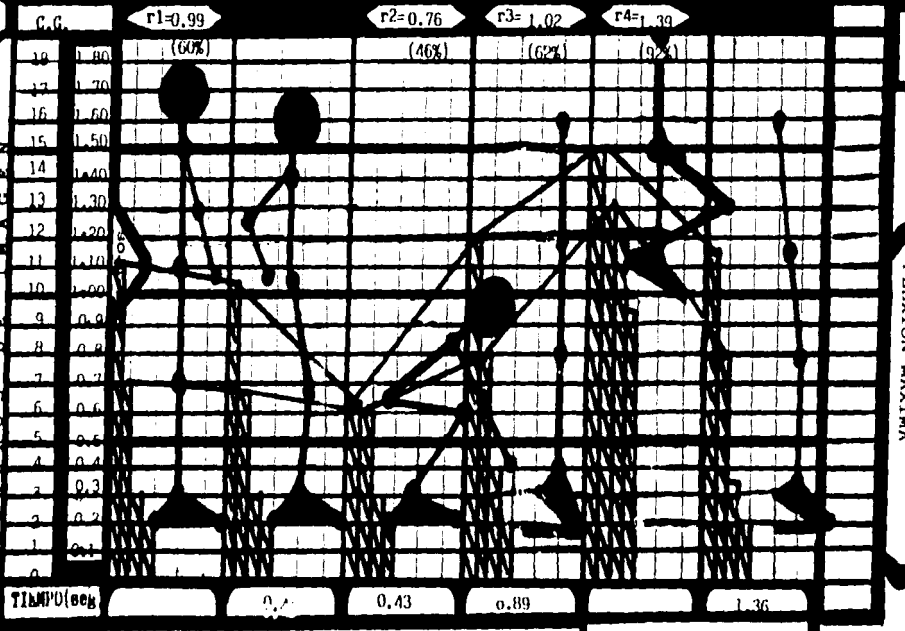
- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE: FONSECA SANCHEZ MIGUEL ARIAD. 16 SEXO: M PESO: 53 TALLA: 1.65  
 DEPORTE: ATLETISMO CATEGORIA JUV. MAYOR EQUIPO REPRESENT. U.N.A.M.  
 FOLIO: FOSM790724 No. SALTO: 2 TÉCNICA: FLEXION MAXIMA

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSI	MAX. FLEXION	%. JOE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA	18	17	11				
TRUNCO							
CADERA	11 h1= 0.90 m	10.5	6.6 h2= 0.45m	12 h3= 1.00 m	15 h4= 11.5 m	11.5	
RODILLA	7.0	6.8	6.0	8.0	13	8.0	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	4.0	12	3.5	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	9.5	2.0	
HOMBRO	15	14	8.5				
CODO	13	12.8	6.5				
MUÑECA	10.5	10.5	4.0				



cuadro 8.4 cm = 10 cm

h (c.g.) = 40 cm

FONSECA SANCHEZ MIGUEL A. 165

SV ATLET. R. FOSM790724

Fx: 400 N Fy: 50 N Fz: 2200 N Tz: 7 N-m

Fz. norm. = 1.01

PESO= 531.8 (N)

ATLETA No. 15

03-14-96

f446ae

FLEXION MAXIMA

PESO= 2.3 veces

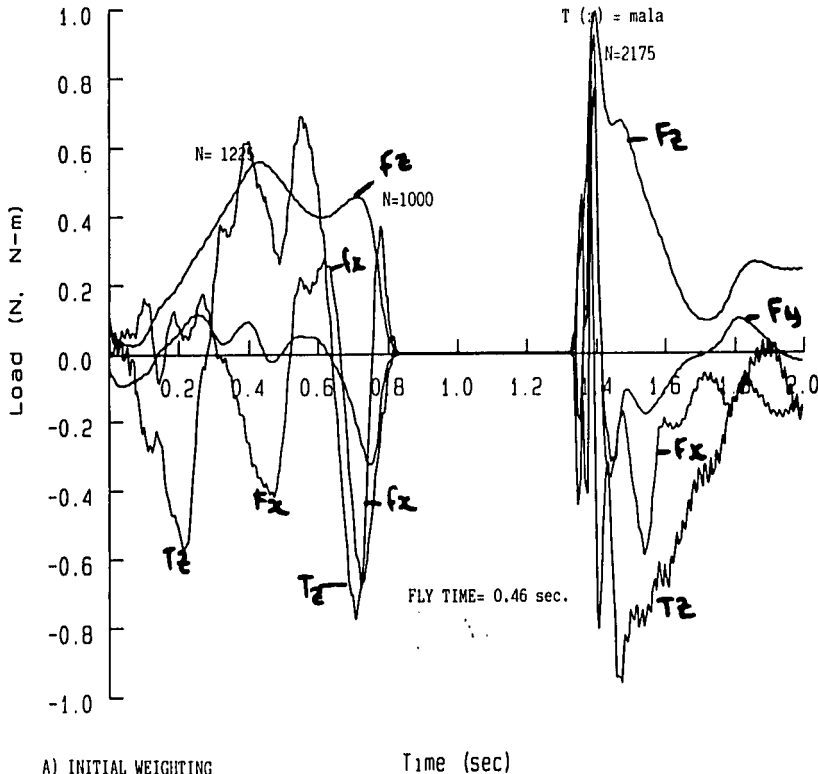
R C/R=Iguual (5 cm)

R F/P=Mala

MORFOLOGIA= Bimodal (+)

F (x) =

T (x) = mala



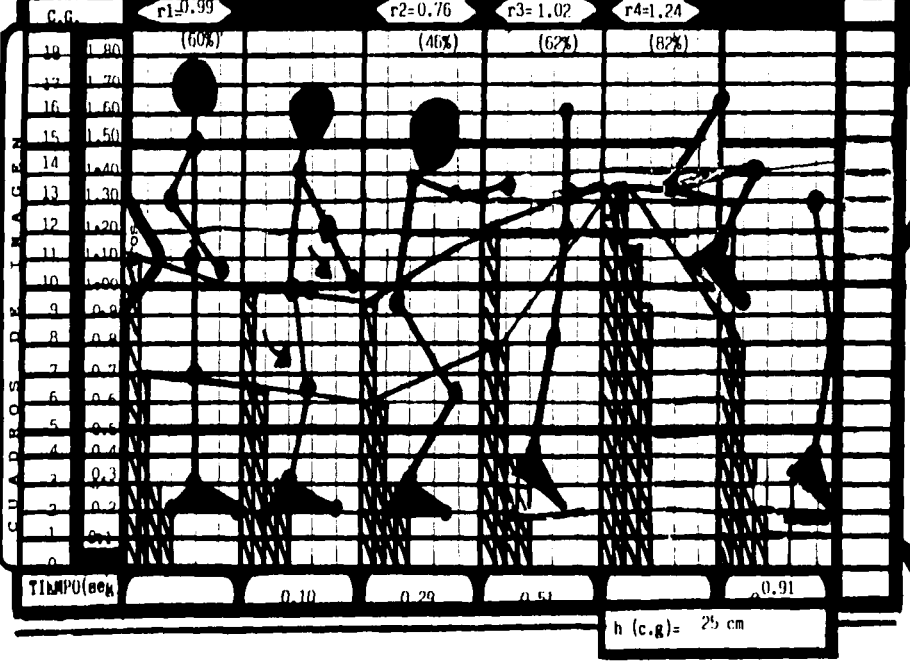
- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE: FONSECA SANGRINIZ MIGUEL ALEJANDRO    SEXO: M    PESO: 53    TALLA: 1.66  
 DEPORTE: ATLETISMO    CATEGORÍA: JUVENIL MAY EQUIPO REPRESENTATIVO: U.N.A.M.  
 FOTO: FOSM790724    No. SALTO: 3    TÉCNICA: SEMIFLEXION "Rana"  
 SEMIFLEXION "Rana"

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA	18	17	17				
TRONCO							
CADERA	11.0	9.8	9.5	12	13.5	13	
	h1= 0.90 m		h2= 0.75 m	h3= 1.00 m	h4= 1.15 m		
RODILLA	7.0	6.5	6.0	8.0	14.0	8.0	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	4.0	11.5	4.0	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	9.5	2.0	
HOMBRO	15.0	14.0	14.0				
COXO	13.0	12.0	13.0				
NUÑECA	10.3	10.0	13.5			12.0	



cuadro 8.4 cm = 10 cm

ATLETA No. 16

03-14-96

FONSECA SANCHEZ MIGUEL A. 165

SV 2 RANA

Fx: 300 N Fy: 60 N Fz: 1900 N Tz: 6 N-m

Fz norm. = 0.94

PESO= 536.4 (N)

SEMIFLEXION "Técnica: Rana" f44764

PESO= 3.41 veces

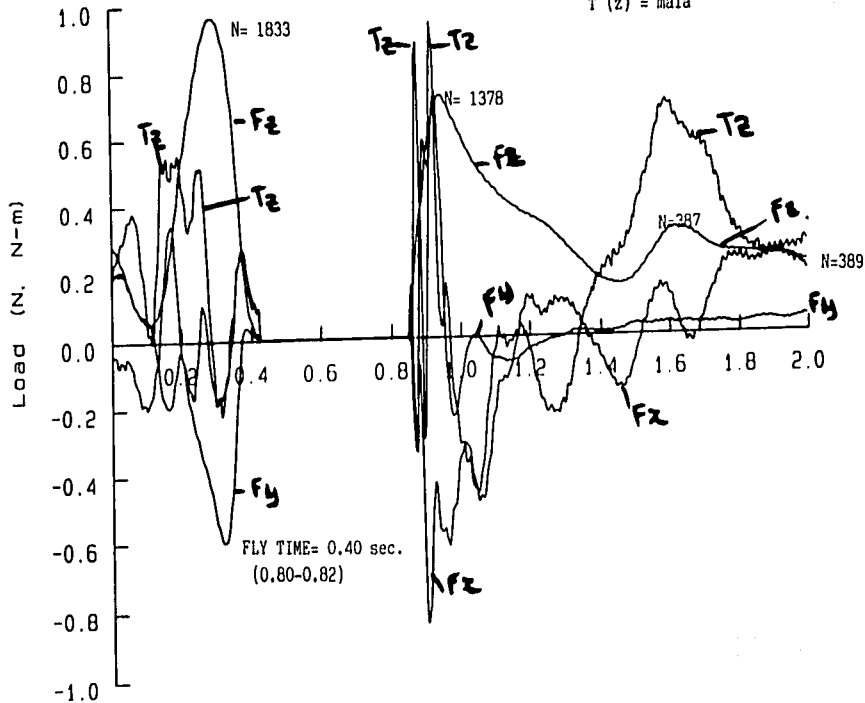
R C/R= arriba (35 cm)

R F/P= buena

MORFOLOGIA: Unimodal (+45°)

F (x) =

T (z) = mala



- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME



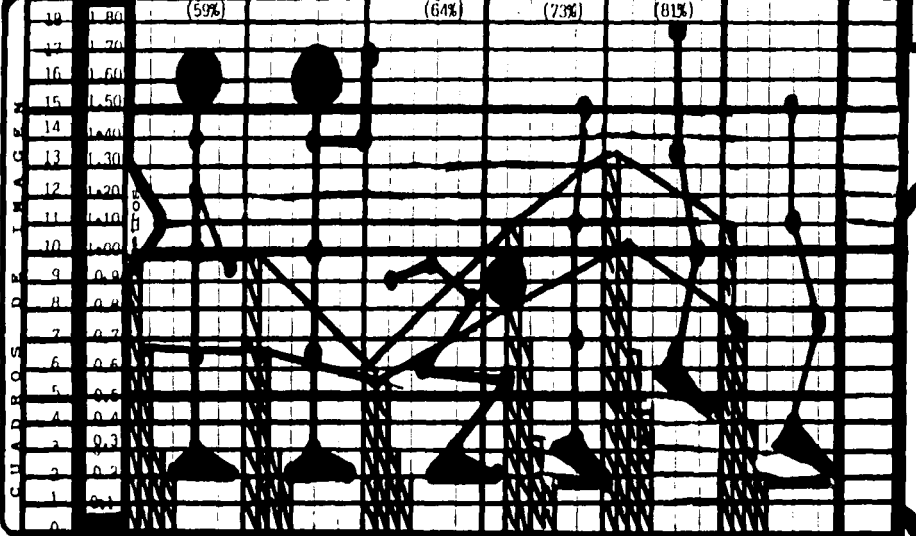
ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE : CASTRO POTENCIANO KARLA EDAD: 16 SEXO: F PESO: 55.4 TALLA: 1.54  
 DEPORTE : ATLETISMO CATEGORÍA: JUV. MAYOR EQUIPO REPRESENT. U.N.A.M.  
 FOLIO: CVK791028 No. SALTO: 2 TÉCNICA: FLEXION MAXIMA

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA	17	17	10				
TRONCO							
CADERA	10	10	6.0	11	13.5	11.0	
	h1= 0.80 m		h2= 0.40 m	h3= 0.90 m	h4= 1.15 m		
RODILLA	6.5	6.5	5.5	7.0	10.0	7.5	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	3.5	6.5	4.0	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	4.5	2.0	
HOMBRO	14	14	8.5				
CODO	12	14	9.8				
MUÑECA	9.5	17	9.0				

C.G. r1=0.91 r2= 0.99 r3= 1.13 r4=1.26

cuadro 8.4 cm = 10 cm



Tiempo (seg) 0.09 0.71 1.18 1.59

h (c.g.)= 35 cm

17

CASTRO POTENCIANO KARLA 1545

SV ATL R CAPK791028

Fx: 300 N Fy: 50 N Fz: 2300 N Tz: 20 N-m

Fz. norm. =1.01

PESO= 552.5 (N)

FLEXION MAXIMA

PESO= 2.58 veces

R C/R=igual (5 cm)

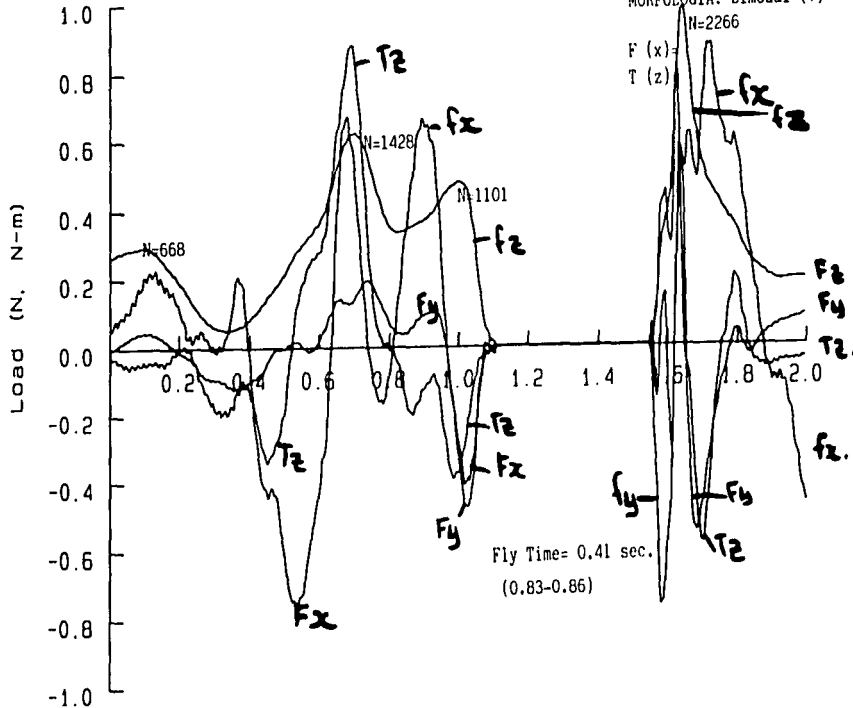
R F/P=buena

MORFOLOGIA: Bimodal (+)

N=2266

F (x)

T (z)



- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

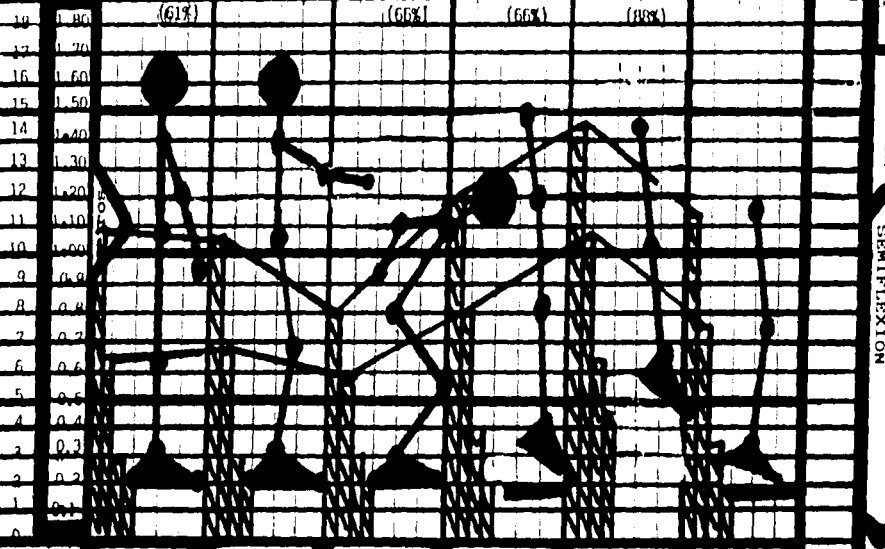
ANÁLISIS DE IMÁGENES (SAITTO VERTICAL)

NOMBRE: BALTAZAR FERREIRA NANCY EDAD: 16 SEXO: F PESO: 58 TALLA: 1.50  
 DEPORTE: ATLETISMO CATEGORIA: JUV. MAYOR EQUIPO REPTVO. U.N.A.M.  
 FOLIO: BAFN790316 No. SALTO: 1 TÉCNICA: SEMIFLEXION

18

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CADEZA	17	17	13				
TRONCO							
CADERA	10.8 h1= 0.809 m	10.5	8.0 h2= 0.60 m	12.0 h3= 1.00 m	14.5 h4= 1.25 m	11.5	
RODILLA	6.5	6.8	5.5	8.0	10.3	7.5	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	4.0	6.5	3.5	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	4.8	2.0	
HOMBRO	14.0	14.0	11.0				
CODO	12.2	13.0	11.0				
MUNECA	9.5	12.5	9.5				

C.G.      r1= 0.91      r2= 1.05      r3= 1.06      r4= 1.42



TIEMPO (seg)      0.00      0.43      0.95      1.38      1.60      1.27

h (c.g.)= 44 cm

cuadro B.4 cm = 10 cm

ARTICULACIONES

CUADROS DE IMAGEN

DAI, TAZANI FERREIRA NANCY 159

SV ATL R BAFN790516

Fx: 500 N Fy: 60 N Fz: 2400 N Iz: 20 N-m

Fz norm.=1.02

PESO = 584.1 (N)

SEMIFLEXION

PESO= 2.12 veces

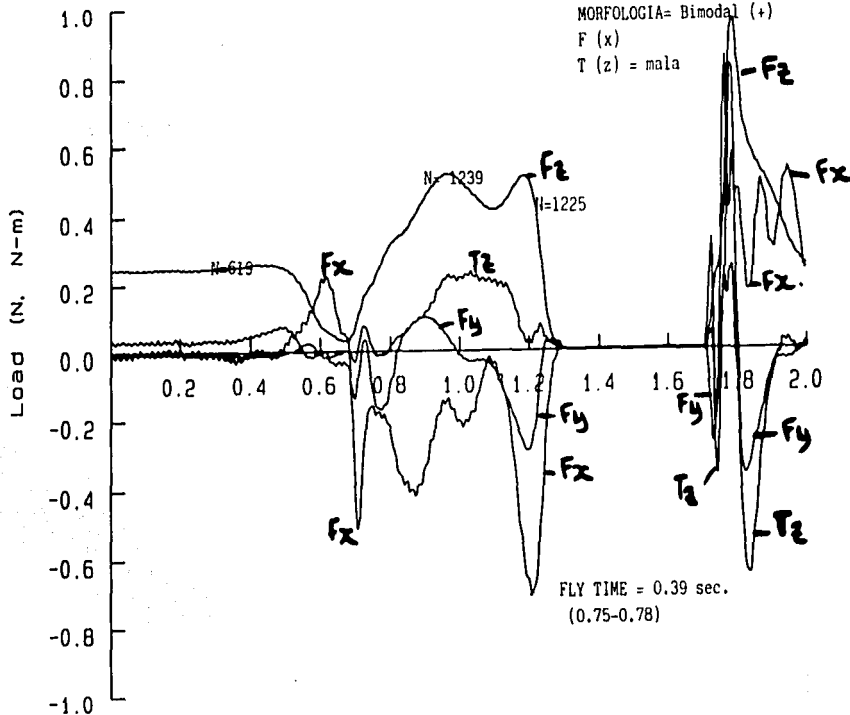
R C/R= arriba 25 cm)

R F/P= buena

MORFOLOGIA= Bimodal (+)

F (x)

T (z) = mala



- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION.

FORCES AND TORQUE VS. TIME

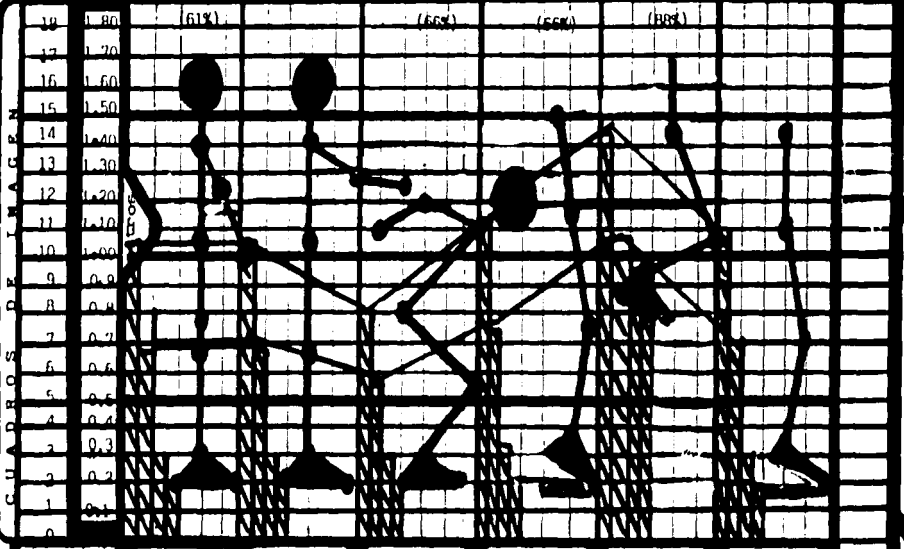
ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE: BALTAZAR FERRERIRA NANCY EDAD: 16 SEXO: F PESO: 58 TALLA: 1.59 m  
 DEPORTE: ATLETISMO CATEGORÍA: JUV. MAYOR EQUIPO REPRESENTATIVO: U.N.A.M.  
 FOLIO: BAFN790516 No. SALTO: 2 TÉCNICA: SEMIFLEXIÓN "HANA"

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXIÓN	DESPEGUE	(h) MÁXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA	17	17	13				
TRONCO							
CADERA	10.5 h1= 0.805 m	10.5	8.0 h2= 0.60 m	11.5 h3= 0.95 m	14.5 h4= 1.25 m	11.0	
RODILLA	6.8	6.8	5.5	7.5	10.5	7.0	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	3.5	9.5	3.5	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	7.8	2.0	
HOMBRO	14	14.0	11.0				
CODO	12.5	13.0	12.0				
MUÑECA	9.8	12.5	11.0				

C.G.  $r1=0.98$   $r2=1.05$   $r3=1.06$   $r4=1.42$

CUADROS DE IMAGEN = 10 cm cuadro 8.4 cm



TIEMPO (seg) 0.00 1.01 0.60 1.05 1.47

h (c.g.) = 44 cm

19

BALTAZAR FERREIRA NANCY 159

SV2 ATL R BAFN790516

Fx: 300 N Fy: 40 N Fz: 2100 N Tz: 7 N-m

Fz norm.= 0.99

PESO= 582.0 (N)

SEMIFLEXION: "Técnica de rana"

PESO = 2.16 veces

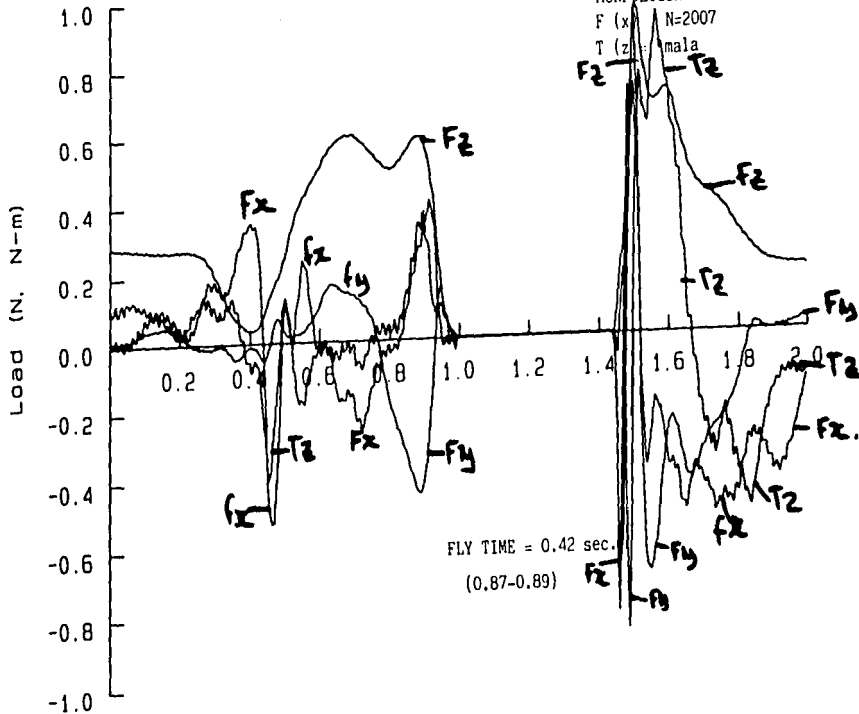
R C/R= arriba (25 cm)

R F/P= buena

MORFOLOGIA= Bimodal (+)

F (x) N=2007

T (z) mala



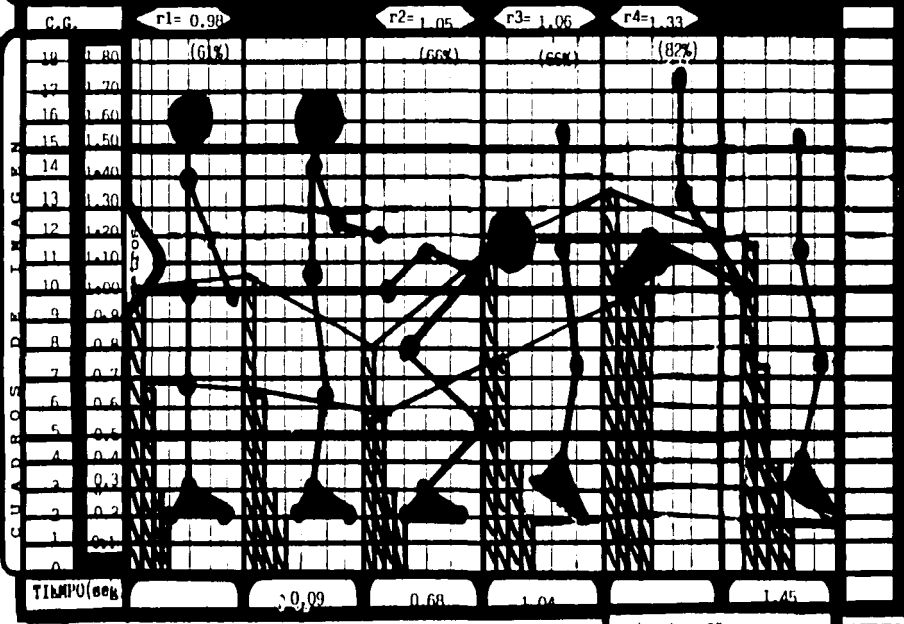
- A) INITIAL WEIGHING
- B) MAJOR UNWEIGHING
- C) FINAL WEIGHING
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

FORCES AND TORQUE VS. TIME

ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE : BALTAZAR FERREIRA NANCY EDAD: 16 SEXO: F PESO: 58 TALLA: 1.50  
 DEPORTE : ATLETISMO CATEGORÍA JUV. MAYOR EQUIPO REPRESENTATIVO: U.N.A.M.  
 FOLIO: BAPN/90516 No. SALTO: 3 TÉCNICA: SEMIFLEXIÓN "Salto: atrás"

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA			13				
TROMCO							
CADERA	10.0 h1=0.80 m	10.5	8.0 h2= 0.60 m	11.5 h3= 0.95 m	13.5 h4= 1.15 m	11.5	
RODILLA	6.8	6.5	5.5	7.5	10.0	7.5	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	4.0	12.0	4.0	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	10.5	2.0	
HOMBRO	14.0	14.0	10.8				
CODO	12.0	12.5	11.5				
MUÑECA	9.8	12.0	10.0				



cuadro 8.4 cm = 10 cm

20

BALTAZAR FERREIRA NANCY 159

SV3 ATL R BAFN790516

Fx: 300 N Fy: 90 N Fz: 2000 N Tz: 6 N-m

03-14-96

f4556a

Fz norm, = 0.99

PESO= 591.0 (N)

SEMIFLEXION : Salto "atrás"

PESO = 2.10 veces

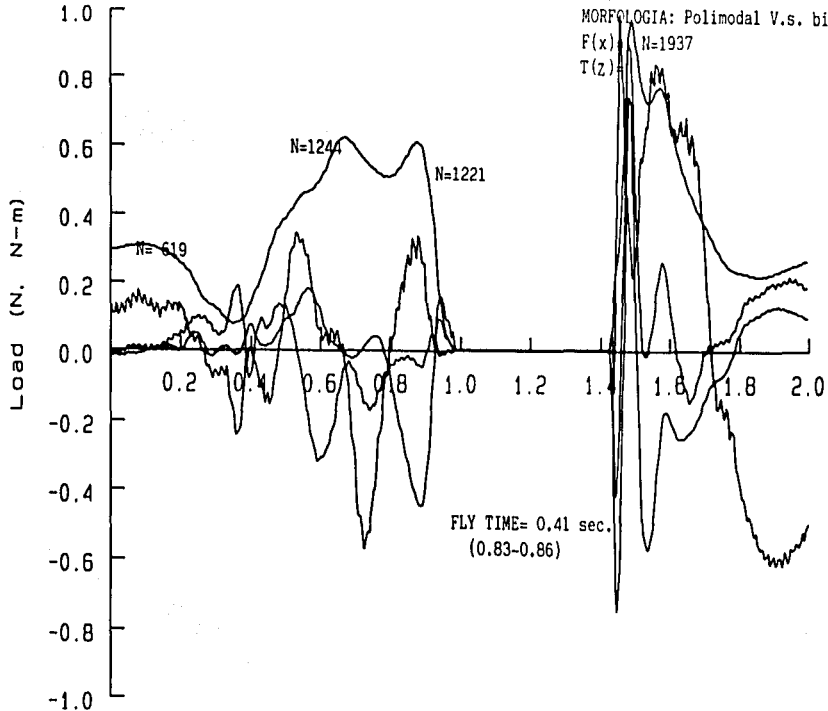
R C/R= arriba (25 cm)

R F/P= buena

MORFOLOGIA: Polimodal V.s. bimodal

F(x) N=1937

T(z)



FLY TIME= 0.41 sec.  
(0.83-0.86)

Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION



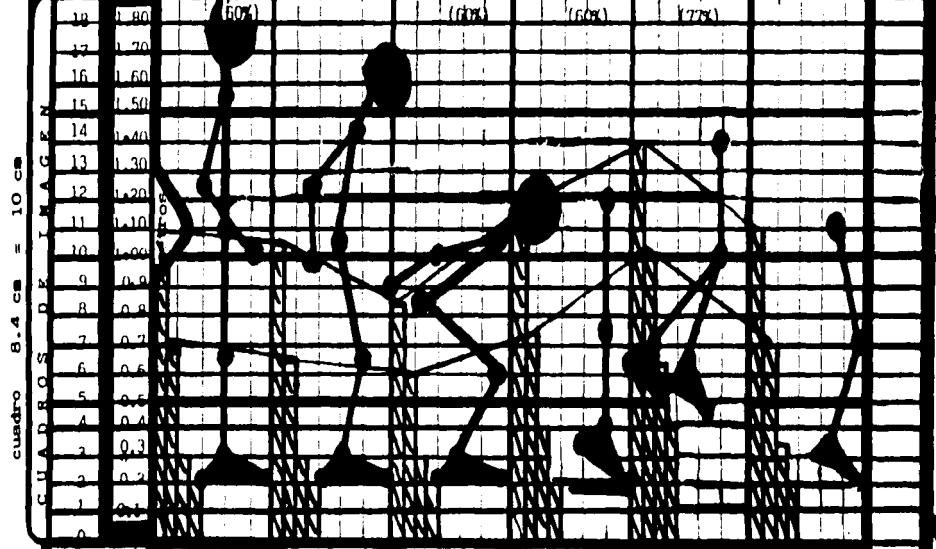
ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE: GARCIA RICHARDO BRENDA EDADE: 16 SEXO: F PESO: 49 TALLA: 1.67 m  
 DEPORTE: ATLETISMO CATEGORIA: JUV. MAYOR EQUIPO REPRESENTATIVO: U.N.A.M.  
 FOLIO: CAP79/114 No. SALTO: 1 TÉCNICA: SEMIFLEXION

21

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CAPIZA			13.0				
TRONCO							
CADERA	11.0 h1= 0.90 m	10.5	8.5 h2= 0.65 m	12.0 h3= 1.00 m	14.0 h4= 1.20 m	11.0	
RODILLA	6.8	6.5	6.0	7.5	10.0	7.0	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	4.0	6.5	3.5	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	4.5	2.0	
HOMBRO	15.5	14.5	10.5				
CODO	12.5	12.5	10.0				
MUÑECA	10.0	9.8	9.0				

C.G.      r1= 1.01      r2= 1.00      r3= 1.01      r4= 1.31



TIEMPO (seg)      0.00      0.30      0.71      1.12      1.53

h (c.g.)= 30 cm

GARCIA PICHARDO BRENDA 167

ATLETA No. 21

03-14-96

SV ATL R GAPB791114

14570c

Fx: 300 N Fy: 200 N Fz: 1800 N Iz: 20 N-m

SEMIFLEXION

PESO = 2 veces

R C/R= arriba (25 cm)

R F/P= buena

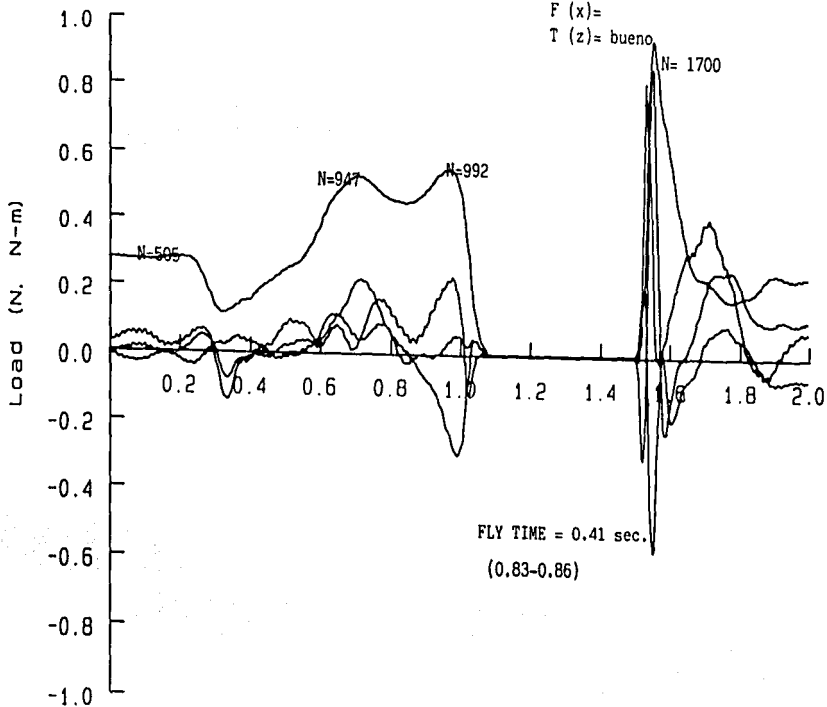
MORFOLOGIA: Bimodal (-)

F (x)=

T (z)= bueno

Fz norm.=0.92

PESO= 495.3 (N)



- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

2 2

NOMBRE: GARCIA PICHARDO HRENDA EDAD: 16 SEXO: F PESO: 49 TALLA: 1.67m  
 DEPORTE: ATLETISMO CATEGORIA: JUV. MAYOR EQUIPO REPRESENTADO: U.N.A.M.  
 POLIO: GMPH791114 No. SALTO: 2 TÉCNICA: SEMIFLEXION "Paraná"

22

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CARRZA							
TRONCO							
CADERA	11.0 h1= 0.90 m	10.5	9.0 h2= 0.70 m	12.0 h3= 1.00 m	13.0 h4= 1.10 m	11.5	
RODILLA	6.8	6.8	6.0	8.0	14.0	7.5	
TOBILLO	3.0	3.0	4.0	4.0	11.5	4.0	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	9.5	2.0	
HOMBRO	15.5	16.0	13.0				
CODO	12.5	13.0	10.0				
MANECA	10.0	10.0	8.0				

C.G.  $r1= 1.01$   $r2= 1.00$   $r3= 1.01$   $r4= 1.21$



TIEMPO (seg)

0.35      0.82      1.06      1.47

h (c.g.)= 20 cm

cuadro 8.4 cm = 10 cm

ATLETA No. 22

GARCIA PICHARDO BRENDA 167

SV2 ATL R GAPB791114

Fx: 300 N Fy: 100 N Fz: 1800 N Tz: 7 N-m

PESO= 479.9 (N)

Fz norm. = 1.03

03-14-96

f4576e

SEMIFLEXION: "Tipo rana"

PESO= 2.54 veces

R C/R= arriba (30 cm)

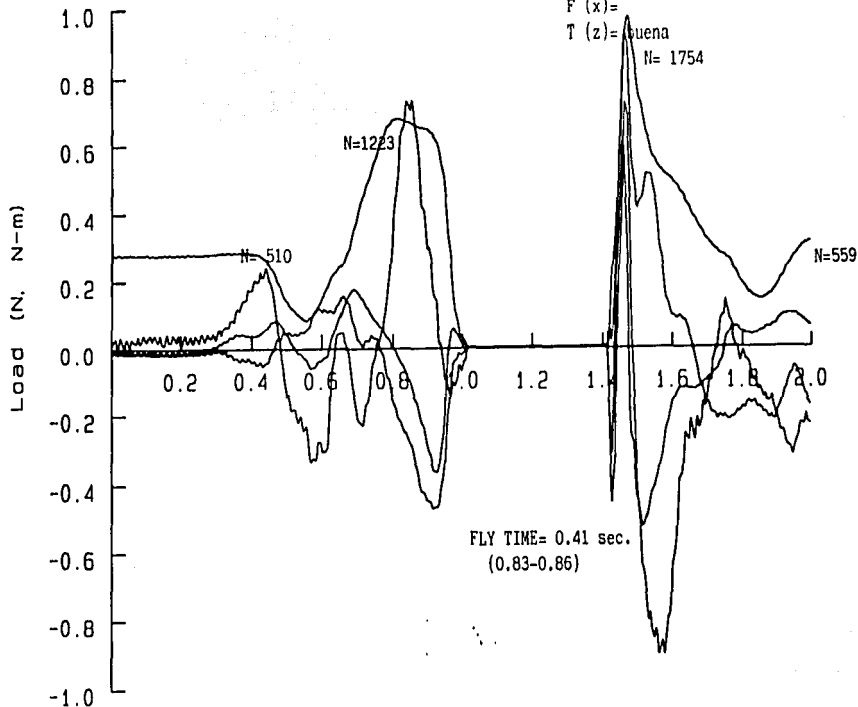
R F/P= buena

MORFOLOGIA: UNIMODAL (+de 45°)

F (x)=

T (z)= buena

N= 1754



- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

FORCES AND TORQUE VS. TIME

ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE: RAMÍREZ GARCÍA JAVY EDAD: 17 SEXO: F PESO: 48 TALLA: 1.49 m  
 DEPORTE: ATLETISMO CATEGORÍA: JUV. MAYOR EQUIPO REPRESENTATIVO: U.N.A.M.

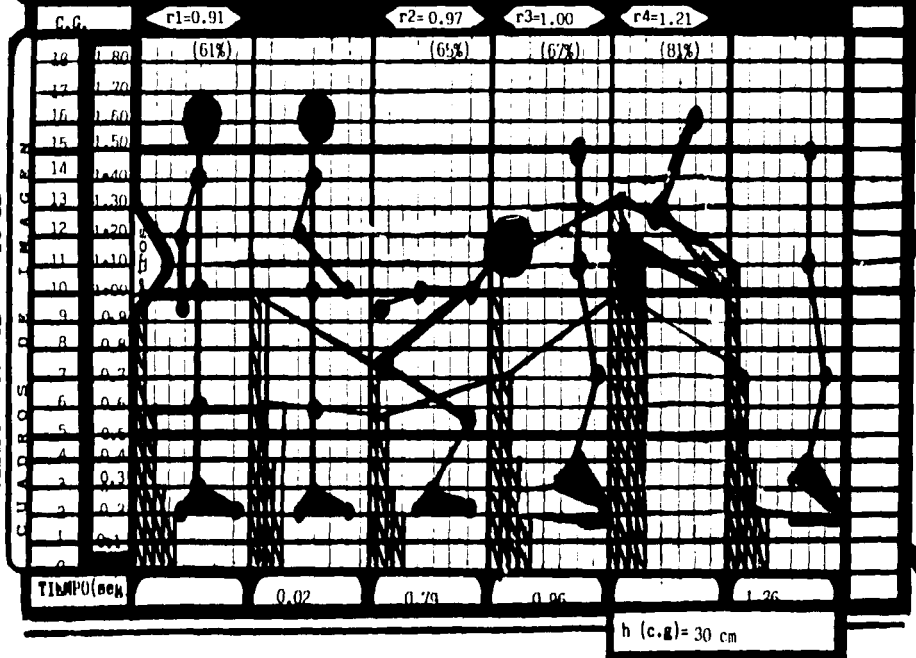
FOLIO: RACJ790129

No. SALTO: 1

TECNICA: 1

SEMIFLEXIÓN "Salto atrás"

POSICIONES	NRUTRA	INICIO IMPULS	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA	17.0	17.0	12.5				
TRONCO							
CADERA	10.0	10.0	7.5	11.0	13.0	11.0	
	h1= 0.80 m		h2= 0.55 m	h3= 0.90 m	h4= 1.10 m		
RODILLA	6.0	6.0	5.5	7.0	10.0	7.0	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	4.0	11.5	4.0	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	9.0	2.0	
HOMBRO	14.0	14.0	10.0				
CODO	12.0	12.0	10.0				
HUÍNECA	9.5	10.0	9.5				



r1=0.91 (61%) r2=0.97 (65%) r3=1.00 (67%) r4=1.21 (81%)

23

RAMIREZ GARCIA JAMY 149

SV ATL R RAGJ790129

Fx: 300 N Fy: 40 N Fz: 2200 N Tz: 9 N-m

Fz norm.= 1.00

PESO= 485.2 (N)

SEMIFLEXION: "Salto atrás"

PESO = 2.11 veces

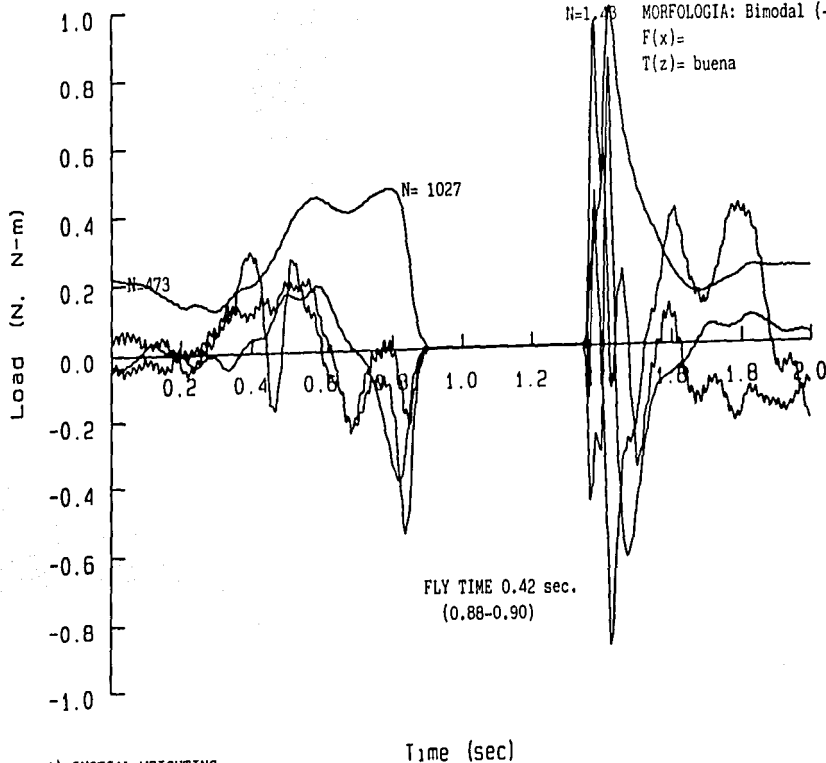
R C/R= arriba(20 cm)

R F/P= buena

MORFOLOGIA: Bimodal (-)

F(x)=

T(z)= buena



- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE: RAMÍREZ GARCÍA JAVY  
 DEPORTE: ATLETISMO  
 FOLIO: RAGJ790129

Mo. SALTO: 2

TECNICA: SEMIFLEXION "Rana"

EDAD: 17

SEXO: F

PESO: 48

TALLA: 1.49 m

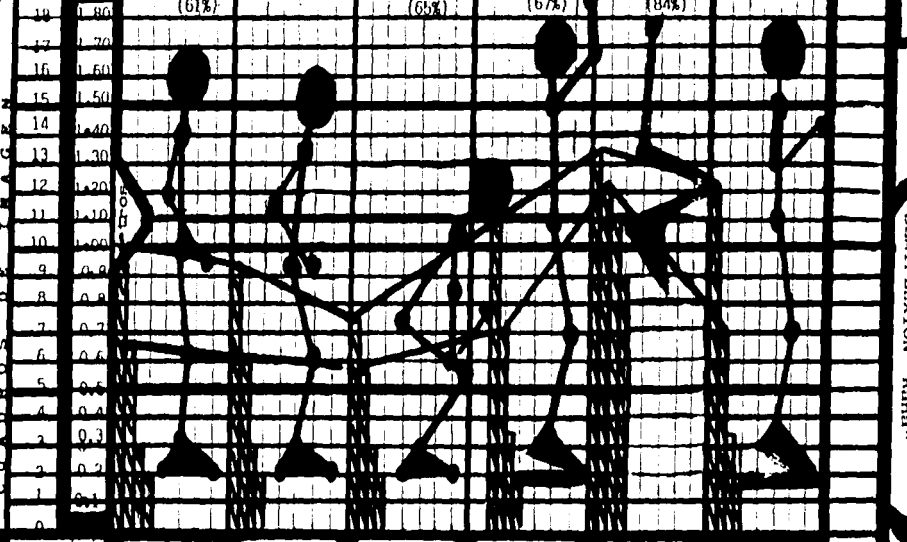
CATEGORIA: JUV. MAYOR EQUIPO REP. U.N.A.M.

24

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA			13.2				
TRONCO							
CADERA	10.0 h1= 0.80 m	9.5	7.5 h2=0.55 m	11.0 h3= 0.90 m	13.5 h4= 1.15 m	11.0	
RODILLA	6.3	6.0	5.5	7.0	12.0	7.0	
TOBILLO	3.0	3.0	3.0	3.5	11.0	3.5	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	9.0	2.0	
HOMBRO	14.0	13.5	10.5	15.0			
COXO	12.0	11.5	8.5	13.5		13.0	
MUNECA	9.5	9.0	6.0				

C.G.	r1= 0.91	r2= 0.97	r3= 1.00	r4= 1.26
------	----------	----------	----------	----------

CUADROS DE MAGNITUDES = 10 cm



TIEMPO (seg)	0.01	0.57	0.95	1.26
--------------	------	------	------	------

h (c.g.) = 35 cm

RAMIREZ GARCIA JAMY 149

SV2 ATL R RAGJ790129

Fx: 200 N Fy: 60 N Fz: 1900 N Tz: 20 N-m

Fz norm. = 1.00

PESO= 484.9 (N)

03-14-96

f45a30

SEMIFLEXION:Tipo: "rana"

PESO= 2.26 veces

R C/R=arriba (20 cm)

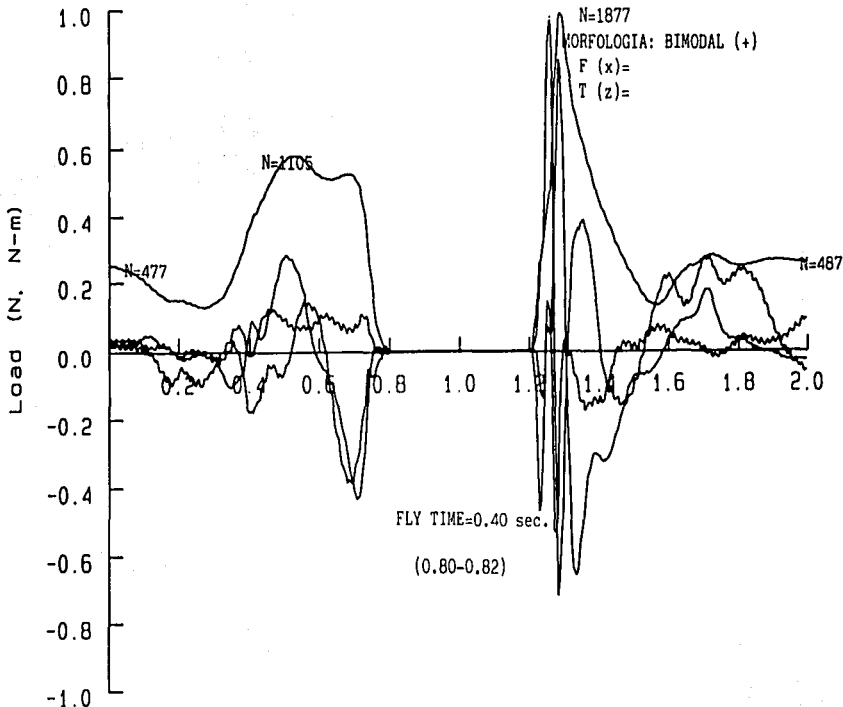
R F/P=buena

N=1877

MORFOLOGIA: BIMODAL (+)

F (x)=

T (z)=



- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

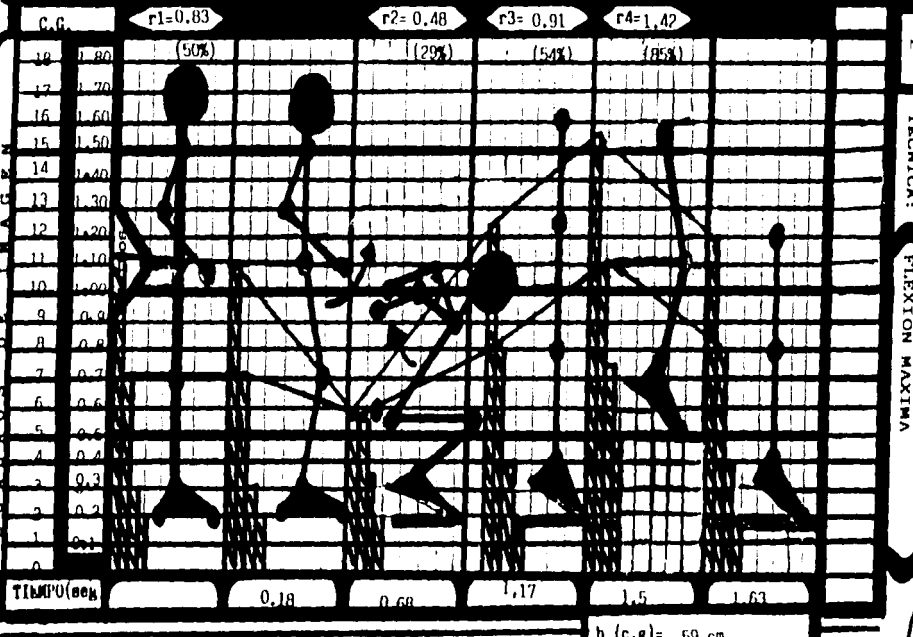
Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME



ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE: XILTE MAXTHA ALBERTO      EDADE: 17 años      SEXO: M      PESO: 48      TALLA: 1.67 m  
 DEPORTE: ATLETISMO      CATEGORÍA: JUV. MAYOR      EQUIPO: REPTIVO. U.N.A.M.  
 FOLIO: XIMA 790306      No. SALTO: 2      TÉCNICA: FLEXION MAXIMA

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CABEZA	18.0	17.5	11.2				
TROMCO							
CADERA	11.0 h1= 0.90 m	11.0	5.5 h2= 0.35 m	12.5 h3= 1.05 m	15.5 h4= 1.35 m	12.0	
RODILLA	7.0	7.0	5.5	8.0	11.0	8.0	
TOBILLO	3.0	3.0	3.5	4.0	7.5	4.0	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	5.0	2.0	
HOMBRO	15.0	15.0	9.0				
CODO	13.0	13.0	10.0				
MANECA	10.5	10.8	9.5				



cuadro 8.4 cm = 10 cm

h (c.g.) = 59 cm

25

XITHE MAXTHA ALBERTO 167

SV ATL R XIMA790306

Fx: 200 N Fy: 100 N Fz: 1900 N Iz: 6 N-m

Fz norm. 0.99

PESO= 488.0 (N)

FLEXION MAXIMA

PESO= 2.61 veces

R C/R= igual

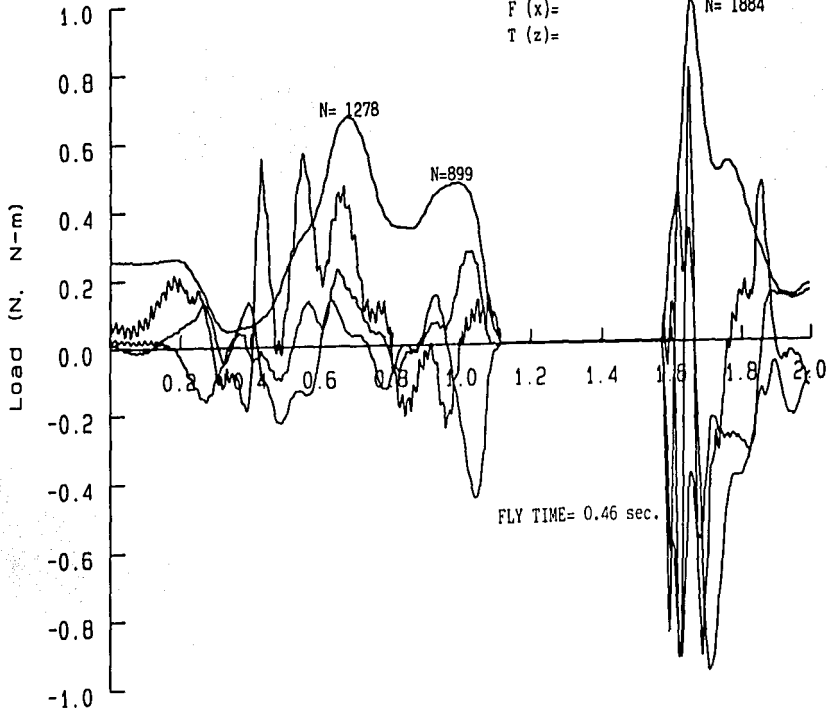
R F/P= buena

MORFOLOGIA= Bimodal (+)

F (x)=

T (z)=

N= 1884



- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

Time (sec)  
FORCES AND TORQUE VS. TIME

ANÁLISIS DE IMÁGENES (SALTO VERTICAL)

NOMBRE : XIITE MAXTIVA ALBERTO      EDAD: 17 a    SEXO: M    PESO: 48    TALLA: 1.67 m  
 DEPORTE : ATLETISMO      CATEGORIA : JUV. MAYOR EQUIPO REP.TVO.    U.N.A.M.  
 FOLIO: XIIMA 790306      No. SALTO: 3      TÉCNICA: SEMIFLEXION "Rana"

26

POSICIONES	NEUTRA	INICIO IMPULSO	MAX. FLEXION	DESPEGUE	(h) MAXIMA	CAIDA	C.G.
CAJEZA			17.0				
TRONCO							
CADERA	11.0 h1=0.90 m	11.0	9.0 h2=0.70 m	12.0 h3=1.00 m	14.0 h4=1.20 m	12.0	
RODILLA	7.0	7.0	6.0	8.0	15.0	8.0	
TOBILLO	3.0	3.0	3.5	4.0	13.0	4.5	
PIE	2.0	2.0	2.0	2.0	10.8	2.0	
HOMBRO	15.0	15.0	14.0				
CODO	13.0	13.5	11.0				
MUÑECA	10.0	11.0	9.0				

ARTICULACIONES

CUADROS DE IMAGEN

cuadro 8.4 cm = 10 cm



h (c.g.) = 44 cm

XITHE MAXTHA ALBERTO 167

SV2 ATL R XIMA790306

Fx: 200 N Fy: 60 N Fz: 2000 N Tz: 20 N-m

ATLETA No.26

03-14-96

f46216

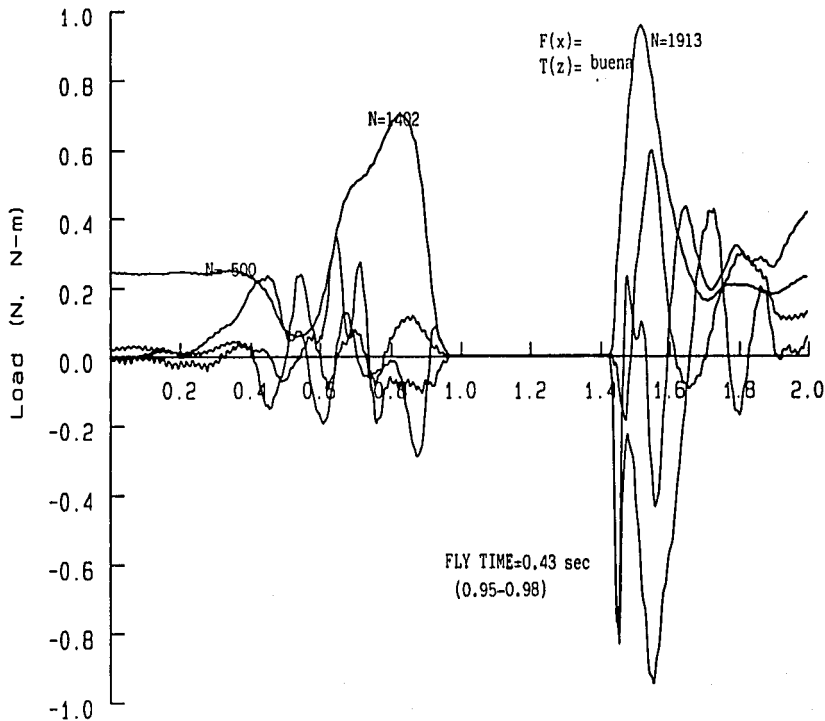
SEMIFLEXION: Técnica: rana"

PESO= 2.921veces

R C/R = arriba (30 cm)

R F/P = buena

MORFOLOGIA: Uni-bimodal



- A) INITIAL WEIGHTING
- B) MAJOR UNWEIGHTING
- C) FINAL WEIGHTING PHASES
- D) MAXIMUM HIP FLEXION
- E) MAXIMUM KNEE FLEXION

FORCES AND TORQUE VS. TIME

A N E X O I

A) GRAFICA / TECNICA


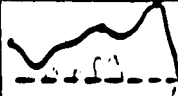
B) FASE DE VUELO

ANÁLISIS DE FUERZAS Y TORCAS V. S. TIEMPO

HOJA No. 1

(A)

\*\*\*\* TIPO DE GRAFICA Y TECNICA DE SALTO \*\*\*\*

ATLETA NO.	PESO ( N )	F ( N )				F z ( MAXIMAS )				F y		F z		T z	GRAFICA Fz / Fv	TECNICA
		Fx	Fy	Fm	Tz	1	2	3	4	PROP	DRAX	MAX.	MIN.	MAX.		
1																
		Fz (Norm.) =				TIEMPO										
2																
		Fz (Norm.) =				TIEMPO										
3																
		Fz (Norm.) =				TIEMPO										
4	510.1	500	200	3000	20	1114	1019	790	499	-15	96	99	-55	4	-6	
		Fz (Norm.) = 0.85				0.45 0.80 1.44 1.61									FLEXION MAXIMA C = R Bimodal	
		Fz (Norm.) = 0.99				TIEMPO									FLEXION MAXIMA C / R unimodal	

CALIFICACION:  
(Fz Norm.) - 1.5 = (1) 1.6-2.0 = (2)  
2.0-2.5 = (3) 2.6-2.9 = (4)  
3 ó + = (5)

CALIFICACION: polimodal (1)  
bimodal (-) (2) (+) (3)  
unimodal (+5°) (5) -45° (4)

**ANÁLISIS DE FUERZAS Y TORCAS V.S. TIEMPO**  
 \*\*\*\* TIPO DE GRAFICA Y TECNICA DE SALTO \*\*\*\*

ATLETA NO.	PESO (N)	F (N)				Fz (MAXIMAS)				Fy		Fz		Tz		GRAFICA Fz / Fy	TECNICA
		Fx	Fy	Fb	Tz	1	2	3	4	PROP	BRAK	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.		
6	693.2	100	70	280	20	699	1827	1500	2747	-61	55	189	-389	6	-11		FLEXION MAXIMA CÍ RÍ (5 cm) Bimodal Polimodal
Fz (Norm.) = 1.01					0.02 0.71 0.9 1.74				TIEMPO								
7	625.8	300	200	1100	40	1359	1501	2020	955	-15	73	235	-124	31	-9		SEMIFLEX. Talón CÍ RÍ (25 cm) Bimodal
Fz (Norm.) = 0.96					0.59 0.81 1.5 1.73				TIEMPO								
8	630.7	300	200	2200	40	1404	1509	2131	1136	-52	179	210	-204	36	-37		SEMIFLEX. CÍ RÍ (20 cm) Bimodal
Fz (Norm.) = 1.00					0.50 0.72 1.5 1.73				TIEMPO								
9																	SEMIFLEX. "Rana" CÍ RÍ (15 cm) Unimodal
Fz (Norm.) =					TIEMPO												
10																	SEMIFLEX. "Rana" CÍ RÍ Bimodal
Fz (Norm.) =					TIEMPO												

CALIFICACION: - 1.5 = (1)    1.6-2.0 = (2)  
 (Fz Norm.) 2.0-2.5 = (3)    2.6-2.9 = (4)  
 3 6 + = (5)

CALIFICACION: polimodal (1)  
 bimodal (-) (2)    (+) (3)  
 unimodal (+45°) (5)    -45° (4)

ANÁLISIS DE FUERZAS Y TORCAS V. S. TIEMPO

HOJA No. 3

(A)

\*\*\* TIPO DE GRAFICA Y TECNICA DE SALTO \*\*\*

ATLETA NO.	PESO ( H )	F ( N )				Fz (MAXIMAS)				Fy		Fz		Tz		GRAFICA Fz / Fy	TECNICA
		Fx	Fy	Fx	Tz	1	2	3	4	ROP	BRAK	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.		
11	555.3	400	40	160	7	567	1585	1261	1470	-38	29	347	-19	4	-6		FLEXION MAXIMA C ≠ R (10 cm) Bimodal (+)
Fz (Norm.) = 0.87						1.44	1.04	1.30	2.0	TIEMPO							
12	556.7	400	200	170	20	573	1629	1093	586	-29	138	393	-206	5	11		FLEXION MAXIMA C = R (5 cm) Bimodal (+)
Fz (Norm.) = 1.03						0.15	0.68	0.91	1.66	TIEMPO							
13	477.8	400	50	190	8	498	1191	832	843	-32	45	348	-184	8	-4		FLEXION MAXIMA ↑ Talón C = R (3cm) Bimodal (+)
Fz (Norm.) = 1.03						0.11	0.81	1.10	1.72	TIEMPO							
14	476.0	400	50	170	9	483	1313	-	169	-40	31	384	-328	4	-8		SEMIFLEX. "Rana" C ↓ R ↓ (30 cm) unimodal (+)
Fz (Norm.) = 0.95						0.05	0.59	1.34	TIEMPO								
15	531.8	400	50	220	7	1225	1000	-	175	-33	46	306	-178	5	-6		FLEXION MAXIMA C = R (5 cm) Bimodal (+)
Fz (Norm.) = 1.01						0.43	0.71	-	1.4	TIEMPO							

CALIFICACION: - 1.5 = (1) 1.6-2.0 = (2)  
 (Fz Norm.) 2.0-2.5 = (3) 2.6-2.9 = (4)  
 3 ó + = (5)

CALIFICACION: polimodal (1)  
 bimodal (-) (2) (+) (3)  
 unimodal (+45°) (5) -45° (4)


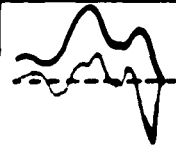


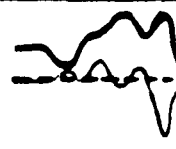


ANÁLISIS DE FUERZAS Y TORCAS V.S. TIEMPO

HOJA No. 4

(A)

\*\*\*\* TIPO DE GRAFICA Y TECNICA DE SALTO \*\*\*\*

ATLETA NO.	PESO (N)	F (H)				Fz (MAXIMAS)				Fy		Fz		Tz		GRAFICA Fz / Fv	TECNICA
		Fx	Fy	Fz	Tz	1	2	3	4	PROP	BRAN	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.		
16	536.4	300	60	1900	6	1833	1378	587	389	-50	20	221	180	5	-2		SEMIFLEX. "Rana" C I R I (35 cm) UNIMODAL +45°
Fz (Norm.) = 0.94						0.29 0.95 1.6 2.0				TIEMPO							
17	552.5	300	50	2360	20	668	1428	110	2266	-37	44	172	-227	17	-11		FLEXION MAXIMA C = R (5 cm) Bimodal †
Fz (Norm.) = 1.01						1.09 0.71 1.01 1.6				TIEMPO							
18	584.1	500	60	2400	20	619	239	1225	230	-42	51	414	-17	5	12		SEMIFLEX. C I R I (25 cm) Bimodal †
Fz (Norm.) = 1.0						0.43 0.96 1.19 0.79				TIEMPO							
19	582.0	300	40	2100	7	601	1262	124	200	-3	29	283	-207	6	-6		SEMIFLEX. "Rana" C I R I (25 cm) Bimodal †
Fz (Norm.) = 0.99						0.01 0.69 0.89 1.51				TIEMPO							
20	591.0	300	90	3000	6	619	1244	122	1937	-37	81	223	-223	6	-3		SEMIFLEX. Salto atrás C I R I (25 cm) POLIMODAL
Fz (Norm.) = 0.99						1.09 0.68 0.89 1.5				TIEMPO							

CALIFICACION: - 1.5 = (1) 1.6-2.0 = (2)  
 (Fz Norm.) 2.0-2.5 = (3) 2.6-2.9 = (4)  
 3 0 + = (5)

CALIFICACION: polimodal (1)  
 bimodal (-) (2) (+) (3)  
 unimodal (+45°) (5) -45° (4)

ANÁLISIS DE FUERZAS Y TORCAS V. S. TIEMPO

HOJA No. 5

(H)

\*\*\*\* TIPO DE GRÁFICA Y TÉCNICA DE SALTO \*\*\*\*

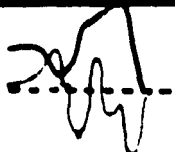
ATLETA	PESO	F (N)				Fz (MAXIMAS)				Fy	Fz		Tz	GRÁFICA	TÉCNICA		
NO.	(N)	Fx	Fy	Fz	Tz	1	2	3	4	PROP.	BRAX.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	Fz / Fy	
21	495.3	300	100	1800	20	505	947	92	1700	-114	38	256	-90	16	-2		SEMIFLEX. CI RI (25 cm)  "Bimodal"
$Fz (Norm.) = 0.92$																	
<p style="text-align: center;">TIEMPO</p>																	
22	479.9	300	100	1800	7	510	1223	1754	559	-46	93	217	-155	5	-6		SEMIFLEX. "Rana" CI RI (30 cm)  unimodal
$Fz (Norm.) = 1.03$																	
<p style="text-align: center;">TIEMPO</p>																	
23	485.2	300	40	2200	9	473	1027	-	218	-35	18	252	-188	8	-3		SEMIFLEX. "Salto árabe" CI RI (20 cm)  Bimodal
$Fz (Norm.) = 1.00$																	
<p style="text-align: center;">TIEMPO</p>																	
24	484.8	200	60	1900	20	477	1100	1877	487	-43	58	170	-131	2	-10		SEMIFLEX. "rana" CI RI (20 cm)  Bimodal +
$Fz (Norm.) = 1.00$																	
<p style="text-align: center;">TIEMPO</p>																	
25	488.0	200	100	1900	6	498	1274	899	1884	-92	27	91	-192	4	-5		RELACION MAXIMA C = R  Bimodal +
$Fz (Norm.) = 0.99$																	
<p style="text-align: center;">TIEMPO</p>																	

CALIFICACION: - 1.5 = (1) 1.6-2.0 = (2)  
 (Fz Norm.) 2.0-2.5 = (3) 2.6-2.9 = (4)  
 3 0 + = (5)

CALIFICACION: polimodal (1)  
 bimodal (-) (2)  
 unimodal (+45°) (5) -45° (+) (3) (4)



\*\*\*\* TIPO DE GRAFICA Y TECNICA DE SALTO \*\*\*\*

ATLETA NO.	PESO ( N )	F ( N )				F z (MAXIMAS)				F y		F z		T z	G R A F I C A F z / F v	TÉCNICA	
		Fx	Fy	Fh	Tz	1	2	3	4	PROP	BRAN	MAX.	MIN.	MAX.			MIN.
26	481.0	200	60	000	20	500	1402	-	0913	-56	24	86	-15	12	-3		SEMIFLEX. "Rana" C I P I (30 cm) uni-bimoda
Fz (Norm.) = 1.00						0.34	0.84	1.52	T I E M P O								
Fz (Norm.) =						T I E M P O											
Fz (Norm.) =						T I E M P O											
Fz (Norm.) =						T I E M P O											
Fz (Norm.) =						T I E M P O											

CALIFICACION: - 1.5 = (1) 1.6-2.0 = (2)  
 (Fz Norm.) 2.0-2.5 = (3) 2.6-2.9 = (4)  
 3 6 + = (5)

CALIFICACION: polimodal (1)  
 bimodal (-) (2)  
 unimodal (+45°) (5) -45° (+) (3) (4)

ANALISIS DE LA FASE DE VUELO  
DE GRAFICAS DE FUERZA Y DE IMAGENES - VIDEO

CUADRO B

B

ATLETA	F ( x )		F ( y )		F ( z )	TIEMPO	TABLA
No.	MAXIMO	MINIMO	PROPULSION	BRAKE	MINIMO	(seg)	cm
1							
2							
3							
4						0,42	26
5		1,34			1,03	0,43	26
6		1,07			1,03	0,52	27
7	1,55				1,06	0,47	27
8		1,47			1,05	0,51	27
9							
10							
11			1,03		1,03	0,41	27
12		1,05			1,03	0,50	28
13			1,04		1,03	0,51	28
14		1,27	1,07		1,03	0,41	28
15		1,04			1,03	0,49	28
16		0,91	0,92		1,03	0,47	28
17		1,10			1,03	0,41	28
18				1,07	1,03	0,47	28
19			1,07		1,03	0,41	28
20		1,25	1,03		1,03	0,41	28
21		1,07		1,03	1,03	0,41	28
22	1,43			1,07	1,03	0,41	28
23	1,39			1,03	1,03	0,41	28
24				1,05	0,99	0,41	28
25	1,63			1,63	1,17	0,36	26
26		1,45			1,03	0,43	28

NOTA : Estos valores son obtenidos por la diferencia entre f(z) mínimo del GAIT-ANALYSIS con el valor mínimo ó máximo de f(x). ó de f(y) prop. brake, según aparecen como el valor inmediato en la gráfica. Después, se extrapola a tablas convencionales del lab. de BIOMECANICA; obteniéndose así, la altura según el TIEMPO DE VUELO.

**CALCULOS**

**CENTRO DE GRAVEDAD**

PESO = D X 1.72

$r = ( D X 1.72 ) / P$

r = c.g.

r1 = POSICION NEUTRA

r3 = POSICION DE INICIO DEL DESPEGUE

r2 = DESCENSO MAXIMO

r4 = FASE DE VUELO (h.máxima).

ATLETA	D X 1.72 / P	(r)	Talla	r/T-% loc.cg	
1					
2					
3					
4	(28.80 X 1.72) / 52	0.95	1.72	0.55	r1
	(28.70 X 1.72) / 52	0.94	1.72	0.54	r2
	(25.80 X 1.72) / 52 •	0.85+0.1	1.72	0.55	r3
	= 0.95				
5	(31.25 X 1.72) / 51	1.05	1.78	0.58	r1
	(30.15 X 1.72) / 51	1.01	1.78	0.56	r.
	(18.20 X 1.72) / 51 •	0.61+0.45	1.78	0.59	r3
	= 1.06				
6	(41.25 X 1.72) / 70	1.01	1.76	0.57	r1
	(42.10 X 1.72) / 70	1.03	1.76	0.58	r2
	(28.80 X 1.72) / 70 •	0.70+0.40	1.76	0.63	r3
	= 1.10				
7	(38.25 X 1.72) / 63	1.04	1.74	0.60	r1
	(34.65 X 1.72) / 63	0.94	1.74	0.54	r2
	(27.70 X 1.72) / 63 •	0.75+0.40	1.74	0.66	r3
	= 1.15				

ANEXO I I



\* en la plataforma triangular, fué determinado para la fase de extensión máxima agregar la medida "extra" al valor "r".

**CALCULOS**

**CENTRO DE GRAVEDAD**

$PESO = D \times 1.72$

$r = ( D \times 1.72 ) / P$

$r = c.g.$

r1 = POSICION NEUTRA

r3 = POSICION DE INICIO DEL DESPEGUE

r2 = DESCENSO MAXIMO

r4 = FASE DE VUELO (h.máxima).

ATLETA	D X 1.72 / P	(r)	Talla	r/T-% loc.cg	
8	$(38.25 \times 1.72) / 63$	1.04	1.74	0.60	r1
	$(34.65 \times 1.72) / 63$	0.94	1.74	0.54	r2
	$(27.70 \times 1.72) / 63 \cdot$	$0.75+0.40$	1.74	0.66	r3
		= 1.15			
9					
10					
11	$(31.30 \times 1.72) / 57$	0.94	1.65	0.57	r1
	$(30.75 \times 1.72) / 57$	0.92	1.65	0.56	r2
	$(22.8 \times 1.72) / 57 \cdot$	$0.68+0.4$	1.65	0.66	r3
		= 1.08			
12	$(31.30 \times 1.72) / 57$	0.94	1.65	0.57	r1
	$(30.75 \times 1.72) / 57$	0.92	1.65	0.56	r2
	$(22.8 \times 1.72) / 57 \cdot$	$0.68+0.4$	1.65	0.66	r3
		= 1.08			
13	$(26.25 \times 1.72) / 46$	0.98	1.62	0.60	r1
	$(25.55 \times 1.72) / 46$	0.95	1.62	0.57	r2
	$(21.80 \times 1.72) / 46 \cdot$	$0.81+0.3$	1.62	0.68	r3
		= 1.11			
14	$(26.25 \times 1.72) / 46$	0.98	1.62	0.60	r1
	$(25.55 \times 1.72) / 46$	0.95	1.62	0.57	r2
	$(21.80 \times 1.72) / 46 \cdot$	$0.81+0.3$	1.62	0.68	r3
		= 1.11			

ANEXO II



▪ en la plataforma triangular,

fué determinado para la fase de extensión

máxima agregar la medida "extra" al valor "r".



**CENTRO DE GRAVEDAD**

$$\text{PESO} = D \times 1.72$$

$$r = ( D \times 1.72 ) / P$$

$$r = \text{c.g.}$$

r1 = POSICION NEUTRA

r2 = DESCENSO MAXIMO

r3 = POSICION DE INICIO DEL DESPEGUE

r4 = FASE DE VUELO (h.máxima).

ATLETA	D X 1.72 / P	(r)	Talla	r/T-% loc.cg	
15	(30.70 X 1.72) / 53	0.99	1.65	0.60	r1
	(23.70 X 1.72) / 53	0.76	1.65	0.46	r2
	(24.00 X 1.72) / 53	0.77+0.25	1.65	0.62	r3
	= 1.02				
16	(30.70 X 1.72) / 53	0.99	1.65	0.60	r1
	(23.70 X 1.72) / 53	0.76	1.65	0.46	r2
	(24.00 X 1.72) / 53	0.77+0.25	1.65	0.62	r3
	= 1.02				
17	(29.35 X 1.72) / 55	0.91	1.54	0.59	r1
	(31.70 X 1.72) / 55	0.99	1.54	0.64	r2
	(26.00 X 1.72) / 55	0.83+0.30	1.54	0.73	r3
	= 1.13				
18	(33.05 X 1.72) / 58	0.98	1.59	0.61	r1
	(35.55 X 1.72) / 58	1.05	1.59	0.66	r2
	(29.05 X 1.72) / 58	0.86+0.20	1.59	0.66	r3
	= 1.06				
19	(33.05 X 1.72) / 58	0.98	1.59	0.61	r1
	(35.55 X 1.72) / 58	1.05	1.59	0.66	r2
	(29.05 X 1.72) / 58	0.86+0.20	1.59	0.66	r3
	= 1.06				
20	(33.05 X 1.72) / 58	0.98	1.59	0.61	r1
	(35.55 X 1.72) / 58	1.05	1.59	0.61	r2
	(29.05 X 1.72) / 58	0.86+0.20	1.59	0.66	r3
	= 1.06				
21	(28.90 X 1.72) / 49	1.01	1.67	0.60	r1
	(28.50 X 1.72) / 49	1.00	1.67	0.60	r2
	(29.25 X 1.72) / 49	0.71+0.30	1.67	0.60	r3
	= 1.01				

ANEXO II



• en la plataforma triangular, fué determinado para la fase de extensión máxima: agregar la medida "extra" al valor "r".

**CALCULOS**

**CENTRO DE GRAVEDAD**

$PESO = D \times 1.72$

$r = ( D \times 1.72 ) / P$

$r = c.g.$

r1 = POSICION NEUTRA

r3 = POSICION DE INICIO DEL DESPECUE

r2 = DESCENSO MAXIMO

r4 = FASE DE VUELO (h.máxima).

ATLETA	D X 1.72 / P	(r)	Talla	r/T-% loc.cg	
22	(28.90 X 1.72) / 49	1.01	1.67	0.60	r1
	(28.50 X 1.72) / 49	1.00	1.67	0.60	r2
	(20.25 X 1.72) / 49	0.71+0.3	1.67	0.60	r3
		= 1.01			
23	(25.45 X 1.72) / 48	0.91	1.49	0.61	r1
	(27.15 X 1.72) / 48	0.97	1.49	0.65	r2
	(25.30 X 1.72) / 48	0.90+0.1	1.49	0.67	r3
		= 1.00			
24	(25.45 X 1.72) / 48	0.91	1.49	0.61	r1
	(27.15 X 1.72) / 48	0.97	1.49	0.65	r2
	(25.30 X 1.72) / 48	0.90+0.1	1.49	0.67	r3
		= 1.00			
25	(23.40 X 1.72) / 48	0.83	1.67	0.50	r1
	(13.55 X 1.72) / 48	0.48	1.67	0.29	r2
	(21.95 X 1.72) / 48	0.78+0.1	1.67	0.54	r3
		= 0.91			
26	(23.40 X 1.72) / 48	0.83	1.67	0.50	r1
	(13.55 X 1.72) / 48	0.48	1.67	0.29	r2
	(21.95 X 1.72) / 48	0.78+0.1	1.67	0.54	r3
		= 0.91			

ANEXO II



\* en la plataforma triangular, fué determinado para la fase de extensión máxima: agregar la medida "extra" al valor "r".



A N E X O I I I

\*\*\*\*\* T A B L A I \*\*\*\*\*

RELACION DE LOS VALORES CORRESPONDIENTES A LA ALTURA (y) Y EL  
 TIEMPO (t) LA VELOCIDAD (v) Y EL CUADRADO DE LA  
 VELOCIDAD (v<sup>2</sup>)

y	t	v	v <sup>2</sup>	y	t	v	v <sup>2</sup>
.10	.142	1.400	1.960	.56	.337	3.314	10.982
.11	.149	1.469	2.157	.57	.340	3.344	10.182
.12	.156	1.534	2.353	.58	.343	3.363	11.309
.13	.162	1.597	2.540	.59	.346	3.402	11.573
.14	.168	1.657	2.745	.60	.349	3.431	11.771
.15	.174	1.715	2.941	.61	.352	3.459	11.964
.16	.180	1.771	3.136	.62	.355	3.487	12.159
.17	.186	1.826	3.334	.63	.358	3.515	12.355
.18	.191	1.879	3.530	.64	.361	3.543	12.552
.19	.196	1.930	3.724	.65	.364	3.571	12.752
.20	.201	1.980	3.920	.66	.366	3.598	12.945
.21	.206	2.029	4.116	.67	.369	3.625	13.140
.22	.211	2.077	4.313	.68	.372	3.652	13.337
.23	.216	2.124	4.511	.69	.375	3.679	13.535
.24	.221	2.169	4.704	.70	.377	3.705	13.727
.25	.225	2.214	4.901	.71	.380	3.732	13.927
.26	.230	2.258	5.098	.72	.383	3.758	14.122
.27	.234	2.301	5.294	.73	.385	3.784	14.318
.28	.238	2.343	5.489	.74	.388	3.810	14.516
.29	.243	2.385	5.688	.75	.391	3.836	14.714
.30	.247	2.426	5.885	.76	.393	3.861	14.907
.31	.251	2.466	6.081	.77	.396	3.886	15.100
.32	.255	2.505	6.275	.78	.398	3.911	15.295
.33	.259	2.544	6.472	.79	.401	3.936	15.492
.34	.263	2.582	6.666	.80	.403	3.961	15.689
.35	.267	2.620	6.864	.81	.406	3.986	15.888
.36	.270	2.657	7.059	.82	.408	4.011	16.088
.37	.274	2.694	7.257	.83	.411	4.035	16.281
.38	.278	2.730	7.453	.84	.413	4.059	16.475
.39	.281	2.766	7.650	.85	.416	4.083	16.670
.40	.285	2.801	7.845	.86	.418	4.107	16.867
.41	.289	2.836	8.042	.87	.421	4.131	17.065
.42	.292	2.870	8.237	.88	.423	4.155	17.264
.43	.296	2.904	8.433	.89	.425	4.178	17.455
.44	.299	2.938	8.632	.90	.428	4.202	17.656
.45	.302	2.971	8.826	.91	.430	4.225	17.850
.46	.306	3.004	9.024	.92	.433	4.248	18.045
.47	.309	3.036	9.217	.93	.435	4.271	18.241
.48	.312	3.068	9.412	.94	.437	4.294	18.430
.49	.316	3.100	9.610	.95	.440	4.317	18.636
.50	.319	3.132	9.809	.96	.442	4.339	18.826
.51	.322	3.163	10.004	.97	.444	4.362	19.027
.52	.325	3.194	10.201	.98	.446	4.384	19.219
.53	.328	3.224	10.394	.99	.449	4.407	19.421
.54	.331	3.254	10.588	1.00	.451	4.429	19.616
.55	.334	3.284	10.784				

RELACION DE LA ALTURA DESPLAZADA DEL CENTRO DE GRAVEDAD  
FASES: NEUTRA Y DE VUELO.

ANEXO III

ATLETA	PUNTO ANAT	IMAGENES	h1	r1	r1-h1	h4	h4 + (r1-h1)	(h) máxima
Número	Articular	No. cuadro	(m)			(m)	(r4)	r4 - r1
1	cadera	*	*	*	*	*	*	*
2	"	*	*	*	*	*	*	*
3	"	*	*	*	*	*	*	*
4	"	10.0	0.90	0.95	0.05	1.40	1.45	0.50
5	"	11.5	0.95	1.05	0.10	1.40	1.50	0.45
6	"	11.0	0.90	1.01	0.11	1.40	1.51	0.50
7	"	11.5	0.95	1.04	0.09	1.55	1.64	0.60
8	"	11.5	0.95	1.04	0.09	1.55	1.59	0.55
9	"	*	*	*	*	*	*	*
10	"	*	*	*	*	*	*	*
11	"	10.3	0.80	0.94	0.137	1.35	1.497	0.547
12	"	10.3	0.80	0.94	0.137	1.40	1.537	0.597
13	"	10.5	0.80	0.98	0.175	1.20	1.375	0.395
14	"	10.3	0.80	0.98	0.177	1.25	1.427	0.447
15	"	11.0	0.90	0.99	0.09	1.30	1.39	0.40
16	"	11.0	0.90	0.99	0.09	1.15	1.24	0.25
17	"	10.0	0.80	0.91	0.11	1.15	1.26	0.35
18	"	10.8	0.809	0.98	0.171	1.25	1.421	0.441
19	"	10.5	0.805	0.98	0.175	1.25	1.425	0.445
20	"	10.0	0.80	0.98	0.18	1.15	1.33	0.35
21	"	11.0	0.90	1.01	0.11	1.20	1.31	0.30
22	"	11.0	0.90	1.01	0.11	1.10	1.21	0.20
23	"	10.0	0.80	0.91	0.11	1.10	1.21	0.30
24	"	10.0	0.80	0.91	0.11	1.15	1.26	0.35
25	"	11.0	0.90	0.83	0.07	1.35	1.42	0.59
26	"	11.0	0.90	0.83	0.07	1.20	1.27	0.44
27	"	*	*	*	*	*	*	*
28	"	*	*	*	*	*	*	*

h1 = altura cadera (artic. coxofemoral) FASE NEUTRA  
h4 = altura cadera " FASE DE VUELO  
r1 = centro de gravedad (NEUTRA)  
r4 = centro de gravedad (VUELO)