



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en investigación en Educación
Física y Salud

La técnica y entrenamiento del salto con pértiga en
jóvenes saltadores

Autor:

Juan Alfonso García Roca

Directores:

Dr. D. José Luis López Elvira

Dr. D. José Manuel Palao Andrés

Murcia, Septiembre de 2017



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
Programa de Doctorado en investigación en Educación
Física y Salud

La técnica y entrenamiento del salto con pértiga en
jóvenes saltadores

Autor:

Juan Alfonso García Roca

Directores:

Dr. D. José Luis López Elvira

Dr. D. José Manuel Palao Andrés

Murcia, Septiembre de 2017



UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE MURCIA

AUTORIZACIÓN DE LO/S DIRECTOR/ES DE LA TESIS
PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. D. José Luis López Elvira y el Dr. D. José Manuel Palao Andrés como Directores de la Tesis Doctoral titulada “La técnica y entrenamiento del salto con pértiga en jóvenes saltadores” realizada por D. Juan Alfonso García Roca en el Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, **autoriza su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/2011, 1393/2007, 56/2005 y 778/98, en Murcia a 04 de septiembre de 2017

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer la colaboración, paciencia y entrega de mis dos directores de esta Tesis, los doctores José Luis López Elvira y José Manuel Palao Andrés para que este trabajo después de un largo camino vea la luz.

Dar las gracias a la colaboración prestada para la realización de este proyecto de aquellos alumnos que más adelante han demostrado ser unos grandes profesionales y que estuvieron en las fases de medición codo con codo conmigo, Pedro Alcaraz, Tere Nimes, Belén Flores, José M. Cortés, Javi Bermejo y por supuesto Cari Hernández, sin vosotros, no habría podido hacerlo.

Mi enorme gratitud a la UCAM por su firme apoyo y apuesta hacia mi persona apoyándome y ayudándome a poder llegar a este punto. Especialmente traslado mi gratitud a la Facultad de Deporte que a través de su equipo directivo encabezados por Antonio Sánchez Pato siempre me animaron a terminar este proceso.

Este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda de la Real Federación Española de Atletismo y de D. Ramón Cid, responsable nacional de Saltos de la Federación.

Agradezco saber y comprender el atletismo y esto viene precedido de personas que son ejemplo como mi entrenador Jesús Sanchis y mi maestro Juan Manuel García Manso.

Por ultimo quiero agradecer a mi Familia que siempre me animó a llegar a este punto y más allá, y por supuesto a mi mujer Toñi, porque los grandes retos de

la vida se hacen por amor, y es por ti mi lucha y mi fuerza en la realización este trabajo.

"Cuando tus sueños se hacen realidad, nunca se hacen realidad en la forma que querrías. La realidad nunca es lo que es un sueño, pero es mejor que nada." Mark Knopfler (2011)

INDICE

I - INTRODUCCIÓN	29
II - JUSTIFICACIÓN	35
2.1. ORÍGENES DEL SALTO CON PÉRTIGA	35
2.2. EVOLUCIÓN DEL RENDIMIENTO DEL SALTO CON PÉRTIGA.....	39
2.3. LA TÉCNICA DEL SALTO CON PÉRTIGA.....	42
2.3.1. La carrera de aproximación.....	43
2.3.2. La presentación de la pértiga.	45
2.3.3. La batida	46
2.3.4. Fase de Vuelo.....	48
2.3.5. Fase de franqueo del listón.....	53
2.4. EL ESTUDIO BIOMECÁNICO DEL SALTO CON PÉRTIGA	54
2.5. EL ESTUDIO DE LOS FACTORES DE RENDIMIENTO EN SALTO CON PÉRTIGA	63
2.5.1. Factores de rendimiento en salto con pértiga desde el punto de vista científico.	64
2.5.2. Factores de rendimiento en salto con pértiga desde el punto de los técnicos especialistas y entrenadores.	80
2.5.3. Características de los saltadores de pértiga jóvenes.	87
2.6. EL ANÁLISIS TÉCNICO DEL SALTO CON PÉRTIGA.....	92

2.7. EL ESTUDIO DE LA VELOCIDAD EN EL ATLETISMO MEDIDA CON RADAR.....	97
III - OBJETIVOS.....	107
IV - MATERIAL Y MÉTODO	111
4.1. PARTICIPANTES.....	111
4.2. DISEÑO	112
4.2.1. Variables.....	113
4.3. PROCEDIMIENTO	127
4.3.1. Búsqueda bibliográfica.....	127
4.3.2. Proceso de grabación.....	127
4.3.3. Proceso de registro directo de datos	131
4.3.4. Toma de datos a través de cuestionarios.....	132
4.3.5. Registro indirecto de datos de las variables cinemáticas	133
4.3.6. Control de la calidad de la medida.	134
4.3.7. Tratamiento de los datos.....	135
4.4. EL ANALISIS CUALITATIVO DE LA TÉCNICA,	136
V - RESULTADOS.....	141
5.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS CINEMÁTICO EN SALTADORES CON PÉRTIGA JÓVENES.	141
5.1.1. Duración de las fases del salto con pértiga	141

5.1.2. Resultados de la separación de agarre altura de suelta y longitud de carrera	143
5.1.3. Resultados de la velocidad y aceleración de la carrera de impulso. .	145
5.1.4. Resultados de los tiempos de contacto y longitud de los últimos apoyos de carrera.....	146
5.1.5. Resultados de las posiciones del cuerpo en la batida durante el apoyo	147
5.1.6. Resultados de las posiciones del cuerpo en la batida en el momento del despegue.....	149
5.1.7. Resultados de la velocidad en la fase aérea	150
5.1.8. Resultados de la fase de máximo doblado de la pértiga (MPB).....	151
5.1.9. Resultados de la velocidad vertical en la fase de extensión hasta la suelta de la pértiga.....	153
5.1.10. Resultados de las alturas del salto con pértiga.....	154
5.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS TÉCNICO.....	155
5.3. RESULTADOS DEL CUESTIONARIO DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DE ENTRENAMIENTO EN SALTADORES DE PÉRTIGA.....	160
VI - DISCUSIÓN.....	169
6.1 ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL RENDIMIENTO EN SALTO CON PÉRTIGA	169
6.1.1. Tiempos de duración de las fase del salto	169

6.1.2. Separación de agarre, altura de agarre superior y longitud de la carrera de aproximación.	171
6.1.3. Velocidad de la carrera de aproximación y de los últimos pasos de carrera.	172
6.1.4. Tiempos de contacto y longitud últimos pasos de la carrera	174
6.1.5. Posiciones del cuerpo en la batida durante el apoyo.....	175
6.1.6. Posiciones del cuerpo en la batida durante en el momento del despegue.	176
6.1.7. Velocidades en la fase aérea.	177
6.1.8. Fase de máximo doblado de la pértiga (MPB).....	179
6.1.9 Velocidad vertical (V_y) en la fase de Extensión (PS) hasta la suelta de la pértiga (PR).....	180
6.1.10. Las alturas de Salto.	180
6.2. EL ANÁLISIS DE LA TÉCNICA DEL SALTO CON PÉRTIGA.....	182
6.3. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE ENTRENAMIENTO.	184
6.3.1. Características de la carrera de aproximación.....	184
6.3.2. Características del material de entrenamiento	185
6.2.3. Características del tipo de entrenamiento.....	186
6.3.4. Características del entrenamiento de la acrobacia.	186
6.3.5. Características del entrenamiento de habilidad gimnástica	187
6.3.6. La temporalidad y forma del entrenamiento.....	187

	15
6.3.7. El entrenamiento de los conceptos teóricos y el miedo.....	188
VII. CONCLUSIONES.....	191
7.1. CONCLUSIONES AGRUPADAS POR OBJETIVOS.	191
VIII. APLICACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	197
8.1. APLICACIONES DEL ESTUDIO.....	197
8.2. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	198
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	201
X. ANEXOS	219

SIGLAS Y ABREVIATURAS

Abreviatura	Descripción
<i>SH</i>	La separación de las manos en el agarre de la pértiga
<i>LG</i>	longitud de agarre de la mano superior desde la punta
<i>Rup</i>	Longitud de la carrera
<i>Vmax</i>	Velocidad máxima en la carrera de aproximación
<i>AcRup</i>	Aceleración de la carrera de aproximación
<i>TD3</i>	Tiempo contacto antepenúltimo apoyo
<i>TD2</i>	Tiempo contacto penúltimo apoyo
<i>LTO3_TD2</i>	Amplitud del penúltimo paso de la carrera de aproximación,
<i>LTO2_TD1</i>	Amplitud del último paso de la carrera de aproximación
<i>LTO3_TD1</i>	Amplitud de la última zancada de la carrera de aproximación
<i>DFB</i>	Distancia de batida
<i>HCMPP</i>	Altura centro caderas con pie batida antes impacto
<i>HTHPP</i>	Altura mano derecha con pie batida antes impacto.
<i>APP α</i>	Angulo de presentación de la pértiga, antes choque
<i>H1</i>	Altura del CM, batida
<i>TD1</i>	Tiempo de apoyo batida
<i>ATO1_A (β)</i>	Angulo de la pierna de batida con la horizontal en el último instante
<i>JA(Ω)</i>	Angulo de proyección del CM con la horizontal en la batida
<i>HTH_TO1</i>	Altura mano derecha en la batida
<i>VTD3</i>	Velocidad en el antepenúltimo paso
<i>VTD2</i>	Velocidad en el penúltimo paso
<i>VTD1</i>	Velocidad en la batida

<i>VTO1</i>	Velocidad en la batida en el momento del despegue
<i>VTO1x</i>	Componente horizontal de la velocidad del CM en el instante del despegue
<i>VTO1y</i>	Componente vertical de la velocidad del CM en el instante del despegue
<i>H21a</i>	Fase de penetración y péndulo,
<i>MPB</i>	Máxima flexión y doblado de la pértiga
<i>%MPB</i>	Porcentaje del máximo doblado de la pértiga
ω_{PYP}	Velocidad angular del tronco de la batida hasta la fase de agrupamiento
ω_{MPB}	Velocidad angular del tronco de la batida hasta la máxima flexión de la pértiga
<i>Vx_MPB</i>	Componentes horizontales de la velocidad del CM en el MPB
<i>Vy_MPB</i>	Componentes verticales de la velocidad del CM en MPB
<i>H21b</i>	Fase de agrupamiento,
<i>PS</i>	Fase de retorno elástico de la pértiga
<i>Vymax_PS</i>	Máxima componente de la velocidad vertical del CM
<i>MPB a PR</i>	Tiempo de duración de la fase extensión y giro
<i>H2</i>	Altura obtenida por el CM desde la batida a la suelta de la pértiga
<i>PR</i>	Momento de suelta de las dos manos de la pértiga
<i>Vymax_PR</i>	Velocidad del CM vertical al soltar la pértiga
<i>IT</i>	Índice Técnico
<i>Hmax</i>	Máxima altura del CM

<i>H3</i>	Altura obtenida por el CM desde la suelta de la pértiga hasta la máxima altura del CM Altura de Suelta= $H_{\text{cadera suelta}} + H_{\text{cadera batida}}$
<i>H4</i>	Altura obtenida por el CM desde el listón hasta la máxima altura del CM del saltador
<i>TTJ</i>	Tiempo total del salto

ÍNDICE DE FIGURAS, DE TABLAS

Gráfico 1: Salto a la Garrocha, Francisco de Goya (1815-1816).....	36
Gráfico 2: Modelo técnico de las primeras competiciones	37
Gráfico 3: Modelo técnico con pértiga rígida de Duchth Waderdam (Clapson, 2005)	38
Gráfico 4: Esquema de intercambio de energía con la pértiga de fibra de vidrio (Houvion, 1982).....	39
Gráfico 5. Evolución de los records mundiales en salto con pértiga en hombres y mujeres (datos obtenidos a partir de la IAAF, 2017).....	40
Gráfico 6: Evolución del Record Mundial de Pértiga y material (Best y Sataua, 2016)	41
Gráfico 7: Agarre de la pértiga, tomado de Sainz ((1993).....	43
Gráfico 8: Modelos de presentación de la pértiga en la carrera de aproximación (Kruber, Kruber, y Adamczewski, 1995).....	45
Gráfico 9: Concepto de ángulos en la batida (Railsback, 1987)	47
Gráfico 10: Ángulo de la pierna de la pierna de batida y de la pierna libre y la horizontal (Jagodin, 1986).	48
Gráfico 11: Péndulos durante la fase de vuelo (Sloan, 1993).	49
Gráfico 12: Transición del péndulo. Esta fase es alcanzada cuando el eje longitudinal del cuerpo está en una posición de 45º con el suelo, tomado de Tidow (1989).....	50
Gráfico 13: : Representación gráfica del modelo técnico, modificada de (Sainz, 1993)	51
Gráfico 14: puntos de análisis mecánico de Kunz y Waser(1975)	55
Gráfico 15: Modelo de análisis mecánico desarrollado por Angulo et al. (1994) ...	59
Gráfico 16: factores básicos en el salto con pértiga (Hay, 1993).....	60

Gráfico 17: Modelo de análisis biomecánico (F. Schade, Arampatzis, Bruggemann, et al., 2004).....	61
Gráfico 18: Esquema de proyecto biomecánico de Choi (2011) para firmar y analizar el salto con pértiga	62
Gráfico 19: Análisis de la presentación de la pértiga por parte del entrenador (Boiko y Nikonov, 1991) en la parte superior vs análisis del investigador (Choi, Yi, Kim, Kang, y Kim, 2011a)	82
Gráfico 20: Planilla de análisis de la calidad de ejecución técnica propuesta por McGill, Czington, y Kruber (1983)	93
Gráfico 21: Hoja de análisis de la técnica de Salto con pértiga de Tidow (1989)....	95
Gráfico 22: lista de comprobación modelada por Michel Young (2000)	97
Gráfico 23: Curva típica de velocidad y tiempo medida por un radar (en negro) (Morin y Séve, 2011).....	101
Gráfico 24: Posición de las cámaras y radar en el estudio.....	128
Gráfico 25: Dimensiones del Marco de Calibración	129
Gráfico 26: Puntos del modelo mecánico a digitalizar.....	134
Gráfico 27: Tiempos de las fases de salto con pértiga en de los finalistas Hombres de la Copa de España Junior y del Campeonato de España Juvenil.....	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características más relevantes aportadas por el estudio biomecánico de Geese (Geese y Woznik, 1987).....	56
Tabla 2: Terminología de factores de estudio en el salto con pértiga	65
Tabla 3: División mecánica del salto con pértiga (ordenada por año) tomado de Bermejo y Palao (2012b)	67
<i>Tabla 4: Estudios y directrices con saltadores de elite</i>	<i>74</i>
Tabla 5: Estudios y directrices de entrenadores y de nivel nacional con saltadores de elite.....	77
Tabla 6: Estudios y directrices con saltadoras de elite femenina y saltadores Juniors	79
Tabla 7: División temporal del salto con pértiga (ordenada por año) tomado de Bermejo, J. (2012b).....	81
Tabla 8: Longitud de carrera en el salto con pértiga en función de diferentes criterios: categoría de edad, nivel de rendimiento y capacidades físicas tomado de Bermejo y Palao (2012b)	84
Tabla 9: distribución del entrenamiento en Jóvenes saltadores con pértiga (Jagodín y Tschugunov, 1983).....	90
Tabla 10: Ejemplo de estudios que han validado protocolos de medición de la velocidad en el deporte través de radar (Valadés y Palao, 2012).....	99
Tabla 11: Comparación de la velocidad de aproximación mostrada en hombres y mujeres seleccionados en pruebas de salto de longitud, triple y pértiga. Hombres y mujeres ganadores del Campeonato de Europa 2002 (Petrov, 2005).....	102
Tabla 12: Muestra del estudio.....	112
Tabla 13: Marco de Calibración.....	130
Tabla 14: Tiempos de las fases del salto con pértiga	142

Tabla 15: Separación de manos en agarre, altura de agarre y longitud de carrera de los finalistas Hombres de la Copa de España Junior y del Campeonato de España Juvenil en Salto con Pértiga	144
Tabla 16: Velocidad máxima y aceleración de la carrera de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)	145
Tabla 17: Tiempos de contactos 3 últimos pasos, amplitud de los dos últimos carrera de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)	146
Tabla 18: Distancias y alturas en la en la fase de presentación de la pértiga (PP) de la batida de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)	147
Tabla 19: Altura de centro de caderas y mano superior y ángulos al final de batida de la batida de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)	149
Tabla 20: Componentes horizontales y verticales de la velocidad y velocidad angular del tronco en el vuelo de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)	150
Tabla 21: Componentes horizontales y verticales de la velocidad en la fase de máximo doblado de la pértiga, distancia de doblado y porcentaje de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)	151
Tabla 22: Componentes vertical de la velocidad en la fase de extensión y giro de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)	153

Tabla 23: Alturas del salto con pértiga de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)	154
Tabla 24: Resultados del análisis técnico de la carrera de aproximación.....	156
Tabla 25: Resultados del análisis técnico de la fase de presentación.....	156
Tabla 26: Resultados del análisis técnico de la fase de batida	157
Tabla 27: Resultados del análisis técnico de la fase penetración y péndulo	158
Tabla 28: Resultados del análisis técnico de la fase de recogida	158
Tabla 29: Resultados Análisis Técnico del comienzo de la fase de extensión	159
Tabla 30: Resultados Análisis Técnico del final de la fase de extensión.....	159
Tabla 31: Características de las pértigas y de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005).....	160
Tabla 32: Características de la carrera de aproximación de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005).	161
Tabla 33: Material de entrenamiento de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005).	162
Tabla 34: Tipo de entrenamiento de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005).	162
Tabla 35: Tipo de entrenamiento acrobacia de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005).....	163
Tabla 36: Habilidades gimnásticas prácticas de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005).....	163
Tabla 37: Número de sesiones semanales de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005).....	164
Tabla 38: Forma y nivel de entrenamiento de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005).....	164

Tabla 39: Entrenamiento sobre el miedo y la teoría del salto de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)..... 165

I - INTRODUCCIÓN

I - INTRODUCCIÓN

El salto con pértiga es una de las pruebas del atletismo más espectaculares del programa olímpico por la dificultad de las acciones que se realizan en la misma (Houvion, 1984). Los atletas intentan superar la mayor altura posible, ayudados de una pértiga. Es la única prueba del programa de atletismo donde se permite la utilización de un implemento como ayuda para la consecución del resultado. Este aspecto la hace diferente del resto de disciplinas atléticas por la adaptación al material que realiza el atleta.

Englobada en las especialidades de salto el tipo de material a utilizar y la dimensión del mismo no son factores limitantes, pero si es específico su uso que viene determinado por un elemento primordial que es la seguridad. El resultado de esta prueba se decide en la altura máxima saltada sobre un listón o los intentos válidos utilizados para la misma.

El estudio de la técnica ha sufrido grandes evoluciones a lo largo del siglo XX por la presencia de materiales que han mejorado la condición del saltador para realizar la prueba como son la zona de caída (se pasó de fosos de arena y paja a áreas de caída acolchada) donde la estructura y disposición de los materiales dan una seguridad que permite al atleta realizar una técnica para alcanzar la máxima altura posible sin tener que preocuparse tanto en la forma de caer.

También las pértigas como elemento de apoyo han ido evolucionando hasta llegar a la pértiga de fibra de vidrio que permitió evolucionar el record del Mundo durante 30 años de los 1,5 cm por año hasta los 4 cm hasta el año 1993.

El modelo técnico está determinado por una serie de movimientos corporales que hacen de él una disciplina con un elevado índice de coordinación, por el uso tanto de las extremidades superiores como inferiores además de las rotaciones que se producen en las articulaciones.

Los expertos en la prueba han estudiado la misma apoyándose en las ciencias del movimiento, especialmente la biomecánica para establecer patrones de rendimiento y encontrar las características individualizadas de cada atleta en la búsqueda de la mejora y el rendimiento.

El apoyo de la biomecánica para definir el perfil del salto y del atleta, ha influido en el diseño de ejercicios, sesiones y planificaciones con objetivos concretos en la mejora tanto física como técnica en el salto con pértiga.

Los medios de entrenamiento han sido sistematizados para englobar la necesidad de que saltador necesita el entrenamiento de la velocidad, de la fuerza con pesas y de carácter especial (ejercicios con menos carga que las pesas adaptados a gestos técnicos), del trabajo de la gimnasia deportiva, de la acrobacia y por supuesto el de la técnica.

Los jóvenes atletas deben, por la complejidad coordinativa de la prueba, tener una orientación clara en el modelo de enseñanza y perfeccionamiento de la técnica que debe ir acompañado de un incremento de la condición física del joven deportista para adquirir los gestos técnicos que sean acordes al modelo ideal o con las modificaciones que se determinen según el grupo de edad.

La comparación con el modelo técnico ideal de un atleta adulto de elite mundial con un joven saltador con pértiga, no está clara que sea beneficiosa, es por ello que se hacen necesarios estudios que aporten distintos puntos de análisis para poder seguir orientando la etapa de perfeccionamiento. Estos análisis no son solamente

técnicos, sino que hace falta aportar evidencias biomecánicas acordes a la edad y madurez de los jóvenes analizados.

Los estudios deben aportar información que sea útil a los entrenadores y estudiosos de la disciplina, combinando el protocolo biomecánico (cuantitativos y cualitativos) con el análisis de las formas de entrenamiento que realizan los deportistas.

II - JUSTIFICACIÓN

II - JUSTIFICACIÓN

2.1. ORÍGENES DEL SALTO CON PÉRTIGA

La habilidad de saltar y apoyarse en un elemento ha tenido históricamente varios orígenes. En la cultura cretense, siglo II a.C., existían ofrendas en formas de tauromaquias donde se saltaban toros, con y sin ayuda de una pértiga. Posteriormente la habilidad de saltar con un implemento tuvo varios fines. Se empleaba para cruzar ríos y canales con un impulso previo y posterior cuelga de la pértiga (Bruggemann, Koszewski, y Mueller, 1999). De esta forma de utilización surge el nombre anglosajón de “pole vault”, “pole” en referencia a un palo largo y “vault” como verbo que se define para saltar o salvar un obstáculo. Otro uso reconocido fue con fines guerreros (Cruz, 1987) para superar muros de pequeño tamaño o empalizadas en batallas o asaltos en la Edad Media.

Referida a las tauromaquias también es conocido el salto a la Garrocha consistente en superar por encima al toro en embestida como una suerte de este arte popular durante el siglo XIX (Vinuesa 1984), que además fue ilustrado por el pintor Francisco de Goya en alguno de sus Grabados (Gráfico 1)

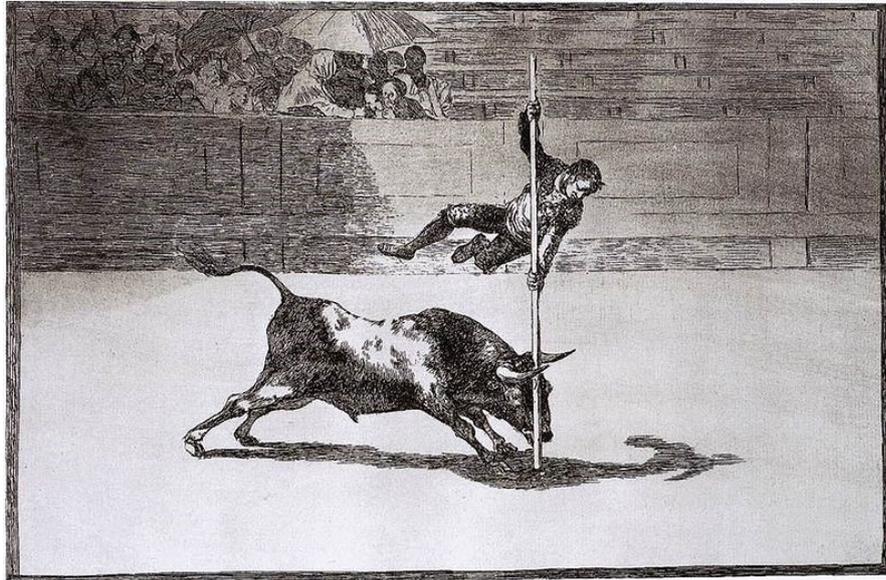


Gráfico 1: Salto a la Garrocha, Francisco de Goya (1815-1816)

La práctica deportiva de esta especialidad tiene su desarrollo en la Inglaterra del siglo XIX, con influencia de aparatos gimnásticos desarrollados por Guts Muts en el siglo anterior (Field, 1992; Langlade y Langlade, 1986). Las primeras competiciones oficiales ocurren hacia 1860, con resultados superiores a los 3 m de altura, utilizando pértigas de distintas maderas (Bravo, 1992). En los primeros Juegos Olímpicos de la era moderna en Atenas en 1896 fue una especialidad reconocida.

La técnica en esta prueba estaba condicionada, en estos orígenes, porque los saltadores tenían que superar listones con pértigas rígidas de madera cayendo en el suelo o fosos de arena (Hegedüs, 2011).

Además de las pértigas de madera, se utilizó el bambú, acero y aluminio hasta los años 60. El bambú, acero y aluminio no tienen características elásticas y su peso es elevado, lo que motivaba distintos modelos técnicos con unas pautas similares donde las variaciones entre las técnicas con estas pértigas se regían en la forma de

colocarse en la elevación del cuerpo y en las formas de franquear el listón (Bravo, 1992; Schmolinsky, 1981)

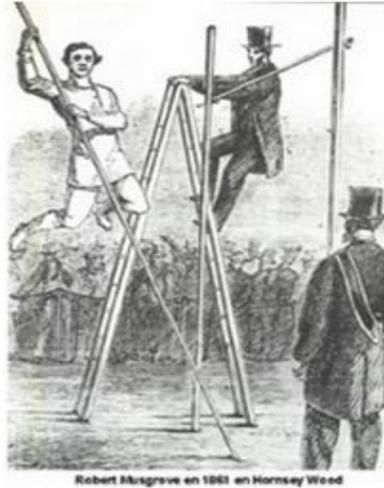


Gráfico 2: Modelo técnico de las primeras competiciones

Las características generales de estos modelos (Gráfico 3) eran que normalmente el saltador tenía una carrera controlada y los pasillos no eran muy largos para coger gran aceleración, además se tenía un agarre con manos juntas, donde el atleta saltaba y aprovechando esa carrera de impulso, se colgaba literalmente de la pértiga, el saltador elevaba su cuerpo al compás del ritmo que marcaba la pértiga como si se tratara de subir sujetado a una cuerda aprovechando el balanceo de la misma, en este caso sustituido por la pértiga.



Gráfico 3: Modelo técnico con pértiga rígida de Duchth Waderdam (Clapson, 2005)

Todos estos conceptos y modelos técnicos cambiaron cuando la pértiga de fibra de vidrio que apareció en 1961. Se genera un nuevo modelo técnico que aprovecha la deformación de un material elástico para transformar la energía cinética (que trae el saltador con pértiga en la carrera de aproximación) en energía potencial al doblarla (Gráfico 4), para posteriormente recuperar esa energía catapultando al conjunto saltador-pértiga con una velocidad vertical superior a la que se conseguiría con la pértiga rígida utilizada hasta entonces (Linthorne, 2000).

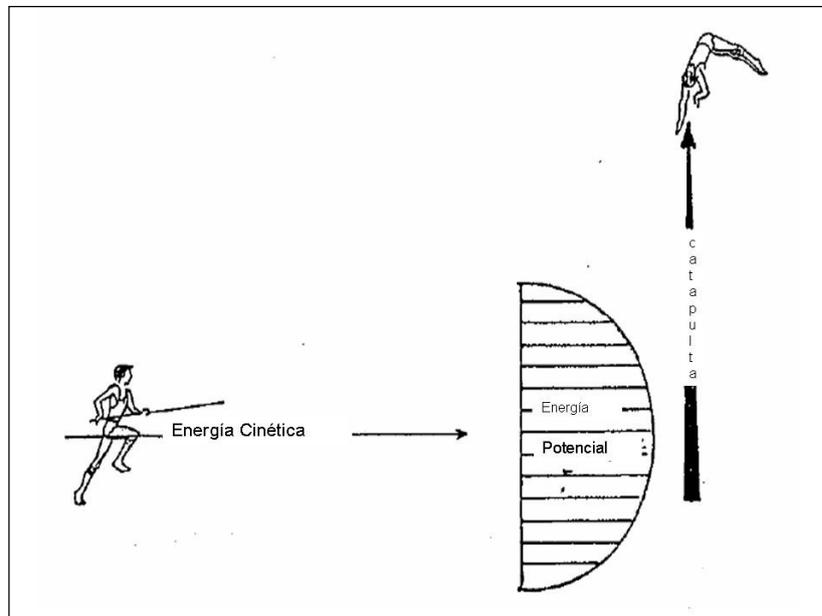


Gráfico 4: Esquema de intercambio de energía con la pértiga de fibra de vidrio (Houvion, 1982)

2.2. EVOLUCIÓN DEL RENDIMIENTO DEL SALTO CON PÉRTIGA

Desde comienzos del siglo XX hasta que en 2015 Reanud Lavillenie saltó 6,16 m, ha existido una evolución constante del record mundial masculino (Gráfico 5). Además es importante ver cómo han evolucionado los record en función de la innovación de los materiales usados en la pértiga que vemos en el gráfico 6 (Best y Sataua, 2016).

Es apreciable un incremento importante en 1960 por la introducción de las pértigas de fibra de vidrio. La evolución del record mundial no se debió solo a la evolución de la técnica con la pértiga sino también a las mejoras de las pistas de atletismo con el empleo de material sintético en las zonas de carrera a principios de la década de los 60 donde polímeros de goma sustituían a la ceniza o la tierra batida dependiendo de los casos, el empleo de cajetines de salto para encajar

correctamente la pértiga, pero principalmente las zonas de caída formadas por colchonetas que cubren un gran espacio y proporcionan una mayor seguridad.

Otro factor importante fue el desarrollo de los medios de entrenamiento, con la aparición de centros deportivos adaptados a la pértiga que sobre todo se ubicaban en espacios bajo techo y cerrados que proporcionan una calidad de ejecuciones técnicas evitando factores que deforman los parámetros técnicos como pueden ser el viento, la humedad o el frío.

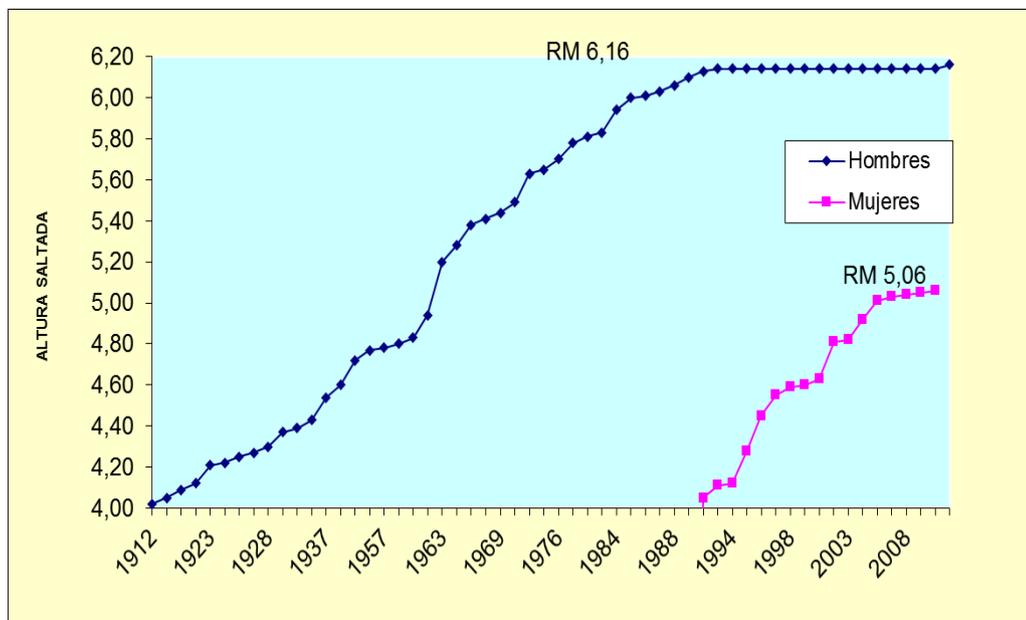


Gráfico 5. Evolución de los records mundiales en salto con pértiga en hombres y mujeres (datos obtenidos a partir de la IAAF, 2017).

La profesionalización del deporte conlleva una mayor dedicación de los atletas al entrenamiento por una fuerte demanda social del deporte olímpico desde los años 50 (Garcia Manso, Navarro Valdivielso, y Ruiz Caballero, 1996) hasta la actualidad y los avances científicos han realizado grandes aportaciones en la

utilización de métodos de entrenamiento más evolucionados, en la recuperación y salud del deportista, en materiales como las propias pértigas (Linthorne, 1989) , calzado y vestuario deportivo que han permitido incrementar las cargas de trabajo y mejorar el tiempo de recuperación entre las sesiones o los periodos de entrenamiento.

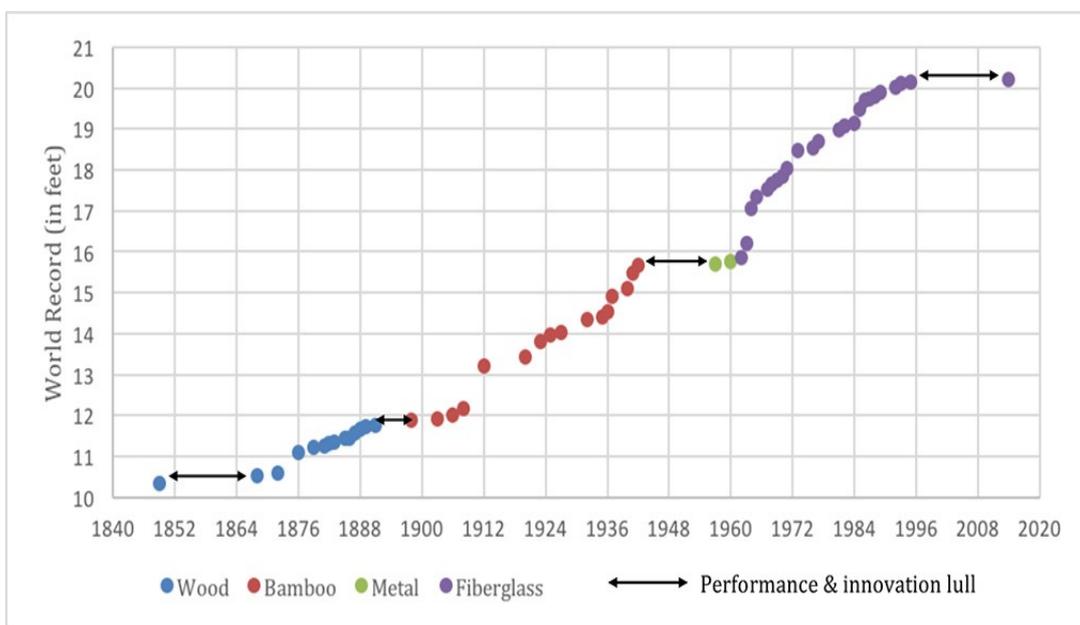


Gráfico 6: Evolución del Record Mundial de Pértiga y material (Best y Sataua, 2016)

En la actualidad, este fenómeno de evolución constante de la técnica se ha trasladado a la competición femenina, tras incluirse esta prueba dentro del programa internacional oficial en 1998. Se ha producido un desarrollo rápido e importante del registro mundial (Gráfico 5) por los aspectos antes mencionados además de un incremento en el número de participantes y un incremento del entrenamiento de las atletas (Bartonietz y Wettwe, 1997).

2.3. LA TÉCNICA DEL SALTO CON PÉRTIGA

Como todos los saltos atléticos, el salto con pértiga¹ está compuesto por una carrera de aproximación, una batida, una fase de vuelo con apoyo o soporte en la pértiga; una fase de vuelo sin pértiga, y una caída. El atleta antes de iniciar la carrera de aproximación agarra la pértiga con una separación óptima de manos establecida entre 60 y 70 cm para saltadores de elite (Petrov, 2003; Tidow, 1989).

Petrov (2005) y Ruf (2003) indican que para poder alcanzar la velocidad máxima controlada en la carrera de impulso y, lógicamente, en la penetración con el posterior cambio del esfuerzo muscular para pasar de la penetración al péndulo y recogida, es necesario, en primer lugar, evitar el frenado que ejerce la pértiga sobre el saltador. La amplitud de agarre varía individualmente y depende de la estatura y longitud de las extremidades superiores del saltador, de la fuerza de sus manos y de la movilidad en las articulaciones de hombro y muñeca.

El denominado agarre estrecho tiene como desventaja que produce excesiva tensión en los músculos de los brazos y hombros y, por consiguiente, reduce la libertad de sus movimientos, además complica la técnica de la presentación de la pértiga por agarrotamiento del hombro y de la mano derecha.

Como ventajas hace que el inicio de la carrera sea más estándar y más alto y la clavada de la pértiga con la mano izquierda más alta.

El denominado agarre ancho (más de 75 cm) produce como desventajas el desplazamiento del centro de gravedad del sistema saltador-pértiga muy adelantado (esto produce una aceleración prematura de los primeros pasos de la carrera de impulso), además que bloquea el movimiento de los hombros en la parte

¹ Describiendo el modelo técnico de la fibra de vidrio y para un saltador con pierna de batida izquierda y mano de agarre superior derecha.

central de la carrera de impulso lo que hace más difícil la bajada y presentación de la pértiga.

Los saltadores de alto nivel agarran la pértiga desde una altura de 4,75 a 5,15 m (Boiko y Nikonov, 1991; Locatelli, 1987; Petrov, 1996) y las saltadoras mujeres de elite agarran desde 4,23 a 4,30 m (Petrov, 2005).

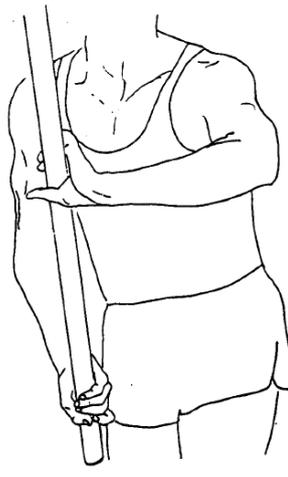


Gráfico 7: Agarre de la pértiga, tomado de Sainz ((1993)

La carrera del salto con pértiga empieza desde que el saltador rompe el equilibrio estático y empieza a correr hasta el momento que realiza el último apoyo en el suelo antes de la batida. Durante este espacio el atleta realiza de 16 a 22 zancadas transportando la pértiga lo que supone entre 30 a 45 m de carrera. Algunos atletas suelen tener una señal a seis zancadas del final situada entre 17 y 18 m dependiendo de su velocidad (Palao y Calderon, 2003; Potter y North, 1992).

2.3.1. La carrera de aproximación.

Tiene como objetivo la adquisición de una velocidad apropiada para lograr que el complejo saltador-pértiga logre energía cinética para una correcta

deformación del material elástico en la batida (Linthorne, 2000). Numerosos estudios destacan que la velocidad de la carrera de aproximación tiene relación directa con el resultado (Angulo et al., 1994; Jagodin, Kurbatow, y Wolkow, 1987; McGinnis y Bergman, 1986; F. Schade, Arampatzis, Bruggemann, y Komi, 2004). Las velocidades registradas en saltadores de elite mujeres fueron superiores a 8 m/s en (Grabner, 1997; Petrov, 2003)(Grabner, 1997; Petrov, 2003) y a 9 m/s en saltadores hombres (Petrov, 2004a; Steinacker, 1991).

Debido a las diferencias cinemáticas y técnicas que se producen en torno al sistema pértiga-saltador durante la carrera de impulso se diferencian tres sub-fases en ésta:

- a) Sub-fase de aceleración (inicio). El atleta realiza una aceleración inicial con el objetivo de crear la base de la carrera de impulso. Comprende los 10 primeros metros de la carrera (4-6 zancadas).
- b) Sub-fase de carrera de impulso. Se busca la adquisición y estabilización de la velocidad (90-95% de la velocidad máxima de carrera). Su longitud varía en distancia en función del nivel y del momento de la temporada (12-25 m.).
- c) Sub-fase de presentación y clavada. El pertiguista se prepara para realizar la batida con pértiga (dos tres últimas zancadas). Su longitud es aproximadamente de 5-6 metros. Se debe minimizar al máximo las posibles pérdidas de velocidad en esta fase. Se caracteriza porque se produce un aumento del ritmo en las últimas zancadas previas a la batida. (Petrov, 2004b).

Existen diferencias en la carrera de aproximación entre las atletas de nivel mundial y las que no lo son (Yin y Yin, 2012) sobre todo en categoría femenina que aprecian en estudios comparativos diferencias en los 4 últimos pasos.

2.3.2. La presentación de la pértiga.

En la parte final de la carrera se produce la presentación de la pértiga. Esta se adelanta por un gesto controlado de brazos, con el objetivo de colocar la pértiga en las mejores condiciones para preparar la batida y su flexión (Lauder, 1989; Petrov, 1984) . Esta colocación de la pértiga se realiza con las últimas dos o tres zancadas (Gráfico 8). Durante la realización de la fase de presentación, la coordinación de tren inferior y superior y la preparación de la batida obligan a que los atletas de elite realicen acciones de variaciones de la longitud de sus zancadas (Geese y Woznik, 1987; Hay, 1988); realizando la última zancada más corta que la penúltima, con el fin de lograr una preparación de la batida para transformar la carrera en salto (Jagodin y Papanov, 1987; McGinnis, 1990; Schmolinsky, 1981) evitando la perdida de velocidad en estos apoyos.

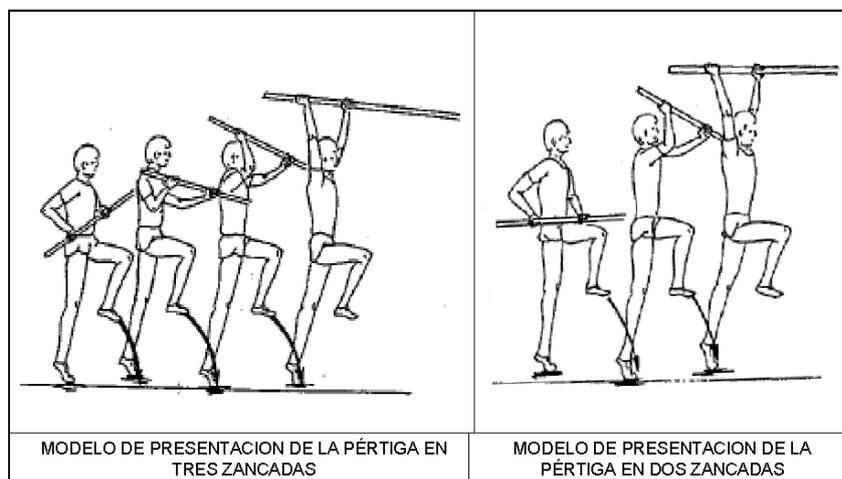


Gráfico 8: Modelos de presentación de la pértiga en la carrera de aproximación (Kruber, Kruber, y Adamczewski, 1995).

La longitud del penúltimo y último paso define una preparación de las palancas del saltador para la transformación de lo que se ha comentado en el

párrafo anterior de la carrera en impulso y salto en la batida, con la menor pérdida de velocidad.

2.3.3. La batida

La batida tiene como objetivo proporcionar al atleta un impulso para doblar la pértiga. Ésta es similar a la del salto de longitud, pero con las diferencias de la colocación de los brazos. En la batida se pueden diferenciar tres momentos:

2.3.3.1. Fase de amortiguación.

Cuando el pie de salto toca el suelo, en ese momento el atleta debe tener la pértiga adelantada al cuerpo y el brazo derecho extendido, suele estar en el caso de los hombres a una distancia de 4,20 y 4,40 m y en mujeres entre 3,20 y 3,40 m en atletas de elite mundial (F. Schade, Brüggemann, Isolehto, Komi, y Arampatzis, 2006) .

2.3.3.2. La fase de sostén (Gráfico 10).

En la que el codo del brazo izquierdo se extiende por encima de la cabeza con el objetivo de que la altura de la mano superior con respecto al suelo y el ángulo de los brazos y de la pértiga con el suelo sean el mayor posible (más de 20-22°; Gráfico 9) (Locatelli, 1987; McGinnis, 1990).

2.3.3.3. La fase de impulso.

Tiene dos tendencias según la distancia de batida y la colocación del pie de impulso con respecto al agarre superior de la pértiga: a) el denominado “pre-jump” de manera que el atleta termine la impulsión sin tocar la pértiga el tope del cajetín; y b) la forma clásica en la que se produce contacto de la pértiga con el tope del cajetín, incluso empezando la flexión (Lindner, 1966; Weisspfenning, 1981).

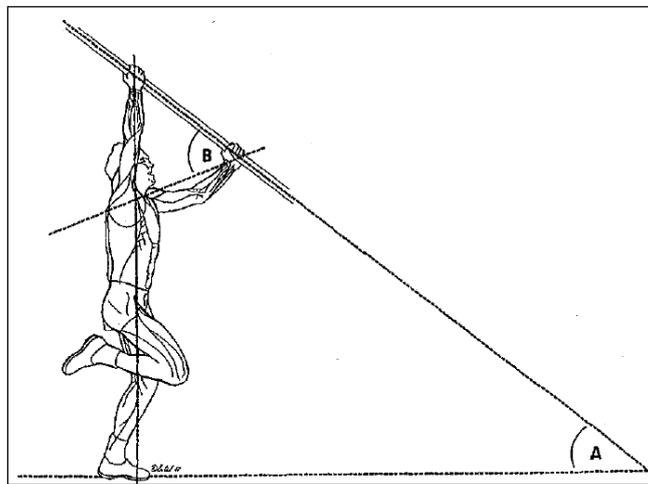


Gráfico 9: Concepto de ángulos en la batida (Railsback, 1987)

En el desarrollo de la batida es importante tener en cuenta:

- a) La altura de agarre de la mano superior hasta la punta de la pértiga, que se observó en la carrera;
- b) La altura del centro de masas del atleta (CM), factor esencial en el rendimiento total del salto en atletas de elite, que dependiendo de la antropometría del saltador se establece entre 1,20 y 1,35 m (Hay, 1993);

- c) el tiempo de apoyo, como un indicador de transmisión de la velocidad a la batida, se establece entre 100 y 140 ms (Angulo et al., 1994; Jagodin y Papanov, 1987);
- d) ángulo que forma la pierna de batida con la horizontal, justo antes del despegue, establecido en 76° (Gráfico 10) para saltadores de elite (Jagodin y Papanov, 1987; J. Nikolov, 1987);

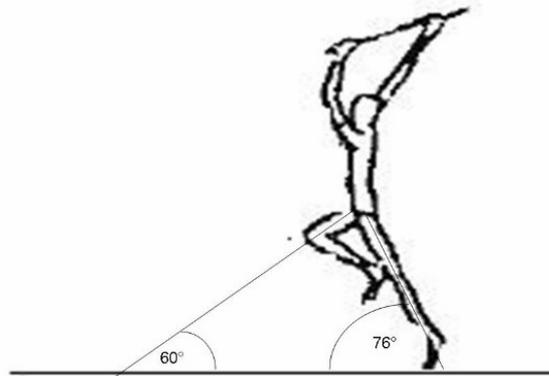


Gráfico 10: Ángulo de la pierna de la pierna de batida y de la pierna libre y la horizontal (Jagodin, 1986).

- e) ángulo de la pierna libre con la horizontal justo antes del despegue, establecido en 60° (Gráfico 10) para saltadores de elite,
- f) el ángulo de proyección del CM con respecto al suelo entre 14 y 19° (Locatelli, 1987; McGinnis, 1990);

2.3.4. Fase de Vuelo

La fase de vuelo comienza una vez que el saltador con pértiga despegar del suelo realiza el doblaje de la pértiga con una acción de empuje de brazos y con una posición sostenida del gesto de batida del resto del cuerpo en una subfase

denominada penetración (grafico 11). El objetivo de esta fase es la deformación del material elástico por medio de un cambio entre la energía cinética que es acumulada por el saltador en la carrera y la energía potencial elástica que acumula la pértiga en su doblaje. Este momento es comparado a la acción de un doble péndulo (gráfico 11), uno formado por el saltador con respecto al eje de sus brazos y otro de la pértiga (invertido) con respecto al eje del cajetín.

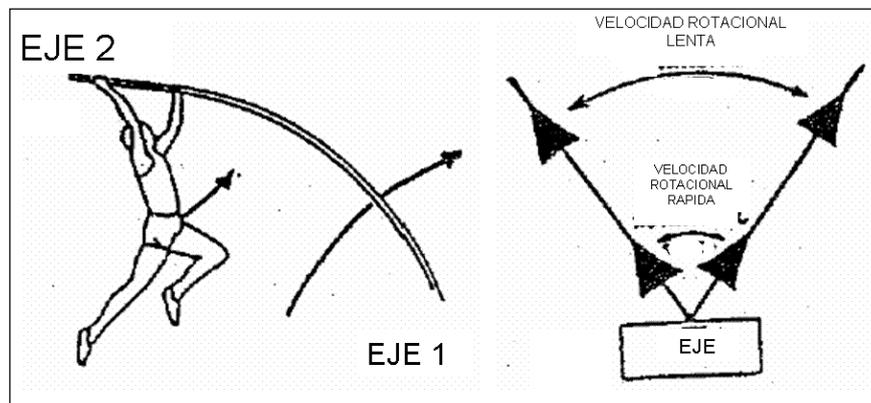


Gráfico 11: Péndulos durante la fase de vuelo (Sloan, 1993).

Una correcta ejecución de esta fase es determinada por:

- Las componentes de la velocidad vertical y horizontal del CM al finalizar la batida (Grabner, 1997). Velocidades horizontales superiores a los 8 m/s en hombres y 6 m/s en mujeres, y velocidades verticales de 2 m/s en hombres y 1,5 m/s en mujeres.
- La velocidad angular del cuerpo desde los hombros y desde la pelvis, con valores encontrados en atletas de elite de 130 a 170 °/s respectivamente (Grabner, 1997)
- Tiempo de la fase de péndulo, en torno a los 100 ms correspondiendo a un 8% sobre el tiempo de vuelo en atletas de elite hombres.

La inversión comienza sólo cuando el tronco se alinea otra vez con el brazo superior, o la sobre extensión de la articulación del hombro (que debe manifestar una alta flexibilidad pasiva) se produce de nuevo. En la oscilación del péndulo largo al corto, el eje horizontal del saltador pasa a ser paralelo a la curvatura de la pértiga (ver gráfico 12).

La pértiga reacciona a esto hacia arriba, con un movimiento de balanceo, rota sobre el eje del hombro, doblándose incluso más lejos. Se alcanza la flexión máxima cuando la parte posterior del saltador es casi paralela al suelo y cuando el tronco del saltador está paralelo al extremo superior de la pértiga.

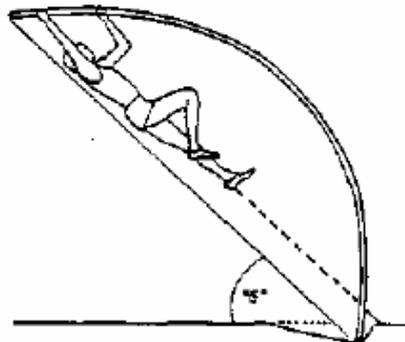


Gráfico 12: Transición del péndulo. Esta fase es alcanzada cuando el eje longitudinal del cuerpo está en una posición de 45° con el suelo, tomado de Tidow (1989)

Una vez que se ha producido esta penetración y doble péndulo el atleta flexiona la cadera manteniendo los brazos extendidos como eje para agrupar el cuerpo. Durante esta subfase denominada agrupamiento el objetivo es terminar de acumular energía potencial en el doblaje y preparar el cuerpo del saltador para el enderezamiento de la pértiga, es decir, el intercambio de energía potencial del

material elástico a energía cinética que adquiere el saltador incrementando su velocidad vertical elevando su CM.

Una correcta ejecución de esta fase es determinada por:

- a) el máximo doblaje de la pértiga (MPB) con dos componentes: diferencia de longitud del arco que tiene la pértiga entre la mano superior de agarre y la punta (que se establece en 3,54 m para los hombres y sobre los 3 m para las mujeres) y la diferencia entre en porcentaje de sobre el arco inicial de 27,70 % de media en los hombres y 30% en las mujeres (Schade et al., 2006).
- b) Velocidad vertical del CM en esta fase, cerca de los 6 m/s (Jagodin, 1993). Duración y porcentaje sobre el total del tiempo de la fase de vuelo. Entre 500 ms y un 40 % de la duración total de la fase de vuelo en saltadores con pértiga en hombres de elite (Jagodin, 1993).

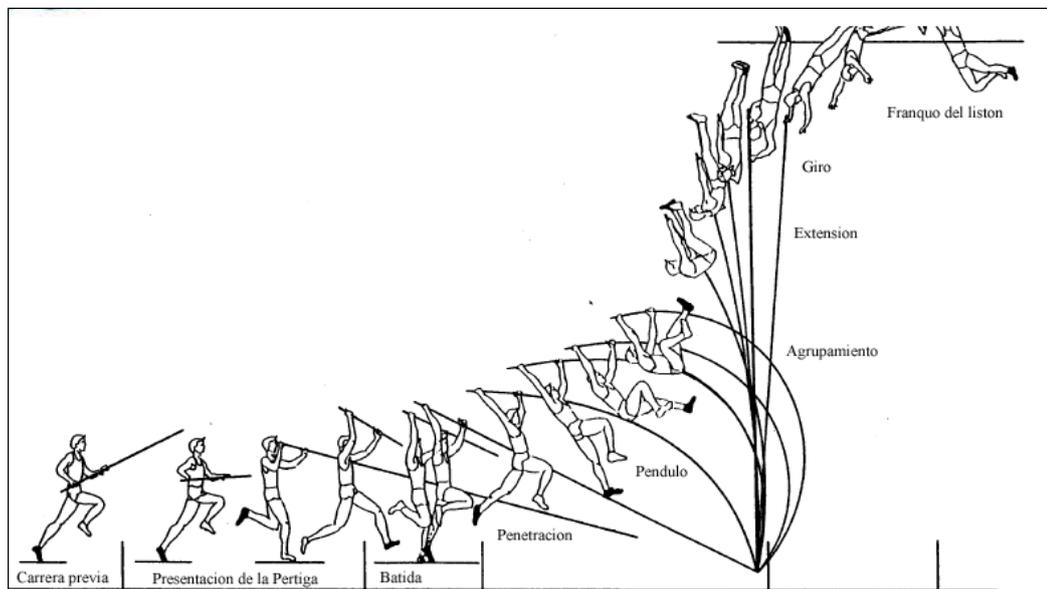


Gráfico 13: : Representación gráfica del modelo técnico, modificada de (Sainz, 1993)

Una vez que se ha producido el máximo doblaje de la pértiga, el atleta debe tener los brazos extendidos y se encuentra agrupado pero con la pelvis a la altura o más alta que la horizontal de los hombros (agrupamiento Gráfico 13 13). Cuando empieza el enderezamiento de la pértiga sigue elevando la pelvis y la acerca a la pértiga con una flexión de su brazo a nivel del codo izquierdo (Ruf, 2003). El saltador intenta colocar su tronco y piernas alineados y lo más verticales posible. Durante esta fase denominada extensión, el objetivo es aprovechar al máximo la respuesta vertical de la pértiga que hace elevar al saltador.

Cuando la pértiga termina el enderezamiento, un instante antes el atleta realiza una acción de empuje de brazos acompañada de un giro sobre los hombros que se transmite al resto del cuerpo. El objetivo de la fase de extensión es elevar aún más el CM del saltador y preparar la siguiente ase que es el franqueo del listón.

Una correcta ejecución de las fases de extensión y giro está determinada por:

- a) la máxima componente vertical de la velocidad del CM, que en atletas de elite hombres llegan a los 5.6 m/s (Jagodin, 1993) y 3.8 m/s en las atletas de elite mujeres (Grabner, 1997);
- b) la duración y porcentaje dentro de la fase de vuelo 1) de la extensión, con valores de unos 350 ms, 26-27% de la fase de vuelo en saltadores de elite hombres (Gros y Kunkel, 1990; Palao, 2003) ; 2) del giro con valores de unos 120-150 ms y un 12% de la fase de vuelo en saltadores de elite hombres ,
- c) de la altura ganada por el CM desde la batida hasta justo antes de soltar la pértiga el saltador. Con valores superiores a los 4 m en saltadores de elite hombres (Hay, 1993).

2.3.5. Fase de franqueo del listón.

Una vez que se ha producido el enderezamiento de la pértiga el saltador ya girado se suelta comenzando el vuelo sin apoyo con suelta del brazo izquierdo y por último el derecho. El objetivo de esta fase de franqueo es que el saltador, en el aire adapte su cuerpo a superar el listón intentando continuar la trayectoria vertical en la que ha sido empujado por la pértiga (grafico 137).

Una correcta ejecución de la fase de franqueo es determinada por:

- a) velocidad del CM al soltar la pértiga; con valores superiores a los 3 m/s (Jagodin, 1993);
- b) el índice técnico (IT) o la diferencia en metros entre el agarre y el listón, con valores entre 0.80 a 1 m para saltadores de elite hombres (Martinez, 1996) y de 0,50 a 0,65 m para las mujeres (F. Schade, G. P. Brüggemann, et al., 2006);
- c) la altura entre el CM en la suelta de la mano derecha a la máxima altura alcanzada por el CM que en 1993 James hay denominó H₃, con valores para saltadores de elite hombres es de 35 a 40 cm.
- d) distancia entre la máxima altura alcanzada por el CM y la altura a la que está situado el listón denominada también por Hay como H₄, con valores para saltadores de elite hombres de los 5 a los 25 cm.

Una vez que el saltador ha franqueado el listón se dispone a realizar la caída. Se hace en una zona de caída apropiada de colchoneta y se realiza amortiguada y de espaldas.

2.4. EL ESTUDIO BIOMECÁNICO DEL SALTO CON PÉRTIGA

Los estudios referenciados en salto con pértiga se trasladan desde la utilización de la pértiga de fibra de vidrio. Se atribuye su comienzo a la necesidad de incorporar elementos que apoyen el cambio radical que producen las nuevas pértigas de fibra de vidrio.

A principio de los años setenta (Hay, 1971) estudia a el comportamiento mecánico de saltadores de elite de Nueva Zelanda por medio de grabaciones de películas a una velocidad de 1/100 donde determina los cambios de energía en la pértiga y su influencia con el doblaje de la misma.

En 1973 se desarrolla un tratado de referencia de James Hay a la hora de describir la biomecánica de la pértiga que se actualizará en 1993 siendo un texto de apoyo para cualquier trabajo del análisis biomecánico de las técnicas deportivas (Hay, 1973) en este capítulo de libro describe los aspectos fundamentales para entender mecánicamente el salto con pértiga con fibra de vidrio, los datos aportados se actualizaron en la edición de 1993 a la cual se hará referencia más adelante.

Un grupo de científicos suizos de la escuela Politécnica Federal de Zúrich a mediados de la década de los setenta encabezados por H. Kunz realizan un asesoramiento científico (Kunz y Waser, 1975) para los entrenadores de decatletas junior y senior suizos donde muestran información biomecánica relativa a saltos grabados con cámaras de 1/50 y 1/100 en dos dimensiones y que generan una información que llegará a través de la asociación europea de atletismo al resto de Europa, ya que se hicieron varios estudios, de varias pruebas .

Estos estudios aportaban información biomecánica como altura máxima del centro de gravedad, el arco de doblado de la pértiga, ángulos en las distintas fases y eran sintetizadas hacia los elementos técnicos para que fueran comprendidas en su ejecución.

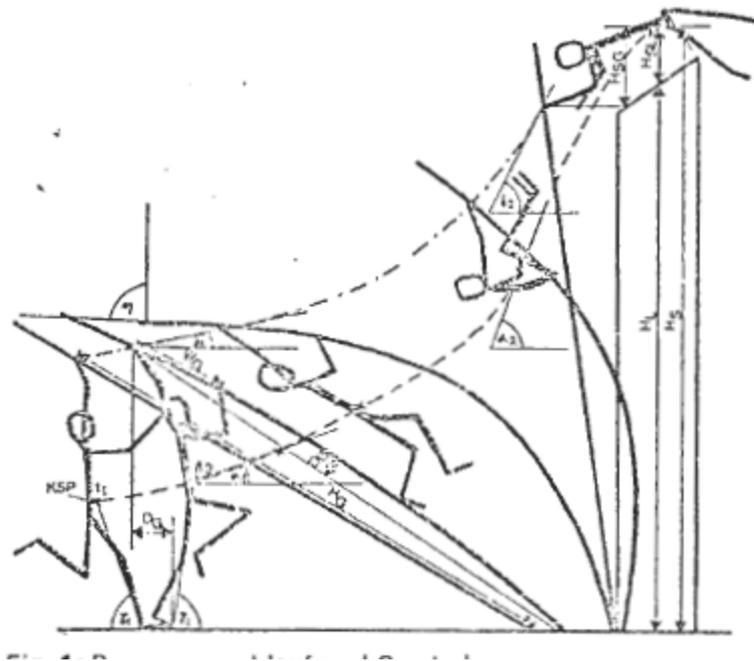


Gráfico 14: puntos de análisis mecánico de Kunz y Waser(1975)

En una línea paralela desde finales de los setenta hasta principios de la década de los 80 hay un grupo de investigadores de la entonces República Federal Alemana encabezados por el profesor y amante del atletismo Rolf Geese que con un proyecto de investigación denominado “Análisis y orientación de magnitudes biomecánicas en la técnica de salto con pértiga de atletas de alto rendimiento” (Geese y Woznick, 1980; Geese y Woznik, 1987) del Instituto Federal de Ciencias del Deporte que aportan 40 características analizadas de las cuales muchas han sido tomadas como ejemplo para futuros estudios.

Geese analizó atletas hombres participantes en alta competición (N=8) con marcas entre 5,40 y 5,60 metros y decatletas aportando un resumen a ver en la tabla 1.

Tabla 1: Características más relevantes aportadas por el estudio biomecánico de Geese (Geese y Woznik, 1987)

marcas	5,20-5,55 m	4,30-4,50 m
<i>Ultimo paso (m)</i>	1,89	1,75
<i>Separ Agarre (m)</i>	0,53	0,48
<i>altura Agarre -0,20 (m)</i>	4,42	4,26
<i>Angulo batida (grados)</i>	20,3	24,7
<i>Angulo de Clavado (grados)</i>	53,7	63,1
<i>Angulo Pbatida al final (grados)</i>	72,7	69,4
<i>Duración Batida (cs)</i>	118	122
<i>Velocidad ultimo TO (m/s)</i>	8,57	8,47
<i>Velocidad vuelo (m/s)</i>	7,31	6,47
<i>longitud arco pértiga en batida %</i>	95,6	97,7

A principios de los 80 se publican artículos enfocados en explicar a los entrenadores que realidades mecánicas están ocurriendo en el salto con pértiga, estos artículos (Attig, 1980; Braff y Dapena, 1983; Jovis, 1980) los análisis son descriptivos y nos llevan a detallar las distintas partes del salto con pértiga y la influencia de los factores biomecánicos en cada una de ellas.

A través de los estudios de la fotogrametría con la utilización de la cinematografía para el análisis biomecánico (Gros y Terauds, 1983) se establecen cuantificados tres factores:

- a) Velocidades lineales del centro de masas en sus componentes vertical y horizontal.
- b) Energía cinética y energía potencial.
- c) Momento angular del saltador con pértiga.

Estos factores serán utilizados también en posteriores estudios pero la fijación de los técnicos estarán en descriptivos más accesible de trasladar de manera cuantitativa al saltador (Houvion, 1984).

Los Juegos olímpicos de Los Ángeles en 1984 supusieron una plataforma de salida para proyectos (Hay, 1988; Hay y Miller, 1985a, 1985b) que en muchas ocasiones tenían el apoyo financiero del Comité Olímpico Internacional (C.O.I.), estos trabajos realizados en 2 dimensiones indicaron una forma correcta de establecer el protocolo de los estudios al tomar las imágenes a través de películas o células de velocidad pero sobre todo indicaba la importancia de tener en cuenta los factores que rodeaban a la competición y que obstaculizan en ocasiones tener una visibilidad reducida por cuestiones de los propios oficiales de la competición, los medios de comunicación, entre otros.

Otros estudio (McGinnis, 1985) realizado por la Universidad de Oregón examina atletas de elite americanos sobre seis variables para determinar el rendimiento de cada saltador: resultado, velocidad en la batida, ángulo de batida, máxima flexión de la pértiga, distancia reducida de la pértiga y el Angulo de la pértiga en la presentación. Estas variables serán determinantes y estarán incluidas

en todos los estudios posteriores, siendo un dato de interés para los entrenadores (Petrov, 1984).

A partir de que la tecnología permite la reconstrucción en dos dimensiones de los movimientos segmentarios del saltador con pértiga estos son analizados (McGinnis y Bergman, 1986) y nos proporcionan una tendencia mecánica por cada parte del cuerpo. Los aspectos metodológicos y los cálculos aportan luz al estudio de la cinemática y cinética del movimiento pero producen en algunos técnicos en atletismo una sensación de separar el laboratorio de la pista por ello algunos artículos intentan suavizar esta tendencia (Attig, 1980, 1987; Young, 2000).

A través del apoyo del C.O.I. se producen los análisis biomecánicos de los Juegos de Seúl en 1988 (Gros y Kunkel, 1990) y de Barcelona en 1992 (Angulo et al., 1994). Estos estudios proporcionan una visión completa de las distintas partes del salto y estipulan una visión de la biomecánica del salto con pértiga que se refleja en las velocidades, tiempos de ejecución e intercambio de Energía. Se centran en ambos casos en el estudio de la velocidad de entrada en los últimos 4 apoyos, en las distancias de los últimos pasos, tiempos de contacto y distancias y tiempos en la batida y en distintas fases del salto y por supuesto en evolución del centro de masas del saltador.

Ambos estudios tuvieron metodología similar y utilizaron la fotogrametría digital en dos dimensiones con cámaras que captaron imágenes a 50 Hz. Ambos estudios tenían además una discusión técnica a la cual se añadían unas conclusiones de algunos técnicos especialistas (Gros y Kunkel, 1990)

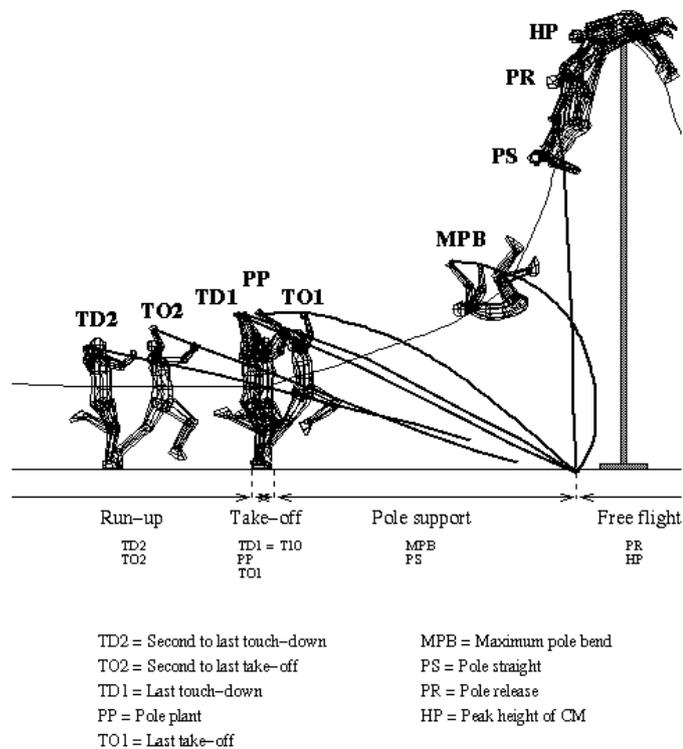


Gráfico 15: Modelo de análisis mecánico desarrollado por Angulo et al. (1994)

En 1993 aparece la revisión del libro de Biomecánica de las técnicas deportivas de James Hay (Hay, 1993) en el cual se actualizan los excelentes conceptos aportados en su versión de 1973 con datos de atletas como Sergei Bubka, Earl Bell o Billy Olson, y se confirma su análisis de los factores básicos que influyen en el salto con pértiga (grafico 16).

Esta actualización no deja de ser una confirmación del mismo modelo técnico y biomecánico que servirá brillantemente de referencia a casi todos los autores de estudios biomecánicos en relación al salto con pértiga.

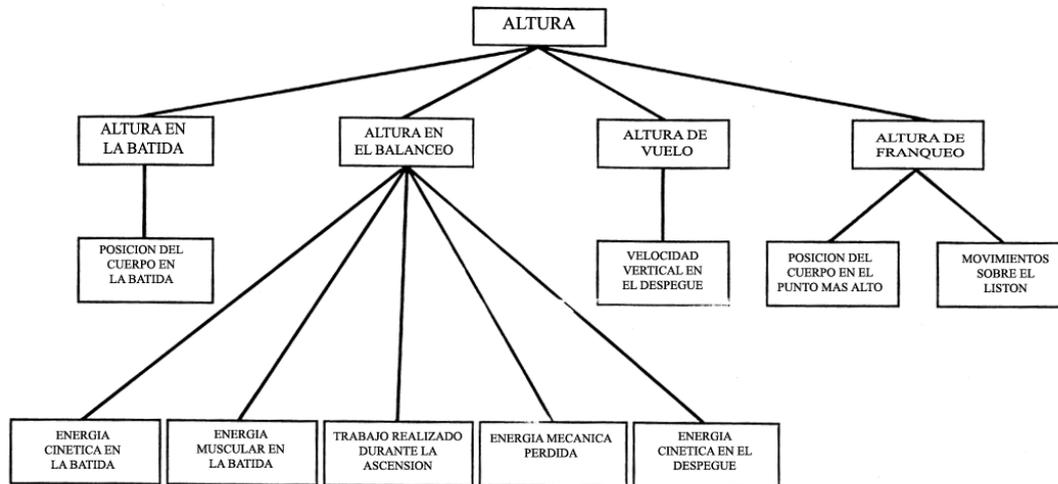


Gráfico 16: factores básicos en el salto con pértiga (Hay, 1993)

Hay (1993) aporta datos contrastados con otros estudios (Gros y Kunkel, 1990; McGinnis, 1990) que describe de manera minuciosa en las distintas fases del saltos los factores que influye con datos de atletas de talla mundial e indica porque se está produciendo estas acciones, de manera que el libro atiende tanto a los biomecánicos como a los entrenadores expertos.

Empiezan la publicación desde este momento de comunicaciones y artículos en revistas indexadas de prestigio internacional donde los distintos autores hablan del análisis tridimensional (Morlier y Cid, 1996; Vaslin, Couëtard, y Cid, 1994) en el salto con pértiga, también se aplican simulaciones y formulaciones matemáticas que complementan el estudio de la biomecánica de esta prueba (Ekevad y Lundberg, 1995; Linthorne, 1994).

La introducción de la pértiga femenina hacia 1993 y oficialmente en 1996 impulsa también estudios biomecánicos para proporcionar datos que concluyan parámetros de rendimiento (Grabner, 1997), estos estudios son reforzados por los informes biomecánicos que se realizan para la IAAF (Bruggemann et al., 1999; F.

Schade, Arampatzis, y Brüggemann, 2000, 2006; F. Schade, Arampatzis, Brüggemann, et al., 2004; Falk Schade, Arampatzis, y Brüggemann, 2006; F. Schade, Arampatzis, y Brüggemann, 2004; F. Schade, G. P. Brüggemann, et al., 2006) pero a partir de estos momentos en 3 dimensiones, por expertos biomecánicos de distintas universidades alemanas, donde principalmente se desarrolla el estudio del salto con Pértiga, su técnica y características, en coordinación con la Federación Alemana de Atletismo (Hommel et al., 2009), a partir del mundial de Daegu de 2011 estos estudios pasan a ser localizados por universidades de la zona, como ocurre en este mundial (Choi, Yi, Kim, Kang, y Kim, 2011b; Lee et al., 2010)

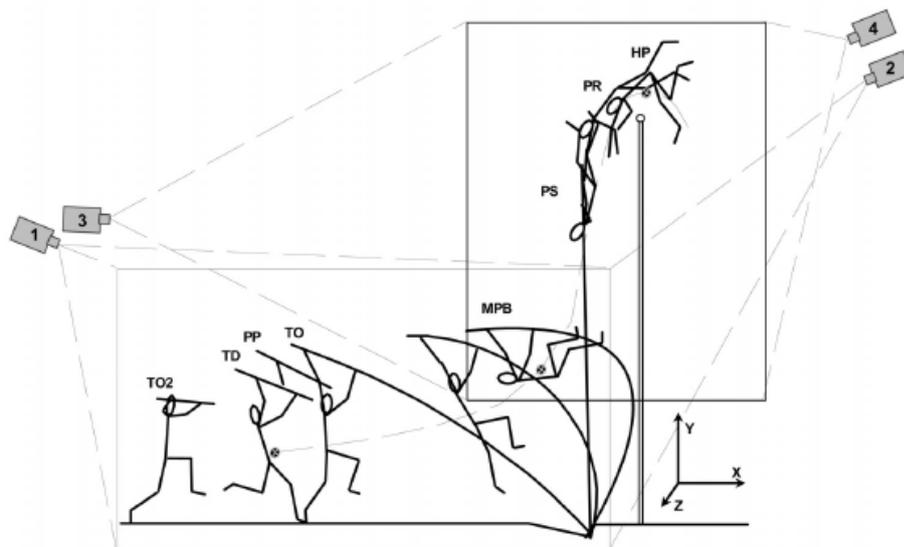


Gráfico 17: Modelo de análisis biomecánico (F. Schade, Arampatzis, Brüggemann, et al., 2004)

En estos estudios, aparte de proporcionar datos comparativos ya vistos con anterioridad para ilustrar a los entrenadores sobre los factores de rendimiento, centran su visión en una aproximación de entender el salto con pértiga como un intercambio de energía y por ello se utilizan plataformas de fuerzas colocadas en

pista (F. Schade, G. P. Brüggemann, et al., 2006) para determinar la influencia de la fuerza de la batida en el salto. Además, a través de los avances tecnológicos, permiten observar la velocidad de la carrera del saltador tomada con sistema de láser.



Gráfico 18: Esquema de proyecto biomecánico de Choi (2011) para filmar y analizar el salto con pértiga

A parte de los proyectos dedicados a los campeonatos de atletismo en los últimos diez años, los estudios han buscado la influencia de la fuerza en el momento de la batida ejercida sobre la pértiga (Morlier y Mesnard, 2007), gracias a la tecnología que proporcionan las plataformas de fuerza como se ha mencionado anteriormente. Otro punto a analizar cinemáticamente es la batida como elemento fundamental que determina el resto del salto (Bassement, Goss-Sampson, y Garnier, 2007), aunque en los estudios de Bassement la muestra es sobre atletas que no son top mundial y la realización del estudio es en un entrenamiento a diferencia de los informes biomecánicos de la IAAF.

La tendencia al análisis con la elite mundial a través de los datos aportados en los reportes de la IAAF y el COI , motiva a la comparación y análisis de la influencia de los parámetros cinemáticos que sean exitosos en saltos válidos (Zagorac, Retelj, y Katic, 2008) en la categoría junior, en este estudio la muestra de deportistas es local (Croacia) y en condiciones de entrenamiento protocolizadas, aunque posteriormente en el transcurso del Campeonato de Europa junior de 2009 (Gudelj, Zagorac, y Babić, 2013), en este estudio Gudelj analiza los intentos validos de 30 saltadores y describe todas sus variables cinemáticas.

En estos años es destacable revisiones a los aspectos que conforman de modelos que justifiquen la acción de doblaje de la pértiga (Morlier, Mesnard, y Cid, 2008) y las acciones mecánicas transformadas, además de revisiones a los factores mecánicos que se han aportado en otros estudios y que se revisan y actualizan (Frère, L'hermette, Slawinski, y Tourny-Chollet, 2010) .

2.5. EL ESTUDIO DE LOS FACTORES DE RENDIMIENTO EN SALTO CON PÉRTIGA

El propósito de este apartado describir las aportaciones de estudios y trabajos de investigación al modelo de rendimiento del salto con pértiga que permite a entrenadores y técnicos mejorar para poder alcanzar las prestaciones que son requeridas para poder estar a nivel mundial, nacional o incluso por edades y género.

Desde que empezó a utilizarse la pértiga de vidrio a principios de los 60 hasta nuestros días, siempre los enfoques que la ciencia y la técnica del salto con pértiga han aportado, hacen que se consiga el objetivo de poder mejorar los records mundiales y olímpicos.

Por esta cuestión de la literatura que trata sobre el rendimiento en el salto con pértiga se puede establecer una selección de factores que en los distintos análisis han formado parte del estudio de esta compleja prueba (Bermejo y Palao, 2012b; Palao, 2003). Siguiendo a los autores anteriores se podrían describir dos formas distintas de entender los factores de rendimiento:

1. Desde el análisis mecánico del salto con pértiga
2. Desde el análisis temporal de los entrenadores especialistas

2.5.1. Factores de rendimiento en salto con pértiga desde el punto de vista científico.

Como los distintos modelos de estudios han tenido diferentes enfoques desde los primeros que se hicieron (Bowers, 1970; Hay, 1971, 1977) hasta los más actuales (Cassirame, Sanchez, y Morin, 2016; Gudelj et al., 2013; Simona y Cristian, 2015) han ido evolucionando entre los aspectos más importante a nivel científico dentro de la biomecánica.

Se establece como guía de los factores la siguiente terminología (tabla 2):

Tabla 2: Terminología de factores de estudio en el salto con pértiga
Abreviatura **Descripción**

SH	La separación de las manos en el agarre de la pértiga
LG	longitud de agarre de la mano superior desde la punta
Rup	Longitud de la carrera
Vmax	Velocidad máxima en la carrera de aproximación
AcRup	Aceleración de la carrera de aproximación
TD3	Tiempo contacto antepenúltimo apoyo
TD2	Tiempo contacto penúltimo apoyo
LTO3_TD2	Amplitud del penúltimo paso de la carrera de aproximación,
LTO2_TD1	Amplitud del último paso de la carrera de aproximación
LTO3_TD1	Amplitud de la última zancada de la carrera de aproximación
DFB	Distancia de batida
HCMPP	Altura centro caderas con pie batida antes impacto
HTHPP	Altura mano derecha con pie batida antes impacto.
APP α	Angulo de presentación de la pértiga, antes choque
H1	Altura del CM, batida
TD1	Tiempo de apoyo batida
ATO1_A (β)	Angulo de la pierna de batida con la horizontal en el último instante
JA(Ω)	Angulo de proyección del CM con la horizontal en la batida
HTH_TO1	Altura mano derecha en la batida
VTD3	Velocidad en el antepenúltimo paso
VTD2	Velocidad en el penúltimo paso

VTD1	Velocidad en la batida
VTO1	Velocidad en la batida en el momento del despegue
VTO1x	Componente horizontal de la velocidad del CM en el instante del despegue
VTO1y	Componente vertical de la velocidad del CM en el instante del despegue
H21a	Fase de penetración y péndulo,
MPB	Máxima flexión y doblado de la pértiga
%MPB	Porcentaje del máximo doblado de la pértiga
ω _PYP	Velocidad angular del tronco de la batida hasta la fase de agrupamiento
ω _MPB	Velocidad angular del tronco de la batida hasta la máxima flexión de la pértiga
Vx_MPB	Componentes horizontales de la velocidad del CM en el MPB
Vy_MPB	Componentes verticales de la velocidad del CM en MPB
H21b	Fase de agrupamiento,
PS	Fase de retorno elástico de la pértiga
Vymax_PS	Máxima componente de la velocidad vertical del CM
MPB a PR	Tiempo de duración de la fase extensión y giro
H2	Altura obtenida por el CM desde la batida a la suelta de la pértiga
PR	Momento de suelta de las dos manos de la pértiga
Vymax_PR	Velocidad del CM vertical al soltar la pértiga
IT	Índice Técnico
Hmax	Máxima altura del CM
H3	Altura obtenida por el CM desde la suelta de la pértiga hasta la máxima altura del CM Altura de Suelta= H cadera suelta+ H cadera batida
H4	Altura obtenida por el CM desde el listón hasta la máxima altura del CM del saltador
TTJ	Tiempo total del salto

En trabajos de revisión se han establecido unos precedentes que indican la importancia de la división por parte mecánica (tabla 3) pero además de las aportaciones de estas revisiones creemos importante dar un recorrido más concreto a que aspectos logran estudiar el rendimiento en el salto con pértiga.

Tabla 3: División mecánica del salto con pértiga (ordenada por año) tomado de Bermejo y Palao (2012b)

Autor	División mecánica del movimiento
Attig (1987)	Desarrollo de la velocidad de aproximación, preparación para la conversión de la velocidad de aproximación, conversión de la velocidad de aproximación, control de la velocidad de rotación y almacenamiento-conversión de la energía, preparación para la conversión de la velocidad de rotación, conversión de la velocidad de rotación, y velocidad de vuelo y control de rotación.
Gros y Kunkel (1990)	Último apoyo anterior a la batida (TD1), presentación de la pértiga (PP), batida (TO1), máximo doblamiento de la pértiga (MPB), recuperación de la pértiga (PS), suelta de la pértiga (PR), y máxima altura alcanzada por el saltador (HP).
Angulo et al. (1994)	Fase de carrera (incluyendo el contacto y despegue de cada uno de los apoyos), fase de batida (último contacto del apoyo, clavada de la pértiga, y último despegue del apoyo), fase sobre la pértiga (máxima flexión, extensión, y lanzamiento del pertiguista), y fase de vuelo (lanzamiento del pertiguista y punto de máxima altura del CM del saltador).
Grabner (1997)	Utiliza el modelo de alturas de salto propuesto por Hay (1993) y el modelo mecánico propuesto por Angulo et al. (1994) para la evaluación de diferentes parámetros cinemáticos.

Schade et al. (2000)	Utiliza una división del movimiento en fases similares a las definidas por Gros y Kunkel (1990).
Arampatzis et al. (2004)	Creación de energía (carrera de aproximación) y transformación de energía (fase debatida, en la extremidad inferior, fase de clavada de la pértiga, en la extremidad superior y tronco, y fase de ascenso, en la interacción del atleta-pértiga).
Schade et al. (2007)	Final del penúltimo contacto (T02), inicio del último contacto (TD), clavada de la pértiga (PP), final del último contacto (T01), máximo doblaje de la pértiga (MPB), instante en el que se logra la máxima altura del CM (HP), v altura máxima del CM (CMmax).

La base teórica de estos estudios está en James Hay (1973, 1993) ya mencionado en el estudio de la biomecánica del salto con pértiga que daba unas respuestas a la variación de altura del centro de gravedad del saltador con pértiga, pero estas aportaciones estaban limitadas por en el análisis cinemático, como era la velocidad horizontal y la velocidad vertical del saltador con pértiga en el momento de la fase de vuelo apoyado y libre de la pértiga (Frère et al., 2010).

En los primeros estudios se aporta información de factores como la velocidad, los tiempos y los ángulos y es a través de la cinematografía donde cámaras de que eran capaces de grabar a alta velocidad realizaban tomas de saltos desde una distancia y forma perpendicular para ofrecer un estudio biomecánico en dos dimensiones.

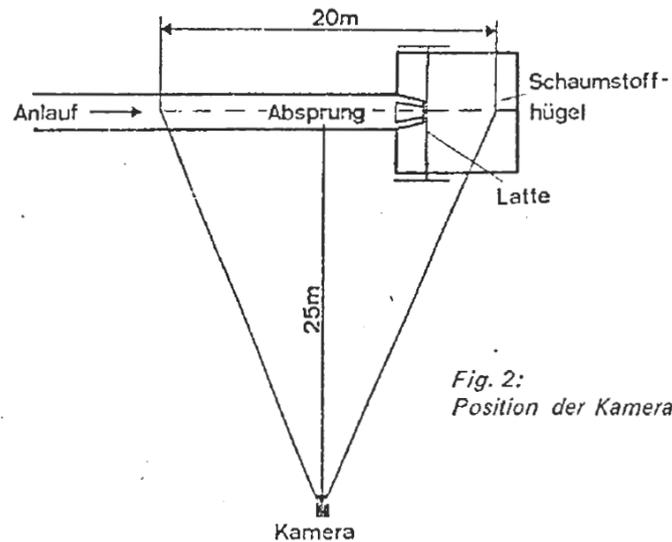


Ilustración 1: Posicionamiento de las cámaras en análisis bidimensionales (Geese y Woznick, 1980)

En estos estudios se revisaban todos los datos posibles que pudieran ser analizados por los entrenadores y técnicos, en los estudios de Geese y Woznick (1987) se llegaron a analizar 40 variables de saltadores de elite mundial que se muestran resumidas posteriormente. En este estudio los autores dan unas indicaciones en las distintas fases del salto con pértiga para intentar lograr un salto correcto, pero inciden sobre todo en la necesidad de tener una altura. La colocación correcta de los segmentos corporales en una temporalidad que coincida con el momento de inercia que proporciona la pértiga en la fase de vuelo de la pértiga destaca en las conclusiones, sobre todo en la observación de la colocación de la cadera y la rodilla de la denominada pierna libre lo cual va a determinar la distancia entre el listón y la máxima altura del Centro de Masas (H4 para la propuesta de Hay).

Gros y Terauds (1983) proporcionan un estudio donde la información es filtrada para los entrenadores, con el fin de que entiendan la importancia de la eficacia técnica en base a transmitir al saltador una velocidad que permita el intercambio de energía cinética a potencial y para ello insiste en la velocidad de aproximación en la carrera y en la velocidad máxima vertical que obtiene el saltador en la fase de vuelo en el impulso que le proporciona el retorno elástico de la pértiga (Gros y Terauds, 1983). Es importante la información referente a la batida donde se debe de valorar la pérdida de velocidad, hasta los 8 m/s (estas velocidades serán mucho más bajas que las que muestran posteriores estudios (J Nikolov, 1986) antes de despegar el pie del suelo, el saltador y las componentes que se producen en el momento que se abandona el suelo se midieron en 6,8 m/s y 2,3 a 3,8 m/s para las componentes horizontal y vertical respectivamente

Tomando datos en los juegos Olímpicos de 1984, un estudio de Hay (1988) habla de las diferencias a la hora de abordar las carreras de aproximación en el salto y da muestras claras de las diferencias entre los saltadores de longitud y salto con pértiga, sobre todo a nivel de la longitud del paso que se establece en una media para los últimos 7 apoyos de 2,44 m para la longitud y de 1,95 para los saltadores de pértiga esto es normal ya que los saltadores con pértiga utilizan estrategias de aproximación jugando con la velocidad (disminuir la pérdida de velocidad, aunque sea inevitable) en los términos de amplitud y frecuencia para facilitar una correcta presentación y batida.

McGinnis (1985) estudia las siguientes variables en un proyecto de asesoramiento científico con 8 saltadores de elite:

1. Velocidad en la batida
2. Angulo de batida

3. Distancia mínima del CM al cajetín
4. Máxima flexión de la pértiga
5. Distancia del agarre superior al cajetín en la fase de máximo doblaje de la pértiga (MPB)
6. Angulo de presentación de la pértiga

No todas estas variables van a ser utilizadas en estudios posteriores pero sirven de referencia comparativa como parámetros de rendimiento que serán resumidos en otros autores (Locatelli, 1987). En este momento se publican algunos trabajos donde se ofrecen datos de deportistas de rendimiento, pero no se mencionan las fuentes, pero sin embargo son aceptados por los técnicos como elementos que determinan los factores de rendimiento en el salto con Pértiga.

Gross y Kunkel (1990) durante los Juegos Olímpicos de Seúl desarrolla un reporte científico donde deja diferenciadas lo que podemos entender como las fases del salto con pértiga desde el interés del investigador que analiza el rendimiento. Así denomina:

1. Aproximación, corresponde toda la carrera hasta que llega a la batida.
2. El salto que incluye:
 - 2.1. La Batida (TO1)
 - 2.2. La fase de vuelo apoyado en la pértiga y a la vez subdivide en
 - 2.2.1. Primera fase apoyada en la pértiga que va desde el final de la batida al máximo doblaje de la pértiga (MPB)
 - 2.2.2. Segunda fase apoyado en la pértiga que va desde el máximo doblaje de la pértiga hasta que el saltador con pértiga se suelta del agarre (PR)
 - 2.3. La fase de vuelo libre que va desde que el saltador se suelta hasta que aterriza en la zona de caída.

Estos autores concluyen que hay diferencias en la carrera de aproximación de entre 0,8 a 1,2 m/s entre la velocidad en la carrera con transporte de la pértiga y la carrera "libre" o sin pértiga. Un penúltimo paso más largo 2,10 sobre un último más corto 2,00 m y una velocidad vertical que va creciendo desde a fase de penetración y péndulo con 2,56 m/s hasta la que se alcanza en el retorno elástico de la pértiga de 5,23 m/s, esta va a ser una tendencia en los estudios posteriores para entender los intercambios de energía en el sistema saltador pértiga.

Uno de los trabajos más completos es el desarrollado en los juegos olímpicos de Barcelona en 1992 por Angulo et al.(1994) donde se realiza un análisis más diferenciado en la batida dando importancia a:

- Momento en el que pie llega al suelo en la batida
- Momento en el que la pértiga toca el cajetín, en este punto es importante atender al "prejump" o impacto contra el cajetín una vez que el pie a abandonado en salto (Lauder, 1989).
- Momento en el que pie abandona el suelo.
- Altura del Centro de masas en el momento que el pie abandona el suelo.

Es importante resaltar que Angulo resalta estas fases porque identifica perfectamente la pérdida de velocidad horizontal desde la velocidad en el instante en el que el pie abandona el suelo en el penúltimo paso de 9,74 m/s hasta los 7,74 m/s en el instante que el saltador abandona el suelo en la batida, por ello muestra y diferencia la importancia del momento del impacto contra el cajetín (Pole Plan, PP).

Los siguientes estudios abordan la pértiga desde la dinámica por un interés de interpretar mejor los aspectos que rodean a la mecánica del salto con pértiga, pero la Federación Internacional a través de sus técnicos va a solicitar que estos

estudios aporten datos cinemáticos que lleguen a los entrenadores para la realización de comparativa de rendimiento.

Se aprecia como los estudios más destacados van a aportar unos datos muy similares en cuanto a condiciones cinemáticas del salto con pértiga (Choi et al., 2011a; Hommel et al., 2009; F. Schade, Arampatzis, Brüggemann, et al., 2004; F. Schade, G. P. Brüggemann, et al., 2006), aun con el cambio de algunas técnicas (como hemos comentado análisis en 3 dimensiones, o sustitución del sistema de células fotoeléctricas por láser o radar), salvo lógicamente los estudios con mujeres (Grabner, 1997)

Es importante determinar que estos estudios dejan para los entrenadores cuestiones básicas referentes a que nivel tiene que estar el deportista para estar en la elite mundial, es decir, que altura de agarre (por encima de los 4,80 m) que distancia de batida (por encima de los 4 m) que velocidad de aproximación, que ángulo de presentación de la pértiga, que velocidad vertical, datos resumidos en la Tabla 6.

Información a destacar es que existe una tendencia a la disminución de la velocidad horizontal (Frère et al., 2010) que puede deberse a la mejora de ciertas capacidades físicas del saltador de pértiga en beneficio de lo comentado anteriormente, disminuir al máximo la perdida de velocidad en el momento del despegue después de la batida, ya que los datos alcanzados sobre las alturas máximas del centro de masas son similares, incluso superiores, 6,16 m del atleta Lavillenie en Daegu en el 2011 (Choi et al., 2011b).

Tabla 4: Estudios y directrices con saltadores de elite

Variables	Estudios y directrices con saltadores de elite					
	Geese y Woznik (1987)	Gros y Kunkel (1990)	Angulo et al., (1994)	(F. Schade, G. P. Brüggeman, et al., 2006)	(Hommel et al., 2009)	(Choi et al., 2011a)
SH	66 cm		58 cm			
LG	4,90		4,86 a 5,16 m	4,89 m		
Rup					18,22 p	34 m (17,5 p)
Vmax		9,39*		8,96 m/s*	9,18	9,26
TD3		0,080 a 0,105 s				
TD2		0,080 a 0,110 s				
LTO3_TD2		2,01 m				
LTO2_TD1		2,09 m				
LTO3_TD1	2,15 m	2,00 m	2,00 m			
DFB	2,99 m*			4,07 m	4,22 m	4,44 m
H1	0,91 m		1,10 m			
HTH_TD1	2,08 m					
PA (α)		27,66 grados				26,3
HCM_TO1		1,25 m	1,26			
TD1	0,111 s	0,105 a 0,115 s				
TO1_A (β)	72,7					
JA(Ω)	20,2°	18,66°				13,7
HTH_TO1	2,27 m	2,47 m				
VTD3		9,6 m/s				
VTD2		9,6 m/s				9,25
VTD1	9,22 m/s	9,73 m/s	9,36 m/s			9,09

<i>VTO1</i>					8,24 m/s
<i>VTO1x</i>	7,48 m/s*	7,8 m/s	7,66 m/s		
<i>VTO1y</i>	2,56 m/s		2,81 m/s		
<i>P_H21a</i>	0,276 s				
<i>MPB</i>	71,4 m*	3,54 m	1,40 m	1,40 m	3,54 m
<i>%MPB</i>			28%	28%	27,7%
<i>Vx_MPB</i>					3,26 m/s
<i>Vy_MPB</i>					2,25 m/s
<i>P_H21b</i>	0,451 s	0,513 s			
<i>MPB a PS</i>	0,51 s				
<i>Vy_{max}_PS</i>	5,23 m/s		5,035 m/s		4,72 m/s
<i>PS a PR</i>	0,32 s				
<i>H2</i>	4,35 m				
<i>PR a HCM_{max}</i>	0,16 s				
<i>Vy_{max}_PR</i>	1,12 m/s	1,658 m/s			2,39 m/s
<i>HCM_{max}</i>			5,77 m	5,93 m	5,78 m
<i>H3</i>	0,19	0 a 34 cm	13 cm		
<i>H4</i>	0,15	12 cm			
<i>TTJ</i>	1,47 s				

Los estudios realizados con deportistas de distintos nivel al mundial aporta una orientación de la diferencias y claves para orientar a los saltadores con pértiga hacia el Rendimiento de la prueba a nivel internacional y mundial, en edades jóvenes además nos aportan una evolución en los parámetros descritos en progresiones por parte de algunos entrenadores que nos indican que puntos clave

dentro del análisis cinemático debe tener el saltador joven por la edad (Palao, 2003; Petrov, 1996, 2003).

Existen algunos estudios que intentan definir los parámetros biomecánicos con otro tipo de poblaciones para contrastar los factores de rendimiento para cada nivel. Así un estudio con 6 saltadores británicos en competición, entre alturas de 4.80 y 5.40 de Bogdanis y Yeadon (1996) a través de un estudio tridimensional datos velocidades de los últimos 4 apoyos en torno a los 8,7 m/s para el 4º paso antes de la batida 8,8 para el 3º, 9 m/s para el penúltimo apoyo y 8,8 en la batida con unos ángulos de batida correspondientes en torno a los 17-18 grados.

En el mismo estudio se aportan los datos de la distancia de los últimos apoyos donde se produce en 5 de los 6 casos una reducción de la distancia entre el penúltimo y último paso de la carrera, atendiendo a que el centro de masas se encontraba en torno a los 1,18-1,20 del suelo. Además, se portaba una referencia en torno a los 10 cm en la diferencia entre lo saltado y la máxima altura del Centro de Masas.

En dos estudios en una competición nacional universitaria Americana por Bergemann (2003) y la tomada por Gregorio, García_Fogeda y Matas (2005), con los tres mejores saltadores en el Campeonato Nacional Absoluto, destacando la longitud del último paso (sobre 1,91 m), la distancia de batida (4,1 m) la H1 (1,26 m), la velocidad de llegada a la batida de 8,60 m/s, establecen mayores diferencias en la máxima flexión de la pértiga (de los 3,32 m a 3,7 m) y en la velocidad vertical en el despegue (2,16 de los americanos por 2,61 a 3,35 de los españoles).

Tabla 5: Estudios y directrices de entrenadores y de nivel nacional con saltadores de elite

Variables	Estudios y directrices con saltadores de elite			
	(Locatelli, 1987)	(Bergemann, 2003)	(Petrov, 2003)	(Gregorio et al., 2005)
SH	60-80 cm			
LG	4,90 a 5,12		4,82 a 5,01 m	4,64 a 4,83 m
RUP			42 a 46 m	18 a 22
VMAX	9,8 a 10 m/s		<i>p</i>	8,96 a 9,46 m/s
LTO3_TD2		2,15 m	2,10 m	
LTO2_TD1		1,915 m	2,00 m	1,91 a 2,20 m
DFB	4,10-4,30 m	4,136 m	4,20 a 4,40 m	3,78 a 4,1 m
HCMPP		1,266		
HTHPP		2,070		
PPA (A)	30 grados	27,31 g		
H1		1,266		1,21 a 1,39
TD1	0,115 a 0,140			
TO1_A (B)				65,5 a 70,3°
JA(Ω)	16-18 grados			
HTH_TO1		2,17		
VTD3		9,66 m/s	9,31 a 9,54 m/s	
VTD2		9,41 m/s	9,53 a 9,79 m/s	
VTD1	8-8,5 m/s	8,64 m/s	9,54 a 9,81 m/s	8,32 a 8,66 m/s
VTO1				7,69 a 8,06 m/s
VTO1X		7,582 m/s		7,24 a 7,34 m/s
VTO1Y		2,156 m/s		2,61 a 3,35 m/s
MPB		3,32 m		3,46 a 3,76 m

VYMAX_PS		<i>4,40 a 4,75 m/s</i>	
H2	<i>4,087 m</i>		
VYMAX_PR		<i>1,47 a 1,64 m/s</i>	<i>0,38 a 3,44</i>
IT		<i>0,99 a 1,18 m</i>	
HCMMAX		<i>5,90 a 6,08 m</i>	<i>5,25 a 5,547 m</i>
H3	<i>0,291 m</i>		
H4	<i>0,235 m</i>		

En cuanto a la categoría junior se observan en los estudios (García, Guerrero, Romero, y Palao, 2012; Gudelj et al., 2013; Simona y Cristian, 2015; Zagorac et al., 2008) unas diferencias que remarcan la evolución de los parámetros cinemáticos que aumentan según la edad debido a la preparación muscular y física del saltador con pértiga a lo largo de los años de entrenamiento pero además por la mejora de las coordinación en la realización de la técnica también influenciada por los años de preparación (Jagodin et al., 1987; Palao, 2003; Petrov, 1996, 2003).

En la categoría junior sobre la altura del agarre lo normal es ver diferencias de hasta medio metro inferiores, el último paso de carrera es más corto y suele ser inferior, en torno a los 1,80 m en junior y 1,90 en senior. La velocidad de los últimos pasos de carrera es inferior 1 metro en lo Juniors con respecto a los absolutos, pero sin embargo estos estudios no han reflejado como datos la evolución de la velocidad vertical, que es unos de los factores determinantes del rendimiento en el vuelo con apoyo en la pértiga y en el momento de la suelta del agarre (tabla 6).

Tabla 6: Estudios y directrices con saltadoras de elite femenina y saltadores Juniors

Variables	Estudios y directrices con saltadores de elite y		
	(Grabner, 1997)	(Zagorac et al., 2008)	(Gudelj et al.,2015)
SH			
LG	3,84 a 4,06 m		4,43
Rup	12 a 16 p		
Vmax			
AcRup			
TD3			
TD2			
LTO3_TD2		2,107 m	2,08 m
LTO2_TD1		1,787 m	1,89 m
LTO3_TD1			
DFB	2,72 a 3.36 m	3,3539 m	3,5122 m
PPA (α)	32 a 37 ^e	35,09 ^e	32,69 ^e
H1	1,15 a 1,29 m		1,049 M
TD1	0,12 a 0,16 s		
JA(Ω)	18,4 a 24,7g		17,53
HTH_TO1			2,2342 m
VTD2		7,694 m/s	8,4 m/s
VTD1	7,2 a 8,2 m/s	7,503 m/s	8,31 m/s
VTO1	7,2 a 8,2 m/s		8,43 m/s
VTO1x	5,8 a 6,8 m/s		
VTO1y	2,4 a 2,8 m/s		
P_H21a	0,12 a 0,22 s	0,463 s	0,47 s
MPB	2,97 a 3,50 m		
%MPB		22,83%	26,94%

ω_{H21a}	130 a 170 °/s		
ω_{MPB}	60 a 104 °/s		
Vx_{MPB}	2,1 a 2,7 m/s		
P_{H21b}	0,24 a 0,32 s	0,4974 s	
MPB a PS	0,12 a 0,6 s		
V_{max_PS}	2,5 a 3,7 m/s		
$H2$	2,60 a 3,06 m		
V_{max_PR}	-1,1 a 0,3 m/s		
HCM_{max}	3,52 a 4,27 m	4,791 m	5,25 m
$H3$	0,01 a 0,09 m		
$H4$	-0,14 a 0,16 m		
TTJ	1,24 a 1,52 s	1,256 s	1,44 s

2.5.2. Factores de rendimiento en salto con pértiga desde el punto de los técnicos especialistas y entrenadores.

La mayoría de los entrenadores aceptan un modelo de las siete fases del salto con pértiga (carrera, presentación, batida, péndulo, agrupamiento, inversión y franqueo del listón) pero se estable que el modelo de Hay (1993) evidencia la utilidad para establecer unos márgenes de rendimiento entre los saltadores, lo que hace que de una manera continuada aparezca en todos los estudios ya sean biomecánicos o técnicos.

Los trabajos de los entrenadores en las distintas divulgaciones (Tabla 7) muestran un interés en recalcar las necesidades técnicas o condicionales en los

saltadores de pértiga y aunque se acepta el modelo de 7 fases los entrenadores quieren darte un toque a través de sus propias clasificaciones como

Tabla 7: División temporal del salto con pértiga (ordenada por año) tomado de Bermejo, J. (2012b)

Autor	División temporal del movimiento
Tidow (1989)	Carrera de aproximación, preparación-presentación (última zancada), batida, máxima penetración, giro arriba, péndulo, máximo doblaje, fase "L", fase "1", inversión, tirón-giro, empuje, y franqueo del listón.
Petrov (1984)	Suspensión y péndulo, recogida y agrupamiento, enderezamiento de la pértiga, posición en "I", y tracción.
Ruf (1992)	Carrera de impulso, presentación y clavada, batida de penetración- péndulo-recogida, extensión, y franqueo del listón
Jagodín (1993)	Carrera de aproximación, batida, balanceo, agrupamiento, elevación, giro, y empuje.
Petrov (Petrov, 2004b)	Agarre y transporte de la pértiga, aproximación, presentación y clavada, batida y penetración, balanceo y rotación, posición de "I", giro y paso del listón.

Es importante exponer que las conferencias y artículos escritos por entrenadores para otros entrenadores de salto con pértiga van a orientar hacia un lenguaje que los receptores pueden “traducir” en la implementación de métodos y formas de entrenamiento a desarrollar con sus propios atletas.

Un ejemplo de esto es la importancia que entrenadores dan a la bajada progresiva y correcta de la pértiga que no interviene en casi ningún estudio biomecánico , salvando el de Choi (2011a) en el Mundial de Daegu en 2011. Esta

bajada de la pértiga solamente se contabiliza en los grados en los que forma la misma con la horizontal, en torno a los 70 grados(Boiko y Nikonov, 1991; Petrov, 2003) en sí mismo no expresa un dato o factor que sea perceptible de proporcionar un cambio mecánico del sistema pero sin embargo si va a garantizar que con este transporte de la pértiga el saltador alcance una velocidad alta.

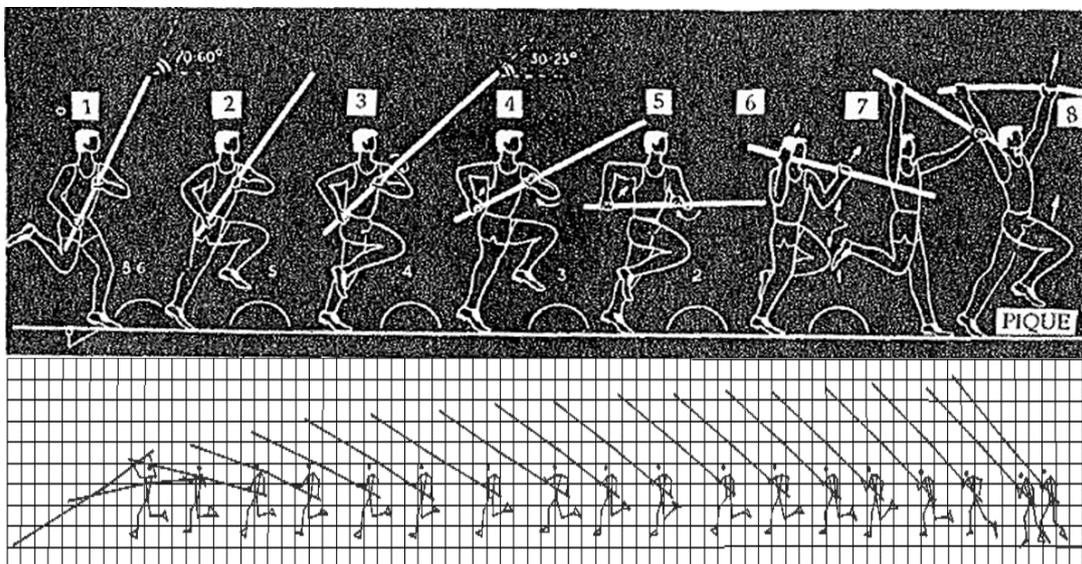


Gráfico 19: Análisis de la presentación de la pértiga por parte del entrenador (Boiko y Nikonov, 1991) en la parte superior vs análisis del investigador (Choi, Yi, Kim, Kang, y Kim, 2011a)

En la carrera de impulso se recalca mucho una técnica de carrera muy adaptada a la pértiga que se una a la correcta presentación de la pértiga principalmente por dos motivos (Frère et al., 2010; Tidow, 1989):

- a) Una correcta posición del tronco en la presentación que no incida sobre las pelvis y las piernas y permita una reducción mínima de la velocidad de traslación.

- b) Una presentación de la pértiga en el plano altura y momento correcto para facilitar una buena batida

Para poder doblar pértigas más fuertes que produzcan en la fase de extensión un impulso y velocidad al saltador mayor es vital que el atleta sea rápido y que alcance velocidades entre los 9,3 a 9,7 m/s, estas características se alcanzan tras una carrera en torno a los 18 a 20 apoyos (Locatelli, 1987; Petrov, 2004a; Tidow, 1989). Con una anchura de agarre de los 50 a 60cm y con una altura de agarre de 5 m.

Estas aportaciones cambian con la evolución de la edad y por ello distintos autores nos muestran la evolución desde sus puntos de vista en la tabla 8.

La posición del pie de batida se realiza en la perpendicular del agarre de la mano superior en el momento del contacto (Ruf, 2003; Tidow, 1989). La distancia entre el pie de batida y el cajetín oscila entre 4.10-4.30 m (Locatelli, 1987), o 4.20-4.40 m (Petrov, 2005).

Tabla 8: Longitud de carrera en el salto con pértiga en función de diferentes criterios: categoría de edad, nivel de rendimiento y capacidades físicas tomado de Bermejo y Palao (2012b)

<i>Autor</i>	<i>Número de pasos</i>	<i>Criterio de selección</i>
Lundin y Berg (1993)	12-16	12-14 años
	16-20	15-18 años
	20-24	+ 19 años
Falk (1993)	12-14	jóvenes
	14-16	intermedios
	18-20	experimentados
Nikolov (1986)	22	3.8 s en 30 m / 10.8-10.6 s en 100 m
	20	4.0s en 30 m / 11.2-11.0 s en 100 m
	18	4.2 s en 30 m / 11.8-11.6 s en 100 m
	16	4.4 s en 30 m / 12.4-12.2 s en 100 m
	14	4.6 s en 30 m / 13.0-12.8 s en 100 m

La pérdida de velocidad en el momento de la batida con el choque del cajetín es un factor que tienen en cuenta los entrenadores pero que intentan disminuir con unas acciones técnicas por acción de la fuerza del tronco, hombros y brazos por parte del saltador.

Locatelli (1987) aporta en la fase de batida dos datos referentes a la duración de la misma 0,111 a 0,140 s y en relación al ángulo de despegue que identifica entre los 16 a 18 grados, bastante en la línea de la literatura científica (Geese y Woznik, 1987; Gros y Kunkel, 1990).

Sobre las fases posteriores a la batida los aspectos del análisis de los entrenadores son puramente técnicos y vienen reflejados por las coordinaciones

desde el puntos de vista de la gimnasia y la acrobacia (Bravo et al., 1992; Palao, 2003; Palao y Calderon, 2003), solamente Petrov (2005) proporciona dos aspectos de especial relevancia como son la velocidad vertical del saltador 1,47 a 1,64 m/s en la fase en la que la pértiga se ha estirado (PR) y la altura máxima del centro de gravedad para un saltador de elite que establece en 5,90 a 6,08 m.

El modelo técnico descrito muestra la técnica de saltadores con pértiga y qué factores en la realización de la misma determinan en hombres y mujeres el alto rendimiento deportivo. Pero no solamente las correctas ejecuciones técnicas dentro de los parámetros ideales son las responsables de que determinados atletas puedan ser los mejores del mundo. Técnicos como Jagodin (1994; 1987), Petrov (2004a) y McGinnis (1990) describen unas condiciones antropométricas determinadas (aunque no precisan en que estudios) y la mejora de las capacidades físicas a través de unos medios y métodos de entrenamiento para estar en elite deportiva del salto con pértiga.

2.3.5. Características Antropométricas de los saltadores de pértiga

Se han establecido valoraciones antropométricas referidas a estos saltadores de elite a través de la información que aporta la Federación internacional de Atletismo en su página web; en hombres de 1.80 a 1.90 m de estatura y desde los 72 a los 82 kg. de masa corporal, mientras que en las mujeres podemos determinar una media de 1.72 m de estatura (DT= 5,02) y 58 kg (DT=0,04) de masa corporal, la edad media se establece en hombres en 26 años (DT=3,8) y en mujeres 25 años (DT=1,6).

2.3.6. Los medios y métodos de entrenamiento de los saltadores con pértiga

Los medios y métodos de entrenamiento utilizados son aquellos que llevan a la mejora de las capacidades físicas descritas por entrenadores como determinantes en el rendimiento (Jagodin et al., 1987; Petrov, 2003; Zotko, 1988). Utilizan pruebas que valoran la velocidad y la fuerza principalmente.

Algunas de estas son:

- La velocidad de recorrer los 60 m con valores 6.8 s en hombres y 7.8 s en mujeres, los 100 m (en 10.6 s en hombres).
- La fuerza del tren inferior, con pruebas de salto de longitud con pies juntos en más de 3.15 m en hombres y 2.60 m en mujeres, triple salto sin carrera de impulso en más de 9,80 m en hombres y 8.10 m en mujeres y salto de longitud con carrera completa en más de 7,60 m en hombres y 5.80 m en mujeres.
- Por último en el tren superior se valora la fuerza con el máximo levantamiento en el ejercicio de press de banca (por encima de los 110 kg en hombres) y en el pullover (con más de 50 kg en hombres).

A través de esta información, técnicos y preparadores tiene unos datos muy valiosos para realizar comparaciones con los propios saltadores que entrenan, y valorando si la aplicación de los distintos programas de entrenamiento está siendo correcta.

Existen medios y métodos de entrenamiento basados en la condición física específica que requiere unos medios de entrenamiento (anillas, minitramp, colchonetas, cuerdas, barra fija, entre otros) y uso métodos propios como la gimnasia deportiva y sus ejercicios (equilibrios, volteretas, enlaces y acrobacias) como apuntan Ruf (1992), Freeman (1993) y Johnson (1988).

2.5.3. Características de los saltadores de pértiga jóvenes.

Los párrafos anteriores se refieren a saltadores de alto rendimiento, es necesario para la realización de este estudio tener un conocimiento de las características antes marcadas para los jóvenes saltadores con pértiga.

Observando la técnica de los jóvenes saltadores con pértiga vemos que no guardan un patrón fijo en la elección de la pértiga y en cuanto a su agarre (Falk, 2006; Johnson, 1988). En jóvenes (sin concretar edad) nos encontramos con la recomendación de tener una carrera de aproximación entre 8 y 14 zancadas (Sainz, 1993).

En la carrera de aproximación se han medido en un estudio de Adamczewski y Perlt (2004) velocidades en hombres de: a) 16 y 17 años en torno a los 8,5 m/s, b) 18 y 19 años más de 8,5 hasta los 9 m/s, c) menores de 21 años más de 9 m/s En mujeres: a) 16 y 17 años velocidades entre 6,5 y 7 m/s, b) 18 y 19 años más de 7 m/s.

En el vuelo se ha observado distintos tiempos de cada parte:

- a) en la fase de penetración y péndulo, entre 100 y 130 ms en saltadores jóvenes hombres lo que corresponde al 9% del total del tiempo de la fase vuelo y en mujeres jóvenes de 80 a 110 ms lo que corresponde al 8,5 % del total del tiempo de la fase vuelo (Palao, 2003).
- b) En la fase de agrupamiento, 420 ms de segundo (34% del total del tiempo de la fase vuelo) para saltadores jóvenes hombres, unas de 400 ms (36% del total del tiempo de la fase vuelo) para las mujeres jóvenes (Palao, 2003).
- c) En la fase de extensión, unos 450 ms (32% del total del tiempo de la fase vuelo) en jóvenes saltadores hombres y de 250 ms (20% del total del tiempo de la fase vuelo) en mujeres saltadoras jóvenes (Palao, 2003)

- d) En la fase de giro y empuje, unas de 300 ms (24% del total del tiempo de la fase vuelo) en jóvenes saltadores hombres y de 450 ms (36 % del total del tiempo de la fase vuelo) en mujeres saltadoras jóvenes (Palao, 2003).

En el análisis de la antropometría en jóvenes vemos que es un valor importante para la descripción de una tendencia a saltador de alto nivel. Pero los datos obtenidos en la bibliografía (Bravo et al., 1992; Sullivan, Knowlton, Hetzler, y Woelke, 1994; Volkov, 1983) muestran unas diferencias entre los diferentes grupo de edad debidas al desarrollo físico de cada sujeto.

En los datos de condición física en jóvenes hombres saltadores con pértiga encontramos estudios que proporcionan unas tablas de rendimiento para objetivar el nivel de velocidad o de fuerza necesario en cada grupo de edad. En los artículos anteriores se detallan condiciones de entrenamiento e incluso la periodización para la obtención de estos rendimientos.

2.3.7. Los medios y métodos de entrenamiento de los saltadores con pértiga en jóvenes.

Los medios de entrenamiento de los saltadores con pértiga se han difundido a través de los entrenadores y técnicos por medio de monografías o tratados de atletismo que definen este tipo de entrenamiento (Ferry y Tafnews, 1998; Hegedus, 1988; Rius, 2010; Schmolinsky, 1981; Vinuesa 1984).

Además de las monografías son varios los artículos divulgativos que entrenadores de atletas de talla mundial han expuesto como ejemplo del trabajo a realizar en la preparación de un atleta de elite (Houvion, 1982; Petrov, 1984, 1996,

2004a). Estos trabajos muestran métodos, planificación y recomendaciones para el trabajo de los deportistas de alto nivel.

Sobre el entrenamiento de los saltadores con pértiga jóvenes y su entrenamiento Jagodin et al. (1987) desarrollan y dividen la formación del saltador con pértiga en 4 etapas, principiantes hasta los 12 años, principio de la especialización hasta los 15 años, especialización profunda hasta los 20 a partir de este momento lo denomina perfeccionamiento deportivo

Entre las características de la etapa de especialización profunda Para esta fase de la preparación es característico habla del dominio de un estado de preparación condicional, así como el dominio completo de todos los elementos del salto. En esta fase, el entrenamiento, se incide en la importancia de la adquisición de la velocidad primordial para la carrera de impulso, pero no indica salvo orientaciones técnicas que ejercicios y tareas se pueden implementar en el entrenamiento.

Con anterioridad el mismo Jagodin y Tschuginov (1983) clasifican los medios de entrenamiento para las etapas de básicas de especialización así como la avanzada, donde marca ya una distribución del tipo de entrenamiento y las sesiones y semanas dedicadas al mismo (Tabla 9)

Además, hace una propuesta de medios de entrenamiento sobre todo para las edades de 14, 15 y 16 años donde se detallan:

- Sesiones de entrenamiento al año.
- Saltos con pértiga con menos de 20 metros de carrera.
- Ejercicios específicos de pértiga.
- Ejercicios con carrera corta de pértiga.

- Saltos completos.
- Carreras de velocidad de entrenamiento.
- Horas de gimnasia deportiva.
- Competiciones.
- Levantamiento de pesas.

Tabla 9: distribución del entrenamiento en Jóvenes saltadores con pértiga (Jagodin y Tschugunov, 1983)

TABLE 1 Emphasis	No of Weeks	Sessions per week	Total Sessions
General physical training	11	5	55
Specific physical training	12	5	50
Summer training camps	8	4	32
Active rest	6	3	18
Competition weeks	14	4	56
TOTAL:	51		121

Hans Ruf (1992) uno de los mejores entrenadores de salto con pértiga en España destaca que en la formación de los jóvenes saltadores con pértiga hacen falta una serie de elementos indispensables como son: una pista de atletismo (como mínimo un pasillo de saltos) una o varias zonas de caída de pértiga de buenas dimensiones y orientadas con viento a favor, Saltómetros de pértiga regulables de 2 a 6.30 m, listones de fibra de vidrio y gomas elásticas como listón, pértigas de iniciación y de competición de diversas longitudes y de durezas escalonadas, un gimnasio con barra fija, cuerda de trepa, espalderas especiales, anillas, paralelas, plintos, colchonetas quitamiedos, halteras y aparatos de musculación, vallas

graduables y obstaculines chalecos lastrados, cinturones lastrados, tobilleras lastradas.

Deja claro que el entrenamiento del saltador joven difiere del saltador de elite en la intensidad, en la cantidad y en las cargas. Por ello habla entre 3 a 4 sesiones de 90 minutos entre 14 y 15 años incrementando paulatinamente.

Por lo tanto, habla de sistemas de entrenamiento para:

- Mejora de la carrera de impulso.
- Mejora de la batida.
- Ejercicios gimnásticos de aplicación a la pértiga.
- Musculación con halteras para pertiguistas.
- Ejercicios de asimilación de la técnica en pista.

En una comunicación científica presentada por Palao y Calderón (Palao y Calderon, 2003) hablan de las características y condiciones de entrenamiento de los saltadores con pértiga en etapas de formación, y para ello realizan un cuestionario que emplean en saltadores de nivel nacional de la categoría cadete. Este trabajo es el único publicado de manera formal que describe un estudio aplicativo sobre el análisis de los medios, métodos y formas de entrenamiento del salto con pértiga en jóvenes atletas.

Como conclusiones exponen:

- El saltador de pértiga tipo en esta etapa de formación es aquel que entrena tres o más días por semana y que lo hace dentro de un grupo de trabajo.

- Los pertiguistas realizan un variado y amplio repertorio de habilidades gimnásticas en sus entrenamientos (rondada, equilibrio invertido, mortal adelante, quinta, corbeta, paloma de brazos, mortal atrás, etc).
- Un saltador de pértiga necesita un material mínimo (colchoneta entrenamiento, cuerda de trepa, barra fija, etc.) para la realización de sus entrenamientos.
- Los entrenadores del salto con pértiga orientan su trabajo en estas etapas de la formación (14-16 años) al trabajo de las fases iniciales del salto (carrera con pértiga, presentación, etc.).
- El trabajo teórico, en forma de visualización de vídeos o charlas, es un medio de entrenamiento utilizado por los entrenadores del salto con pértiga.

2.6. EL ANÁLISIS TÉCNICO DEL SALTO CON PÉRTIGA

La técnica del salto con pértiga tiene numerosas aportaciones sobre las fases, sobre los factores y las causas que determinan su rendimiento. Los movimientos corporales para lograr una eficiencia, eficacia y rendimiento en esta prueba son vitales para acompañarlos de los aspectos condicionales relativos a las capacidades físicas básicas del saltador (fuerza, resistencia, Velocidad y flexibilidad).

Este aspecto ha influenciado en los entrenadores para intentar analizar el nivel técnico del saltador con pértiga, el análisis se intenta objetivar a través del análisis cuantitativo de cada fase que pueda ser reproducible en cualquier situación y con distintos sujetos.

En este sentido McGill, Czington, y Kruber (1983) proponen un análisis de 44 situaciones del salto con pértiga con una graduación de 1 a 10 puntos.

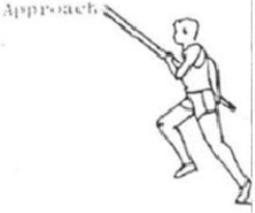
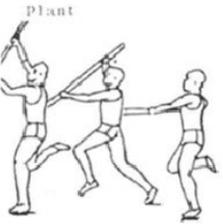
Exercise Phase	Exercise Criterion	# of jumping trial								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
 <p>Approach</p>	Maximum pressure in approach									
	No undue body lean-back									
	Stride frequency increases until the pole plant									
	Relaxed carry of the pole									
	Employ a pole angle of about 70 degrees in the first step									
	Middle of the pole before the middle of the body (see from the front)									
	Continuously lower pole point									
	Both elbows close to the body									
	 <p>Plant</p>	Stride frequency picks up								
		Complete hip, knee, and foot extension in last stride								
Third final ground contact: left arm extended ahead (on left foot)										
Second to last ground contact: right arm extends past the face										
Last stride: perfect extension of right arm before the head, hand above										
Shoulder axis in the last stride parallel to the mat										
No discernible loss of speed										
No discernible upper body lean forward										

Gráfico 20: Planilla de análisis de la calidad de ejecución técnica propuesta por McGill, Czington, y Kruber (1983)

La Federación internacional de Atletismo (IAAF) encarga al entrenador y profesor Gunter Tidow la elaboración de estudios técnicos de las técnicas de atletismo con la idea de proporcionar a los entrenadores de atletismo herramientas de análisis y control técnico de las ejecuciones de los atletas. En esta línea Tidow (1989) desarrolla un artículo donde desarrolla de una manera magistral el desarrollo de la técnica del salto con pértiga sobre las mejores ejecuciones de los saltadores de ese momento, entre ellos el recordman mundial Sergei Bubka.

Este escrito aún es de referencia para múltiples trabajos donde se detalle el modelo técnico (Bermejo y Palao, 2012a). Tidow indica que las fases presentadas se integran en una hoja de análisis del salto con pértiga. Para ahorrar espacio, la

pértiga no se muestra por completo. Recomienda al lector, ir al gráfico 21 para identificar a evaluar claramente la posición o la figura respectiva dentro de la secuencia entera del movimiento. De esta forma es posible evaluar el movimiento parcialmente, no sólo por el espacio, también con respecto al tiempo.

En la columna de las referencias, los puntos importantes de la observación de las fases respectivas del movimiento, se identifican como elementos de la fase. Los requisitos correspondientes de las características del movimiento se presentan en la columna del criterio. Tidow indica que, por espacio, la columna de la evaluación se ha indicado solamente. "A+", "o" ó "-" el símbolo puede ser completado, indicando que el criterio correspondiente del movimiento observado es correcto (o satisfecho), parcialmente correcto (parcialmente satisfecho) o incorrecto (insatisfecho).

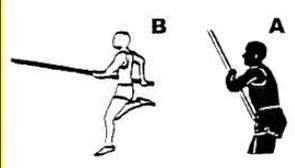
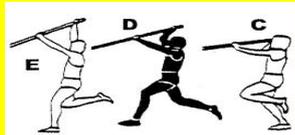
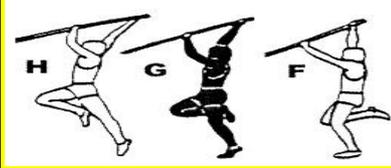
SALTO CON PERTIGA	FASE	REFERENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN	+	0	-
	Carrera de Aproximación	A1 Transporte	Al principio: fuerte/ cerca del tronco/ separación manos=55cm				
		A2 Postura del brazo	El brazo superior: flexión/ mano en frente del pecho.				
		A3 Bajando	Suave hasta la presentación				
		B4 Tronco	Tronco recto o levemente inclinado hacia delante y con los hombros mirando al frente.				
		B5 Patrón /ritmo	Énfasis en la frecuencia alta.				
		B6 Brazos	Flexión				
	Fase de Presentación: última zancada	C7 Brazo superior	En flexión y subiendo altura el hombro. La mano sube en altura				
		C8 Brazo inferior	Extendido/ Horizontal/ sostiene la pértiga				
		C9 Apoyo Plantar	Planta completa				
		C-E10 Brazo superior	Movimiento de extensión vertical				
		D11 Pierna de Batida	Conduce a la parte anterior del pie no rígida				
		E12 Brazos	Extendidos/ posición de presentación/ altos/ tensos				
		E13 Tronco/cadera	Ligera inclinación hacia atrás/ altos				
	Fase de despegue	F14 Fase de soporte	"Libre" (Extremo de la pértiga sin contacto)				
		F15 Cuerpo	Erecto / exactamente por debajo de la pértiga.				
		F16 Brazos	Brazo superior: verticalmente				
		G17 Pie de Batida	Perpendicular a la mano de agarre superior				
		G18 Pértiga	Inicio de la flexión				
		G-H19 Cuerpo	Maximiza la altura de la batida				
		G-H20 Tronco	Penetración frontal/ Rígido				
		G-H21 Brazos	Pasan pasivos hacia atrás y hacia abajo.				
		H22 Balanceo de la pierna / talón	Pierna doblada/ Pie cerca del muslo de la pierna libre				

Gráfico 21: Hoja de análisis de la técnica de Salto con pértiga de Tidow (1989)

Por ultimo Young (2000) establece que el modelo técnico se divide en 7 partes que van desde el comienzo de la carrera de aproximación hasta el franqueo del listón. Desde su punto de vista tienen un gran énfasis en el resultado del salto la

aproximación y la presentación de la pértiga. Incide en que el resto de las fases del salto con pértiga son dependiente de la aproximación y presentación. Las 7 fases en las que divide son:

- a) Aceleración.
- b) Fase de transición.
- c) Fase de presentación de la pértiga.
- d) La batida.
- e) Péndulo hasta la inversión.
- f) Fase de empuje de brazos y giro.
- g) Franqueo del listón.

Young indica que dentro de cada fase existen unos puntos clave. Acciones que los entrenadores deben buscar en los saltadores con pértiga. Plantea la evaluación del modelo técnico en 30 puntos.

Propone una lista de comprobación (Gráfico 22) del modelo técnico del salto con pértiga, cataloga los 30 puntos de análisis, cada fase también se interpreta con un gráfico.

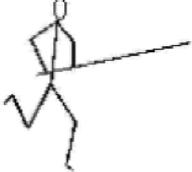
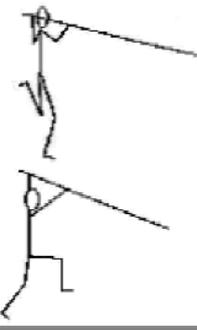
Technical Model for the Pole Vault	
	Acceleration Phase (first 4-6 steps) <ol style="list-style-type: none"> 1. Top hand held at hip; bottom hand at sternum 2. Push the pole 3. Acceleration mechanics 4. Relaxed upper body 5. Smooth acceleration
	Transition Phase (middle 4-6 steps) <ol style="list-style-type: none"> 1. Transition to sprint mechanics 2. Gradual pole drop 3. Bottom hand acts as fulcrum 4. Relaxed upright upper-body 5. Attainment of maximum velocity
	Plant Phase (2 steps prior to pole impact) <ol style="list-style-type: none"> 1. Maintenance of maximum velocity 2. Lowered center of mass on penultimate step 3. Top hand curl to ear and press overhead 4. Tall extended body position prior to impact 5. Triangle position of arms and pole 6. Chest and shoulders square to takeoff 7. Jumping into takeoff 8. Active drive of non-takeoff knee
	Takeoff Phase (post-impact) <ol style="list-style-type: none"> 1. Blocked non-takeoff knee position 2. Extension of takeoff leg 3. C-position

Gráfico 22: lista de comprobación modelada por Michel Young (2000)

2.7. EL ESTUDIO DE LA VELOCIDAD EN EL ATLETISMO MEDIDA CON RADAR.

El rendimiento en el salto con pértiga depende de la interacción del saltador con el implemento durante todo el salto. Desde el punto de vista de la biomecánica los criterios de rendimiento son (Hay, 1993) (Hay, 1993): energía cinética en la batida, energía de tensión durante la batida, trabajo realizado durante el ascenso,

pérdidas de energía mecánica, y energía cinética en la subida proporcionada por el retorno elástico de la pértiga de fibra de vidrio.

En estudios de velocidad con distintos sujetos y situaciones en el atletismo y posteriormente aplicado a otros deporte (sobre todo en entrenamiento) se determinan inicialmente con medidas de células fotoeléctricas (Aguado Jódar y Inde, 1993) que van a proporcionar tiempos parciales en varios espacios donde discurre la acción, estas células son las que proporcionan inicialmente esa velocidad en estudios relativos del salto con pértiga (Angulo et al., 1994; McGinnis, 1984) y que todavía en la actualidad se utilizan aunque conllevan un inconveniente que es su presencia física dentro de la zona de competición.

Con el desarrollo de la tecnología del Radar para realizar control e investigación en el deporte, empiezan a plantearse estudios en revistas arbitradas donde este instrumental está perfectamente validado para poder ofrecer velocidades tanto de movimiento de móviles como los balones o pelotas de ciertos deportes (Valadés, Palao, Femia, Radial, y Ureña, 2007) como el voleibol, tenis, balonmano, etc.; como movimiento de desplazamiento de deportistas (Chelly y Denis, 2001).

Tabla 10: Ejemplo de estudios que han validado protocolos de medición de la velocidad en el deporte través de radar (Valadés y Palao, 2012)

AUTOR(ES)	DESCRIPCIÓN
DeRenne et al. (1990)	<p>Deporte (habilidad), género y nivel: Béisbol (pitch), jugadores masculinos universitarios. Correlación de $R=0.96$.</p> <p>Instrumento de medida: pistola radar (Stalker Pro) Descripción protocolo: El radar se sitúa a la distancia de 18 metros, la real de juego, los lanzadores realizan el lanzamiento hacia el radar a la máxima velocidad posible, el radar se protege tras una malla de tela o metálica.</p>
Kraemer et al. (2000)	<p>Deporte (habilidad), género, y nivel: Tenis (saque), jugadores masculinos universitarios. Correlación de $R=0.98$.</p> <p>Instrumento de medida: pistola radar (Stalker ATS) Descripción protocolo: El radar se sitúa frente al jugador, en la otra pista orientado hacia el jugador que realiza el saque, el jugador debe realizar el saque hacia la zona en la que está situado el radar.</p>
Valadés et al. (2007)	<p>Deporte (habilidad), género, y nivel: Voleibol (remate), jugadoras primera división nacional femenina. Correlación de $R=0.98$</p> <p>Instrumento de medida: pistola radar (Stalker ATS) Descripción protocolo: El radar se situó a diferentes distancias (3, 4, 5, y 6 metros) de la red orientado hacia el borde superior de la misma y protegido con una jaula metálica. El jugador debía realizar un remate en línea hacia el radar. Los mayores picos de fuerza se encontraron cuando el radar se colocaba a cinco metros de la red.</p>
Sedano et al. (2009)	<p>Deporte (habilidad), género, y nivel: Fútbol (golpeo), jugadores masculinos de fútbol experimentados. Correlación de $R=0.99$.</p> <p>Instrumento de medida: pistola radar (Stalker ATS) Descripción protocolo: El radar se sitúa tras la porteril quedando protegido por la malla de la misma, el balón que se golpea se sitúa a cinco metros del radar, el jugador debe golpear el balón y dirigirlo hacia el radar, debiendo golpear hacia un cuadrado de 60x60 cm en cuyo centro estaba el radar.</p>

El radar es una herramienta que además de registrar la velocidad y la aceleración proporciona a los deportistas y técnicos una información de forma inmediata y que ayuda por lo tanto al mismo deportista a obtener un feedback sobre su ejecución.

Su uso se ha establecido bajo una serie de parámetros a tener en cuenta para poder medir correctamente la velocidad que es captada por este instrumental. En este caso hablamos de las pistolas de radar que más comúnmente se emplean en el deporte, con una sujeción que puede ir desde la propia mano a un trípode para dar más estabilidad.

Una de las ventajas de este instrumental es lo rápido y eficaz que proporciona la información, siendo un elemento visible en deportes como el tenis que aporta información de la contundencia del servicio o saque. Sin embargo, también puede dar otros inconvenientes que se producen por los factores que pueden hacer que la medida quede distorsionada.

El radar es un transceptor emitiendo ondas de radio y cuando estas se reflejan en un objeto (en su rango de alcance)(Valadés y Palao, 2012) se vuelven a recibir, un radar Doppler basa su funcionamiento por lo tanto en el cambio que se produce en una onda por el moviendo que hay entre el radar y el emisor o medio. El radar por lo tanto a partir de los datos que proporciona la frecuencia de onda y el tiempo, indica la velocidad calculada para ese objeto.

El uso del radar para comparar con otros métodos como los de las células fotoeléctricas buscando una validación (Chelly y Denis, 2001) proporcionan ya unas correlaciones que permiten determinar a través del radar el rendimiento de los velocistas en tramos comprendidos entre 30 y 40 metros.

Los estudios de radar con pistola se han producido en el atletismo para registrar la velocidad de desplazamiento del deportista hacia delante (Morin y

Séve, 2011) en un radio de muestreo de que va para el análisis del sprint entre los 30 y 35 Hertzios, aunque esto depende del modelo (ATS, 1997) y a una distancia determinada del deportista y en la dirección de movimiento y a una altura con respecto al suelo establecido que permita realizar un registro claro, se establece, por ejemplo como altura de 1 metro la colocación de la pistola laser como un estándar de la altura del centro de masas del deportista.

Los datos que aportan este instrumental en los estudios con corredores son curvas de velocidad y tiempo, máxima velocidad de carrera y el tiempo de conseguir esta. Además, proporciona una curva que permite analizar la capacidad de aceleración o deceleración de cada sprint

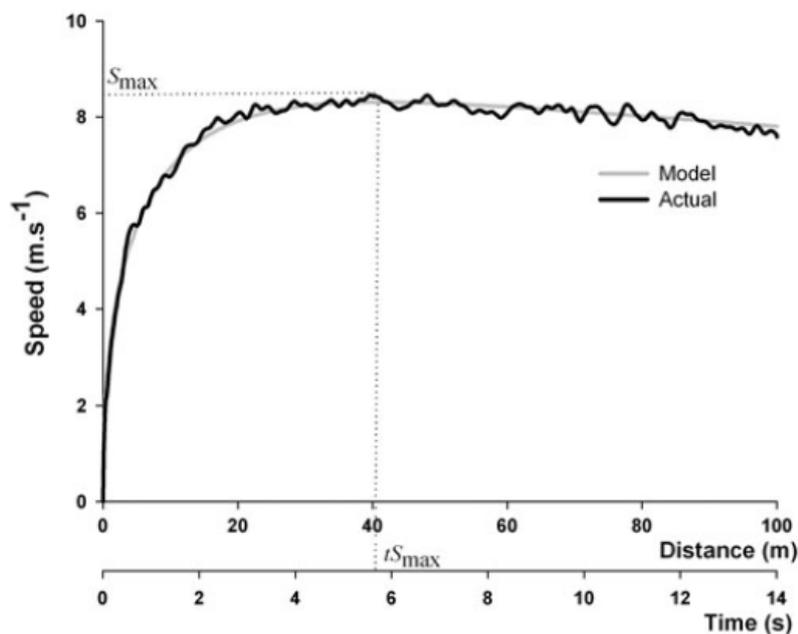


Gráfico 23: Curva típica de velocidad y tiempo medida por un radar (en negro) (Morin y Séve, 2011)

El Radar y su uso para el análisis de las carrera del saltador con pértiga es una elemento adicional a las células fotoeléctricas y la cinematografía digital que

apoya el estudio del comportamiento de la velocidad en el salto con pértiga vital para entrenadores de alto nivel (Petrov, 2005). Sin mencionar a partir de que estudios, pero en colaboración con el gabinete científico de la IAAF, Vitaly Petrov, uno de los mejores entrenadores de todos los tiempos en el salto con pértiga resume las existencias existentes en la velocidad máxima entre las disciplinas de longitud y triple y la Pértiga. Pero además insiste en que las diferencias entre atletas de elite mundial y el resto está en el comportamiento de los últimos metros de carrera, respecto a la velocidad.

Tabla 11: Comparación de la velocidad de aproximación mostrada en hombres y mujeres seleccionados en pruebas de salto de longitud, triple y pértiga. Hombres y mujeres ganadores del Campeonato de Europa 2002 (Petrov, 2005)

Saltadores de alto nivel					
Prueba	Resultado V-últimos 5 m (m/seg)	Hombres	Resultado V-últimos 5 m (m/seg)	Mujeres	%
Salto Longitud	11.20	Lewis (USA)	10.25	Dreschler (GER)	91.8
Salto Triple	10.90	Edwards (GBR)	9.50	Kravets (UKR)	86.1
Salto pértiga	9.90	Bubka (UKR)	8.60	Feofanova(RUS)	86.2
Europa 2002					
Salto Longitud	10.83	Lamela (ESP)	9.58	Kotova (RUS)	88.8
Salto Triple	10.68	Edwards (GBR)	9.44	Jansen (GBR)	88.3
Salto pértiga	9.81	Averbukh (ISR)	8.60	Feofanova (RUS)	86.5

Estas aportaciones nos vienen a justificar la necesidad de ser exactos con las mediciones de las carreras de aproximación de los saltadores con pértiga y

constatarlas con las máximas posibilidades del atleta con la pértiga y sin la pértiga dando un enfoque válido al trabajo de la carrera, la cual necesita además de la aportación de los datos del radar, los datos referentes a la amplitud y frecuencia de paso medidos a través de la fotogrametría o por plataformas de contacto (Cassirame et al., 2016) (Simona y Cristian, 2015).

Por lo tanto el radar se establece como una herramienta de apoyo en la valoración del rendimiento de los deportes, en los cuales es importante la determinación y control de la velocidad que cuantificar la velocidad y aceleración (Quintana y Padullés, 2016) con coste moderado y de fácil uso a la hora de poder acceder a la acción deportiva, entrenamiento o competición.

III - OBJETIVOS

III - OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo establecer el modelo de ejecución técnica a nivel cinemático a nivel cuantitativo y cualitativo y el entrenamiento realizado por atletas masculinos de categoría juvenil y junior en salto con pértiga.

- a) Describir los parámetros cinemáticos de la técnica de salto con pértiga en atletas jóvenes masculinos de categoría junior y juvenil.
- b) Describir la ejecución técnica a nivel cualitativo de los saltadores con pértiga en atletas jóvenes masculinos de categoría junior y juvenil.
- c) Determinar la utilización y distribución de los distintos medios y métodos de entrenamiento de los saltadores con pértiga en atletas jóvenes masculinos de categoría junior y juvenil.

IV - MATERIAL Y MÉTODO

IV - MATERIAL Y MÉTODO

4.1. PARTICIPANTES

La población de saltadores con pértiga fueron los atletas hombres asistentes a los campeonatos de España de Pista cubierta de categoría juvenil y a la Copa de España Junior en la temporada indoor 2004/2005. A partir de esta población se seleccionó una muestra intencionada compuesta por 16 hombres clasificados entre los 8 mejores de cada campeonato.

La calidad de la muestra viene determinada por la necesidad de realizar una marca mínima de asistencia establecida por la Real Federación Española de Atletismo (RFEA), que tiene como fin seleccionar a los mejores saltadores nacionales. En la competición de la Copa de España Junior un equipo decidió no presentar saltador con pértiga lo que propició que hubiera 7 participantes.

En la competición juvenil de los 8 primeros clasificados, 2 ya habían sido analizados en la Copa junior, pero se escogió su mejor registro de las dos competiciones siendo este el del campeonato de España Juvenil. Esta cuestión limitó por tanto la participación a 12 saltadores que se muestran en la tabla 12.

Tabla 12: Muestra del estudio

SUJETO	MARCA	EDAD	TALLA	PESO	CLUB
1	5,05	16,3	1,8	67	F.C.Barcelona
2	4,60	18,3	1,83	67	A.D Marathón
3	4,50	16,9	1,82	74	Sant Cugat
4	4,40	19,1	1,8	70	Cuevas de Nerja
5	4,40	17,9	1,89	74	Asociación atletica cataluña
6	4,40	18,1	1,75	70	puerto de alicante
7	4,10	15,5	1,85	62,5	C.A. Puerto de Alicante
8	4,10	16,5	1,79	71	Asociación atletica cataluña
9	4,00	18,6	1,75	65	Playas de Jandía
10	4,00	16,8	nc	nc	Hinaco Monzon
11	4,00	15,6	nc	nc	Asociación atletica Cataluña
12	3,85	16,3	1,65	62	J'Hayber Playas de Castellón

Para poder tener acceso a la muestra se pidieron las autorizaciones a la Real Federación Española de Atletismo (RFEA), a la Federación de Atletismo de la Comunidad Valenciana (FACV) y al comité de jueves de la RFEA. Se informó a los entrenadores, delegados y a los atletas que iban a ser objeto del estudio para que accedieran a participar de manera voluntaria.

4.2. DISEÑO

Se realizó un diseño para un estudio descriptivo de la técnica y factores en el salto con pértiga y de las condiciones de entrenamiento de la muestra seleccionada.

Tras el análisis y selección de los contenidos se describió un proyecto de investigación que se llevó a cabo bajo la supervisión del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM) y su

departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte que cedió instrumental para el estudio.

4.2.1. Variables.

Para cada saltador se registraron 32 variables cinemáticas de las distintas fases del salto y 50 variables cualitativas de las acciones del saltador, 9 variables relativas a las características del saltador y de la pértiga, y 6 variables relativas al tipo de entrenamiento del deportista.

I) Variables referidas a las características de la pértiga y el saltador

I.1. Separación de las manos en el agarre de la pértiga, se mide en centímetros.

Se obtuvo a través de cuestionario validado y a través de la fotogrametría digital. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

I.2. Distancia de agarre de la mano superior, es la distancia desde la punta de la pértiga hasta el agarre de la mano superior, se mide en metros y los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado y se verificó a través de la fotogrametría digital. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

I.3. Longitud de la pértiga, distancia que mide la pértiga de la punta al extremo.

Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la información de la pértiga. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

I.4. Peso que recomienda el fabricante, es la medida en kilogramos o libras que el fabricante recomienda para esa pértiga, se establece a partir de la densidad de las fibras de vidrio que la componen (Linthorne, 1989). Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la

información de la pértiga. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

I.5. Rigidez de la pértiga, es la deformación elástica de la pértiga en estático. Se determina en centímetros que deforma la pértiga tras colocar 50 libras de peso (22,68 kg) en el centro de la misma y estar apoyada de los extremos. Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la información de la pértiga. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

I.6. Masa Corporal: magnitud física que expresa la cantidad de materia que contiene un cuerpo. Su unidad es el kilogramo. Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la información aportada por el atleta. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

I.7. Talla: Altura, medida desde los pies a la cabeza. Se midió en metros. Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la información aportada por el atleta. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

I.8. Marca personal: mejor marca realizada en la vida deportiva del saltador. Se midió en metros. Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la información aportada por el atleta. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

I.9. Tipo de Saltador con pértiga: tipo de características que se otorga el saltador para definir su perfil de actuación de la prueba (Houvion, 1984; Ruf, 2003):
a) atleta, tipo de saltador que basa su rendimiento en la carrera de aproximación y el salto; y b) acróbata, tipo de saltador que basa su rendimiento en las fases de vuelo. Los datos se obtuvieron a través de

cuestionario validado a partir de la información aportada por el atleta. Es una variable que se trató como categórica.

II) Variables cuantitativas referidas a las características cinemáticas de la fase de carrera Longitud de la carrera, es la distancia que recorre el saltador desde una señal inicial al punto donde realiza la batida. Se mide en metros, por medio de una cinta métrica que proporciona el atleta o la organización. Es una variable que se trató como continua cuantitativa. Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la información aportada por el atleta y por la información proporcionada en la hoja registro del radar.

II.2. Número de zancadas, es el número de apoyos menos 1 que el atleta realiza desde la señal de salida de la carrera de aproximación hasta el punto donde salta. Se obtuvo a través de cuestionario validado a partir de la información aportada por el atleta. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

II.3. Utilización o no de referencias intermedias, es la utilización o no de señales en el pasillo de la carrera de aproximación con el fin de proporcionar al entrenador una referencia visual de la sincronización de la carrera de impulso y acercamiento adecuado al punto de batida (Ruf, 2003). Se registró a través de cuestionario validado a partir de la información aportada por el atleta. Es una variable categórica cualitativa.

II.4. Distancia de la referencia intermedia, en caso de utilizarla es la distancia a una señal que se coloca desde el principio del cajetín hasta donde el atleta realiza las seis últimas zancadas. Se midió en metros, por medio de una cinta métrica que proporciona el atleta o la organización. Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la información

aportada por el atleta. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

II.5. Velocidad máxima en la carrera de aproximación, es la máxima velocidad de la carrera de aproximación. Se mide en metros por segundo, por medio de un radar (Chelly y Denis, 2001) que se colocó en frente al saltador en la carrera de aproximación, se registró la velocidad del saltador desde el momento que inicia la carrera hasta el final del salto. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

II.6. Aceleración de la carrera de aproximación, es la variación de la velocidad por unidad de tiempo del saltador en la carrera de aproximación. Se mide en metros por segundo al cuadrado, por medio de un radar que se colocó en frente al saltador en la carrera de aproximación, se registró la aceleración del saltador en la carrera de aproximación, desde el momento que inicia la carrera hasta el final del salto. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

II.7. Amplitud de los dos últimos pasos de la carrera de aproximación, es la distancia medida en metros desde que levanta el pie del suelo el saltador hasta que vuelve a apoyar el siguiente, de la última zancada antes de la batida. Se toma la distancia desde el momento en que el pie del antepenúltimo apoyo abandona el contacto con el suelo hasta que el pie del penúltimo apoyo toma contacto con el suelo; y la distancia desde el momento en que el pie del penúltimo apoyo abandona el contacto con el suelo hasta que el pie del último apoyo toma contacto con el suelo. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

II.8. Tiempo de apoyo del antepenúltimo apoyo, es el tiempo desde el momento en que el pie del antepenúltimo paso apoya en el suelo hasta que pierde el contacto con el mismo, se midió en centésimas de segundo. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

II.9. Tiempo de apoyo del penúltimo apoyo, es el tiempo desde el momento en que el pie del penúltimo paso apoya en el suelo hasta que pierde el contacto con el mismo, se midió en centésimas de segundo. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

III) Variables cuantitativas referidas a la cinemática de la fase de batida:

III.1. Distancia de batida, es la distancia entre el final del cajetín y la punta del pie del saltador en el momento del impulso. Se midió en metros. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

III.2. Angulo de presentación de la pértiga, es el ángulo formado por la pértiga y la horizontal en la subfase de sostén justo en momento anterior a que la punta de la pértiga toque el cajetín. Se midió en grados. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

III.3. Altura de agarre de la mano superior con respecto al suelo en la presentación, es la distancia vertical entre el suelo y la mano de agarre superior tomada en el momento de la presentación de la pértiga en la batida, el instante antes de que toque la punta de la pértiga el cajetín. Se midió en metros. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis

fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

III.4. Altura del Centro de caderas (CC) en la presentación, es la distancia vertical entre el suelo y el CC del saltador tomada en el momento de la presentación de la pértiga en la batida, el instante antes de que toque la punta de la pértiga el cajetín. Se midió en metros. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

III.5. Altura de agarre de la mano superior con respecto al suelo en el impulso de la batida, es la distancia vertical entre el suelo y la mano de agarre superior tomada al final de la fase de impulso. Se midió en metros. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

III.6. Altura del CC con respecto al suelo en el impulso de la batida, es la distancia vertical entre el suelo y el CC del saltador tomada al final de la fase de impulso. Se midió en metros. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

III.7. Tiempo de apoyo, es el tiempo desde el momento en que el pie de batida apoya en el suelo hasta que pierde el contacto con el mismo, se midió en centésimas de segundo. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

III.8. Angulo de la pierna de batida con la horizontal, es el ángulo que forma la horizontal con la pierna de batida tomada al final de la fase de impulso, se midió en grados. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis

fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

III.9. Angulo de proyección del CC con la horizontal, es el ángulo que forma la horizontal con el CC desde la fase de sostén hasta el final de la fase de impulso. Se midió en grados. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

IV) Variables cuantitativas referidas a las fases de penetración y péndulo:

IV.1. Componentes verticales y horizontales de la velocidad del CC, es la velocidad que se obtiene en el plano sagital y horizontal al cambiar la trayectoria del CC del saltador medido al inicio de la batida. Se midió en metros por segundo. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

IV.2. La velocidad angular del cuerpo desde los hombros y desde la pelvis, es el cociente que se obtiene a partir del desplazamiento del cuerpo como sólido rígido sobre un eje (hombros o pelvis) por el tiempo que transcurre desde que el atleta inicia el vuelo hasta que empieza la fase de agrupamiento. Está expresado en grados por segundo. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

IV.3. Tiempo de duración de la fase de penetración y péndulo, tiempo transcurrido entre el momento en el que el pie de batida del saltador abandona el suelo hasta el instante en que comienza a flexionar la rodilla y la cadera de la pierna de batida. Se midió en centésimas de segundo. Los

datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

V) Variables referidas a la fase de agrupamiento:

V.1. Máximo doblado de la pértiga es el acortamiento de la longitud de la pértiga al flexionarse en la fase de vuelo. Se midió en metros a partir de la distancia que existe en línea recta entre el agarre de la mano superior y la punta de la pértiga. Se midió en metros. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

V.2. Porcentaje del máximo doblado de la pértiga, sobre la totalidad de la medida de la pértiga desde el agarre de la mano superior a la punta de la pértiga se establece un porcentaje de pérdida sobre el total en el máximo doblado, expresado en tanto por ciento. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

V.3. Componentes verticales y horizontales de la velocidad del CC, es la velocidad que se obtiene en el plano sagital y horizontal al cambiar la trayectoria el CM del saltador medido desde que el atleta comienza el agrupamiento hasta que se produce la MDP. Se midió en metros por segundo. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

V.4. Tiempo de duración de la fase de agrupamiento, es el tiempo transcurrido entre el momento en el que comienza a flexionar la rodilla y cadera de la pierna de batida hasta que el saltador empieza a flexionar el brazo izquierdo y a extender su cuerpo. Se midió en centésimas de segundo. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa

VI) Variables referidas a la fase de extensión y giro:

VI.1. Máxima componente de la velocidad vertical del CC, es la velocidad máxima alcanzada en el plano sagital por el CC del saltador. Se midió en metros por segundo. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

VI.2. Tiempo de duración de la fase extensión y giro, es el tiempo transcurrido entre el momento en el que comienza el enderezamiento de la pértiga hasta que el atleta suelta la mano superior de la pértiga. Se midió en centésimas de segundo. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

VI.3. Altura obtenida por el CC desde la batida a la suelta de la pértiga: es la distancia vertical que gana el CC desde el momento de la batida hasta el momento de la suelta de la pértiga por la mano superior. Se midió en metros. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

VII) Variables referidas a la fase de franqueo del listón:

VII.1. Velocidad del CC al soltar la pértiga: es la velocidad máxima del CC del saltador en el momento en que suelta la pértiga. Se midió en metros por segundo. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

VII.2. Índice Técnico (IT): es la distancia entre la altura de la mano superior en el último momento de agarre de la pértiga y la altura del listón. Se midió en metros. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico

en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

VII.3. Altura obtenida por el CC desde la suelta de la pértiga hasta la máxima altura del CC: es la distancia vertical tomada desde el CC del saltador en el momento en el que suelta la pértiga con la mano superior hasta que el CC alcanza la máxima altura posible. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

VII.4. Altura obtenida por el CC desde el listón hasta la máxima altura del CC del saltador: es la distancia vertical tomada desde el listón hasta la máxima altura alcanzada por el CC. Los datos se obtuvieron a partir de un análisis fotogramétrico en tres dimensiones. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

VIII) Variables cualitativas referidas a las características técnicas del saltador con pértiga.

En este apartado se incluirán las características aportadas por Gunter Tidow (1989) a través de su hoja de análisis de la técnica aprobada por la federación internacional de atletismo (IAAF) como modelo de evaluación técnica. Se clasifican por las fases del salto.

Carrera de aproximación

VIII.1. A1 Transporte: de la pértiga durante la carrera de aproximación.

VIII.2. A2 Postura del brazo: posición del brazo adelantado en la carrera.

VIII.3. A3 Bajada: de la pértiga en los últimos pasos de la carrera.

VIII.4. B4 Tronco: posición del tronco en la bajada de la pértiga.

VIII.5. B5 Patrón /ritmo: de amplitud y frecuencia en los últimos pasos de carrera antes de la batida.

VIII.6. B6 Brazos: en situación de bajada de la pértiga con una flexión.

Fase de presentación: última zancada.

VIII.7. C7 Brazo superior: acción del brazo en la subida de la pértiga en la presentación.

VIII.8. C8 Brazo inferior: acción del brazo en la subida de la pértiga en la presentación.

VIII.9. C9 Apoyo Plantar: acción del apoyo en el penúltimo paso.

VIII.10. C-E10 Brazo superior: acción del brazo superior en el último paso.

VIII.11. D11 Pierna de Batida: acción de la pierna de batida buscando el suelo.

VIII.12. E12 Brazos: acción de los brazos en el momento de llegar el pie de batida al suelo.

Fase de Batida

VIII.13. E13 Tronco/cadera: posición del troco y la cadera en la llegada a la batida.

VIII.14. F 14 Fase de soporte: momento que hombro y cadera pasan por el apoyo del pie de batida.

VIII.15. F15 Cuerpo: posición del cuerpo en la fase de soporte.

VIII.16. F16 Brazos: posición de los brazos en la fase de soporte.

VIII.17. G17 Pie de Batida: posición del pie de batida al inicio del impulso.

VIII.18. G18 Pértiga: momento en que la pértiga empieza a chocar con el cajetín

VIII.19. G-H19 Cuerpo: acción del cuerpo en el momento de la fase de impulso de la batida

VIII.20. G-H20 Tronco: actitud de apoyo a la batida en la fase de impulso.

VIII.21. G-H21 Brazos: acción de los brazos y hombros en el momento de la fase de impulso.

VIII.22.H22 Balaneo de la pierna / talón: acciones de la pierna libre al final de la fase de impulso de la batida.

Penetración máxima hasta el comienzo del péndulo

VIII.23.I23 Cabeza: colocación con respecto a los hombros y pértiga al principio del vuelo.

VIII.24.I24 Brazo superior: posición al principio del vuelo.

VIII.25.I25 Balaneo de la pierna libre: posición al principio del vuelo.

VIII.26.I26 Pierna de Batida: posición al principio del vuelo

VIII.27.K27 Pierna de batida: movimiento una vez finalizado el principio del vuelo.

VIII.28.K28 Pierna Libre: posición en la segunda parte del vuelo tras salir de la batida.

VIII.29.K29 El brazo inferior: posición en la segunda parte del vuelo tras salir de la batida.

Fase de péndulo hasta la máxima flexión de la pértiga

VIII.30.L30 Eje longitudinal: del cuerpo en péndulo.

VIII.31.L31 Brazo superior: en el péndulo.

VIII.32.L32 Brazo Inferior: en el péndulo.

VIII.33.L33 Eje de rotación: de los hombros para inicio de agrupamiento.

VIII.34.M34 Caderas: en el agrupamiento.

VIII.35.N35 Espalda: posición llegando a MPB.

VIII.36.N36 Brazos: en momento de MPB.

"L" Fase

VIII.37.O37 Brazo superior: posición cuando pértiga empieza a extender.

VIII.38.O38 Pies: acciones cuando pértiga empieza a extender.

VIII.39.O39 Piernas: posición cuando pértiga empieza a extender.

VIII.40.P40 Caderas: acción cuando pértiga empieza a extender.

“I” Fase

VIII.41.Q41 Brazo superior: posición cuando pértiga impulsa.

VIII.42.Q42 Cuerpo: posición cuando pértiga impulsa.

VIII.43.Q43 Brazo inferior: acción cuando pértiga impulsa

Fase de inversión, empuje, suelta y franqueo de listón

VIII.44.R 44 Brazo superior: posición cuando pértiga llega final de la extensión.

VIII.45.R 45 Brazo inferior: posición cuando pértiga llega final de la extensión.

VIII.46.S46 Brazos: acción cuando la pértiga esta estirada.

VIII.47.S47 Cuerpo: posición cuando la pértiga esta estirada.

VIII.48.T48 Vuelo hacia el listón.

VIII.49.U49 Cuerpo: posición en franqueo de listón.

VIII.50.U50 Punto de culminación.

IX) Variables referidas a los medios y métodos de entrenamiento de los saltadores con pértiga

IX.1.Material de entrenamiento: es aquel material que utiliza el atleta para su preparación en las sesiones de técnica o condición física específica del salto con pértiga. Son: pértigas de entrenamiento y de competición, zonas de caída de salto con pértiga, colchonetas de entrenamiento, anillas, barra fija, cuerda, minitramp y cama elástica. Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la información aportada por el atleta. Es una variable que se trató como continua

IX.2. Instalaciones de entrenamiento: son los lugares que utiliza el atleta para su preparación en las sesiones de técnica o condición física específica del salto con pértiga. Pueden ser en pistas de atletismo al aire libre, pistas

cubiertas u otro tipo de instalaciones. Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la información aportada por el atleta. Es una variable que se trató como continua.

IX.3. Métodos de entrenamiento de la técnica de salto con pértiga: son los diferentes tipos de ejercicios o grupo de ejercicios que utiliza el atleta para su preparación en las sesiones de técnica o condición física específica del salto con pértiga. Estos son: de la técnica de carrera con pértiga, de presentación, de péndulo y de acciones finales, ejercicios de abdominal, de acrobacia y gimnásticos. Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la información aportada por el atleta. Es una variable que se trató como categórica.

IX.4. Número de sesiones totales de entrenamiento: es el número de veces que el atleta entrena a la semana. Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la información aportada por el atleta. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

IX.5. Número de sesiones de entrenamiento de la técnica del salto con pértiga: es el número de veces que el atleta entrena la técnica del salto con pértiga a la semana. Se midió en unidades. Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la información aportada por el atleta. Es una variable que se trató como continua cuantitativa.

IX.6. Nivel del saltador con respecto al grupo: valor que se asigna con respecto al grupo donde entrena el saltador en función del rendimiento deportivo. Se midió en bajo, medio y alto. Los datos se obtuvieron a través de cuestionario validado a partir de la información aportada por el atleta.

4.3. PROCEDIMIENTO

4.3.1. Búsqueda bibliográfica

El propósito del estudio es describir el modelo de rendimiento en salto con pértiga de los mejores saltadores de España en categoría Juvenil y junior. Pretende por lo tanto especificar las propiedades de la técnica deportiva, de los factores cinemáticos que intervienen y las características del entrenamiento en estas edades.

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos científicas y académicas en los idiomas inglés, francés, alemán y español sobre los descriptores “salto con pértiga”, “técnica” “biomecánica”, “cinemática”, “entrenamiento” y “jóvenes”. Al existir información de carácter técnico de interés para el estudio y que no se encontraba en las revistas arbitradas se acudió a bibliotecas de centros de documentación y universidades como el INEF y la Real Federación Española de Atletismo, la Universidad de Granada y la Universidad de Oporto.

4.3.2. Proceso de grabación

Se empleó un análisis fotogramétrico 3D por dos motivos:

- a) Por la necesidad de analizar en competición oficial con la idea de obtener datos de rendimiento deportivo.
- b) Por utilizar una metodología que no interfiera en la ejecución del deportista.

Se grabaron las siguientes competiciones:

1. 5 de Febrero de 2005, copa de España Júnior de pista cubierta, Valencia;
2. 13 y 14 de Marzo de 2005, Campeonato de España Juvenil de Pista Cubierta, Valencia.

Se colocaron tres cámaras en distinto plano (una frontal, una lateral y una oblicua a la acción, (gráfico 24) lo importante de esta ubicación es que existan durante la grabación los mínimos puntos ocultos en el deportista (Aguado, González, y Izquierdo, 1997; López Elvira, Meana Riera, y Aguado Jódar, 2005). Para las grabaciones se seguirá las recomendaciones descritas por Bartlett (1997) sobre las posiciones y protocolos de grabación en video para los estudios de fotogrametría en el deporte.

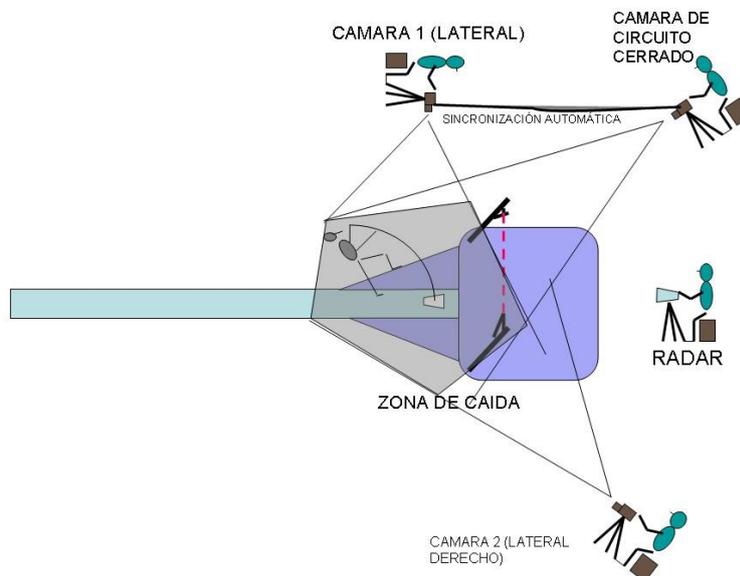


Gráfico 24: Posición de las cámaras y radar en el estudio.

Antes de la grabación se realizó la preparación del lugar de la prueba y de la instalación de los equipos. Las cámaras no se movieron de su posición en ningún momento con respecto al objeto de referencia, y desde esta ubicación definitiva se hizo un ajuste de las ópticas. Para poder reconstruir posteriormente las imágenes en tres dimensiones es necesario realizar una calibración del espacio que el

deportista ocupa en su movimiento. Esto se logró con un marco de calibración u objeto tridimensional (Gráfico 25) de dimensiones conocidas detalladas en la tabla 13, que proporciona una escala entre las imágenes grabadas y la realidad.

Esta grabación del marco de calibración se desarrolló con anterioridad al trascurso de las competencias, para a partir de ese momento no mover las cámaras y repetir este proceso una vez finalizada las competencias.

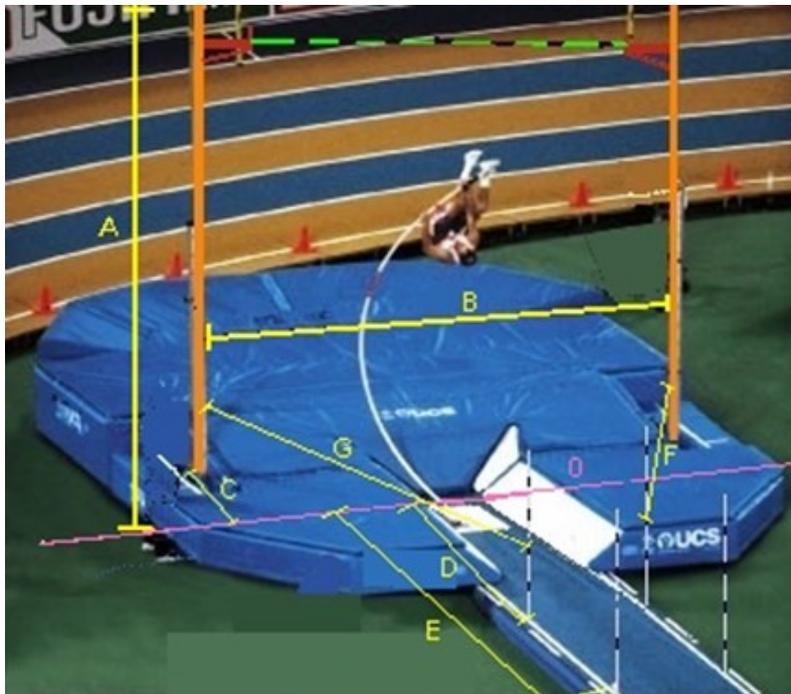


Gráfico 25: Dimensiones del Marco de Calibración

Tabla 13: Marco de Calibración

DISTANCIA	Objeto de referencia
A	Altura total
H	Separación entre calles
B	Separación interna de los saltómetros a 1,05m
C	Profundidad
D	Separación del 0 de la pértiga a la primera referencia
E	Separación del 0 de la pértiga a la segunda referencia
G	Del interior del saltómetro izquierdo a la primera referencia izquierda
F	Del interior del saltómetro derecho a la primera referencia derecha

Para este proceso el instrumental a utilizar será:

- Marco de calibración formado por postes metálicos marcados cada 0,5 m de altura.
- Cámara digital Canon XM1.
- Cámara digital Sony DCR-TRV33 .
- Cámara de circuito cerrado Sony SSC-DC338.
- Cámara digital Sony DCR-HC40E.
- 4 Tripodes.
- 2 Alargaderas de 50 m y 2 de 25 m.
- 4 walkie-talkie Logicom FX-500.

4.3.3. Proceso de registro directo de datos

Se obtuvo la velocidad y aceleración de los saltadores con pértiga por medio de la utilización de un radar. El Radar estaba conectado a un pc portátil que grabó los datos. Un colaborador entrenado en el manejo y uso del Radar colocó el radar en la dirección de la carrera de aproximación por detrás de la colchoneta a unos 10 m del cajetín de salto.

Se comenzó a registrar los datos en el momento en que el saltador iniciaba la carrera de aproximación y finalizó el registro una vez que caía en la colchoneta. Los datos quedaron grabados en el ordenador portátil y a continuación se registraba en una planilla de control el intento, altura y dorsal del saltador.

El instrumental utilizado en este proceso será:

- Radar STALKER ATS con tripode específico.
- Ordenador Portátil compac presario pentium 3.
- Alargadera para la fuente de alimentación.

Para ello habrá que tener en cuenta (Valadés y Palao, 2012):

- a) Existencia de aparatos que emitan frecuencias de ondas similares
- b) Ángulo de movimiento del objeto respecto al radar.
- c) Nivel de sensibilidad. El grado de perceptibilidad de la medida afecta el registro. A mayor sensibilidad los registros pueden verse afectados por la velocidad de partículas de polvo movido por el viento, la lluvia, etc... Algunos de

estos inconvenientes eran eliminados al realizar la toma de datos en un espacio cubierto que evitaba que el viento o humedad influyera.

d) Existencia de distintos objetos en movimiento dentro del rango de alcance del radar, esto durante la toma de datos fue un handicap ya que las competiciones de pista cubierta tienen una actividad de atletas y jueces desplazándose por la pista que provocó lecturas no correctas de las ondas de radar. Este aspecto no influyó en la toma de datos al ser estos desplazamientos realizados a menor velocidad que la del saltador.

4.3.4. Toma de datos a través de cuestionarios.

Para la obtención de datos referentes a características antropométricas, de las pértigas utilizadas por los saltadores y de los medios y métodos de entrenamiento se ha escogió un cuestionario validado específico de salto con pértiga y adaptado de un estudio anterior desarrollado por Palao y Calderón (2003).

El cuestionario se pasó por un colaborador entrenado en las labores de rellenado y explicación de los ítems que no tuvieran claro los saltadores. Se hizo al principio o al final de la competición debido a los tiempos que dispone el colaborador para realizar su labor sin interferir en tiempos de calentamiento y protocolo de competición, máximas exigidas por los organizadores para dejar que el colaborador tenga acceso a las áreas restringidas donde sólo pueden estar los atletas.

El cuestionario utilizado es de un diseño pre-experimental descriptivo. El registro se realizó a través de un cuestionario con preguntas cerradas y abiertas, diseñado a tal efecto, y siempre presentado por la misma persona. Las variables objeto de estudio se centran en las condiciones de entrenamiento de los saltadores

de pértiga en sus sesiones diarias: material de entrenamiento y equipamientos deportivos que poseen, y medios y métodos de entrenamiento que sus entrenadores utilizan.

Este cuestionario fue validado por un grupo de expertos que ayudaron a homogeneizar la estructura del mismo, y este cuestionario está basado en un modelo similar utilizado en el año 1997 para analizar el Campeonato de España Cadete (Palao y Calderon, 2003).

4.3.5. Registro indirecto de datos de las variables cinemáticas

Para la obtención de las variables cinemáticas cualitativas y cuantitativas se analizaron las grabaciones analizadas en el laboratorio de la Facultad de Deporte de la UCAM. Primero se comprobó la calidad de las imágenes realizando el análisis de las muestras. Se realizaron cortes en los que se veía únicamente la parte final del salto con el programa Adobe Premiere. Los vídeos se guardaron en formato de archivos de video AVI con un compresor Indeo 5.0. Se utilizó para digitalizar a los saltadores el software Kwon 3D.3.1. Se empleó un modelo mecánico de 24 puntos como se detalla en la figura 10.



Gráfico 26: Puntos del modelo mecánico a digitalizar

El instrumental utilizado en este proceso será:

- Magnetoscopio mDV - SVHS JVC.
- Tarjeta digitalizadora.
- Monitor Philips Brilliance 21" .
- Ordenador Compac con doble procesador pentium IV a 2,4 Mhz.
- Software Adobe Premiere 6.0 y Kwon 3D.3.1

4.3.6. Control de la calidad de la medida.

La precisión en el cálculo de las duraciones se encuentra limitada por la sensibilidad de las cámaras (50 Hz). Esta frecuencia es suficiente para asegurar que la señal pueda ser reconstruida con precisión a partir de los valores discretos.

Sin embargo, presenta un error al registrar acciones muy rápidas (error relativo). La forma de calcular este error es con la fórmula de porcentaje o coeficiente de variación. El porcentaje de error relativo (% ER) es el resultado de dividir la sensibilidad de registro (0.02 s) entre el valor calculado (VR) y multiplicar

el resultado por 100. Se calcula que para tiempos de contacto en la batida (o en los apoyos, o fases analizadas) el error relativo que se asume es del 16.6% (0.120 s) al 25% (0.200 s). Este error es lo suficientemente significativo como para que las afirmaciones realizadas en relación a esta variable no sean concluyentes, sino orientativas.

El Error de reconstrucción del marco calibración fue en la Copa Junior de 2,8 cm. Con un total de 3 cámaras. Error de reconstrucción del marco calibración fue en Campeonato de España Juvenil de 5,09 cm. Con un total de 2 cámaras.

La fiabilidad del proceso de digitalización se realizó tras un entrenamiento del investigador que hizo la digitalización. El proceso consistió en la selección de un salto al azar y se digitalizó repitiendo el proceso siete veces, se utilizó las cinco últimas digitalizaciones para calcular la fiabilidad. Se realizó un análisis de la varianza ANOVA y del coeficiente de correlación intraclase (ICC). Se comprobó el grado de homogeneidad de la varianza aplicada a la muestra, dando como resultado que todos los grupos de datos obtenidos cumplían este criterio. La prueba de ANOVA y el ICC no mostraron existencia de diferencias estadísticamente significativas al comparar las digitalizaciones. Se obtiene un valor ICC > 0.90 y no se encuentran diferencias al aplicar la prueba ANOVA

4.3.7. Tratamiento de los datos.

Se realizaron los siguientes pasos:

1. Con los datos de la velocidad: se realizó un informe de cada salto donde se determinará la velocidad máxima, la media, la aceleración, el espacio, todo a través de la hoja de cálculo Excel.

2. Con los datos del análisis fotogramétrico se obtuvieron las coordenadas de movimiento aportadas por el software Kwon (Kwon, 1998) y en un tratamiento a partir de aplicaciones informáticas se obtuvieron las distintas variables para cada saltador, a partir de la reconstrucción del movimiento del saltador a través del algoritmo DTL.

3. Con los datos de los cuestionarios se pasaron y se trataron con la hoja de cálculo Excel para determinar las variables referidas a entrenamiento y morfología.

4. Se aplicaron los tratamientos estadísticos a través de la hoja de cálculo Excel y el programa de estadística SPSS.

Se realizó un análisis descriptivo a partir de los resultados registrados, con el fin de detallar y analizar las características de la muestra objeto de estudio. Para ello se calcularon los siguientes estadísticos para variables continuas: media, desviación típica, mínimo, máximo, así como los siguientes para variables categóricas: frecuencias, porcentajes y ocurrencias.

A partir del análisis descriptivo, se realizarán diferentes procedimientos estadísticos que permitan establecer grupos de rendimiento. Se realizó un análisis descriptivo de las variables objeto de estudio (media, desviación típica, porcentajes, máximos, y mínimos). Para el análisis inferencial se emplearon la prueba de Wilcoxon ($p < .05$) para analizar las diferencias específicas entre los saltadores de mejores marcas con los saltadores de menores marcas. Todos estos procedimientos se realizaron con el paquete estadístico SPSS 15.0. Así se establecieron dos grupos los 6 mejores saltadores, es decir aquellos que tenía una marca superior a los 4,40 m y un grupo de atletas que tenían marcas por debajo de 4,40 m formado por seis atletas.

4.4. EL ANALISIS CUALITATIVO DE LA TÉCNICA,

Para la observación de la técnica cualitativa de los saltadores fue realizada por un único observador, que era licenciado en ciencias de la actividad física y el deporte, entrenador nacional de atletismo con más de 17 años de experiencia en tareas de entrenamiento del salto con pértiga y análisis de la técnica mediante cámaras y herramientas informatizadas.

Con anterioridad al inicio del estudio, se realizó un proceso de entrenamiento de 20 sesiones. En el análisis de fiabilidad inter-observador se seleccionaron de forma aleatoria el 10% de los saltos.

El análisis de fiabilidad se realizó mediante la prueba de Índice de Kappa, obteniendo un acuerdo de .714 para la fiabilidad intra-observador. El proceso se llevó a cabo a través de la visualización a través del software Kinovea versión 8.25 y herramientas de edición y captura de imágenes ABBYY Screenshot Reader v.10.0 para además de anotar la escala del análisis técnico, elaborar un informe visual con las distintas partes del salto (Anexos).

V - RESULTADOS

V - RESULTADOS

5.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS CINEMÁTICO EN SALTADORES CON PÉRTIGA JÓVENES.

5.1.1. Duración de las fases del salto con pértiga

La interpretación de los datos de los tiempos de las distintas fases del salto para tener un resultado total de la duración del salto (descartando la caída en la colchoneta) se realizan sumando tiempo de batida (TD), el tiempo hasta alcanzar la máxima flexión de la pértiga (MPB) el tiempo de extensión de la pértiga, tiempo desde que está estirada la pértiga hasta que se suelta el saltador (PR) y el tiempo en alcanzar la altura máxima (HP).

Además por su interés dentro del estudio están el tiempo presentación de la pértiga (PP) que va desde la llegada del pie al suelo (TD) en la batida hasta que la pértiga toca/impacta en el cajetín de salto y a la fase de penetración y péndulo (H21a) dependiente de la MPB, y que va desde el final de la batida hasta el momento de MPB.

Tabla 14: Tiempos de las fases del salto con pértiga

<i>Saltador</i>	<i>TD</i>	<i>PP</i>	<i>H21a</i>	<i>MPB</i>	<i>PS</i>	<i>PR</i>	<i>HP</i>	<i>DJ</i>
1	0,13	0,04	0,24	0,37	0,64	0,3	0,08	1,31
2	0,15	0,1	0,24	0,26	0,68	0,5	-0,16	1,44
3	0,13	0,1	0,26	0,44	0,56	0,44	-0,1	1,44
4	0,15	0,08	0,25	0,48	0,64	0,38	-0,02	1,5
5	0,15	0,1	0,21	0,42	0,56	0,37	0,03	1,35
6	0,13	0,02	0,21	0,35	0,62	0,24	0,14	1,21
7	0,14	0,05	0,22	0,36	0,56	0,48	-0,18	1,4
8	0,15	0,12	0,21	0,35	0,7	0,2	0,03	1,25
9	0,14	0,15	0,32	0,55	0,72	0,3	-0,02	1,57
10	0,14	0,08	0,17	0,34	0,68	0,33	-0,03	1,35
11	0,15	0,08	0,18	0,35	0,52	0,35	-0,01	1,22
12	0,15	0,13	0,24	0,42	0,54	0,45	-0,11	1,41
Promedio	0,14	0,09	0,23	0,39	0,62	0,36	-0,03	1,37
<i>Mínimo</i>	0,13	0,02	0,17	0,26	0,52	0,20	-0,18	1,21
<i>Máximo</i>	0,15	0,15	0,32	0,55	0,72	0,50	0,14	1,57
<i>SD</i>	0,01	0,04	0,04	0,08	0,07	0,09	0,10	0,11
<i>Prom 1 - 6</i>	0,14	0,07	0,24	0,39	0,62	0,37	0,00	1,38
<i>Prom 7-12</i>	0,15	0,10	0,22	0,40	0,62	0,35	-0,05	1,37

TD =Tiempo batida; PP= momento pértiga contacta cajetín; H21a Tiempo de duración de la fase de penetración y péndulo; MPB= Máximo doblaje pértiga; PS= momento Extensión Pértiga; PR= momento suelta Pértiga; HP=Máxima Altura del Centro de caderas; DJ= duración salto

En los tiempos de las fases de pértiga los saltadores jóvenes de nivel nacional realizan en torno a 140 milésimas de segundo en la batida, los saltadores presentan la pértiga con impacto durante la fase de batida salvo un caso en el cual el tiempo es mayor produciendo lo que se denomina pre-jump o impacto de la pértiga con el cuerpo en el aire.

Es de resaltar que 8 sujetos de la muestra alcanzan la máxima altura del centro de caderas sujetos a la pértiga, de ahí los valores en negativos de HP.

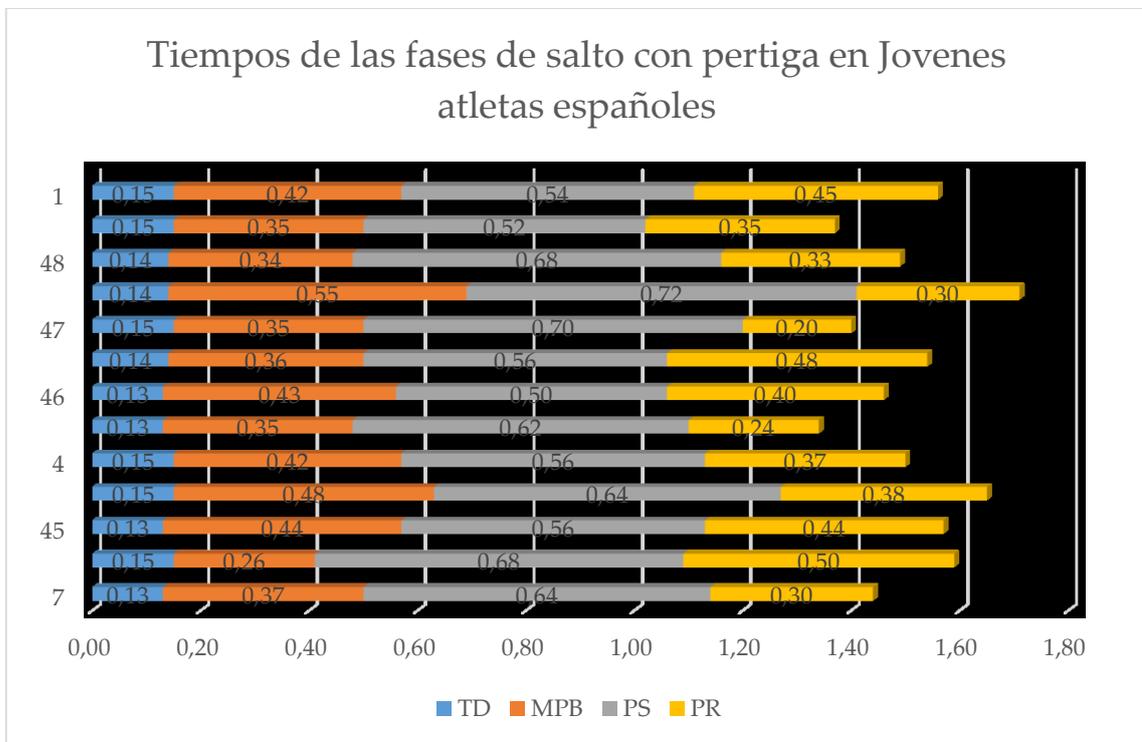


Gráfico 27: Tiempos de las fases de salto con pértiga en de los finalistas Hombres de la Copa de España Junior y del Campeonato de España Juvenil

5.1.2. Resultados de la separación de agarre altura de suelta y longitud de carrera

Tabla 15: Separación de manos en agarre, altura de agarre y longitud de carrera de los finalistas Hombres de la Copa de España Junior y del Campeonato de España Juvenil en Salto con Pértiga

<i>Saltador</i>	<i>Marca (m)</i>	<i>separación agarre de la pértiga (cm)</i>	<i>Distancia de agarre de la mano superior (m)</i>	<i>Longitud de la carrera (m)</i>
1	5,05	50,00	4,00	28,39
2	4,60	55,00	4,28	24,00
3	4,50	60,00	4,49	26,63
4	4,40	65,00	4,43	18,59
5	4,40	63,00	4,44	22,13
6	4,40	65,00	4,43	22,31
7	4,10	70,00	3,92	21,47
8	4,10	50,00	4,10	19,21
9	4,00	59,00	4,35	19,68
10	4,00	50,00	3,70	17,79
11	4,00	50,00	3,55	23,14
12	3,85	46,00	3,51	22,47
Promedio	4,28	56,92	4,10	22,15
<i>Mínimo</i>	3,85	46,00	3,51	17,79
<i>Máximo</i>	5,05	70,00	4,49	28,39
<i>SD</i>	0,34	7,79	0,36	3,17
<i>Prom 1 - 6</i>	4,56	59,67	4,34	23,68
<i>Prom 7-12</i>	4,01	54,17	3,86	20,63
<i>P</i>		0,22	0,02	0,11
<i>Test Wicolxon</i>		no	si	no

En la separación de las manos en el agarre de la pértiga se observa que el promedio del agarre es en torno a los 55 cm. Se encontraron diferencias en la altura de agarre de casi 1 metro entre el que utiliza mayor agarre al que lo hace con menos, los mejores saltadores tienen un agarre por encima de los demás, (4,56 m de promedio por 4,28 m del total). En cuanto a la carrera de aproximación se encontraron diferencias en más de 6 metros entre el mejor saltador (28,39 m) y de

3 metros de los mejores saltadores (23,68 m) y el resto (20,63 m). Hay diferencias significativas entre los mejores saltadores y el resto ($p=0,02$) en la altura del agarre.

5.1.3. Resultados de la velocidad y aceleración de la carrera de impulso.

Tabla 16: Velocidad máxima y aceleración de la carrera de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)

Saltador	Vmax (m/s)	AcRup (m/s ²)	VTD3 (m/s)	VTD2 (m/s)	VTD1 (m/s)	Vmax - VTD1 (m/s)	VTD3 - VTD1 (m/s)
1	9,47	0,18	8,15	7,87	7,83	1,64	0,32
2	9,16	0,12	8,85	8,58	8,14	1,02	0,71
3	9,54	0,18	8,22	7,65	7,498	2,04	0,72
4	8,98	0,19	8,205	7,88	8,11	0,88	0,10
5	9,14	0,18	8,96	8,18	7,78	1,36	1,18
6	9,09	0,18	8,98	8,04	8,11	0,99	0,87
7	8,98	0,19	7,54	7,12	6,99	1,99	0,55
8	9,02	0,08	8,19	7,64	7,43	1,59	0,76
9	8,58	0,17	8,54	8,42	7,76	0,82	0,78
10	8,78	0,16	8	7,11	7,17	1,61	0,83
11	8,78	-0,02	7,35	7,18	6,09	2,69	1,26
12	9,20	0,19	7,75	6,73	6,55	2,66	1,20
Promedio	9,06	0,15	8,23	7,70	7,45	1,61	0,77
Mínimo	8,58	-0,02	7,35	6,73	6,09	0,82	0,10
Máximo	9,54	0,20	8,98	8,58	8,14	2,69	1,26
SD	2,53	0,07	2,34	2,20	2,16	0,76	0,39
Prom 1 - 6	9,23	0,17	8,56	8,03	7,91	1,32	0,65
Prom 7 - 12	8,89	0,13	7,90	7,37	7,00	1,89	0,90
P	0,03	0,15	0,05	0,05	0,03		
Test Wicolxon	Si	no	Si	Si	si		

Vmax =Velocidad máxima en la carrera de aproximación, AcRup=Aceleración de la carrera de aproximación, VTD3=Velocidad en el antepenúltimo paso, VTD2=Velocidad en el penúltimo paso, VTD1=Velocidad en la batida. Vmax-VTD1= pérdida de velocidad en la batida, VTD3-VTD1= pérdida de velocidad en los últimos 3 pasos.

La velocidad máxima alcanzada en la carrera de aproximación es de 9,23 m/s en los tres primeros atletas por marca y en un promedio total de 9,06 m/s en el total del grupo estudiado. Hay una pérdida de velocidad de la carrera de impulso a la batida de 1,61 m/, en los últimos 3 pasos es de 0,77 m/s. La aceleración media se establece en los 0,16 m/s⁻¹.

5.1.4. Resultados de los tiempos de contacto y longitud de los últimos apoyos de carrera

Tabla 17: Tiempos de contactos 3 últimos pasos, amplitud de los dos últimos carrera de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)

<i>Saltador</i>	<i>TD3 (s)</i>	<i>TD2 (s)</i>	<i>TD1 (s)</i>	<i>LTD3_TO2 (m)</i>	<i>LTO2_TD1 (m)</i>
1	0,14	0,12	0,13	1,76	1,74
2	0,13	0,13	0,15	2,07	1,96
3	0,12	0,13	0,14	1,78	1,77
4	0,11	0,15	0,15	2,01	2,00
5	0,14	0,15	0,15	2,17	1,93
6	0,13	0,12	0,13	2,14	1,93
7	0,13	0,15	0,14	2,20	1,70
8	0,13	0,14	0,15	1,78	1,80
9	0,11	0,13	0,14	1,97	1,69
10	0,13	0,15	0,14	2,12	1,80
11	0,12	0,15	0,13	1,70	1,49
12	0,12	0,15	0,15	1,81	1,66
<i>Promedio</i>	0,13	0,14	0,14	1,96	1,79
<i>Mínimo</i>	0,11	0,12	0,13	1,70	1,49
<i>Máximo</i>	0,14	0,15	0,15	2,20	2,00
<i>SD</i>	0,04	0,04	0,04	0,57	0,52
<i>Prom 1 - 6</i>	0,13	0,13	0,14	1,99	1,89
<i>Prom 7-12</i>	0,12	0,15	0,14	1,93	1,69
<i>P</i>	0,21	0,13	0,59	0,34	0,02

<i>Test Wicolxon</i>	no	no	no	no	si
----------------------	----	----	----	----	----

TD3=Tiempo contacto antepenúltimo apoyo, TD2=Tiempo contacto penúltimo apoyo, TD1: Tiempo contacto en la batida, LTO3_TD2=Amplitud del penúltimo paso de la carrera de aproximación, LTO2_TD1=Amplitud del último paso de la carrera de aproximación

Los tiempos de contacto incrementan en los últimos apoyos y la batida, no existen diferencias significativas entre los saltadores que más saltan y el resto en los tiempos de apoyo. El último paso es más corto que el penúltimo salvo en un solo saltador y hay diferencias significativas ($p=0,02$) en la longitud del último paso de carrera entre los saltadores que obtienen mejores marcas (paso más largo) y los que menos marca realizan.

5.1.5. Resultados de las posiciones del cuerpo en la batida durante el apoyo

Tabla 18: Distancias y alturas en la en la fase de presentación de la pértiga (PP) de la batida de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)

<i>Saltador</i>	<i>DFB (m)</i>	<i>HCMPP (m)</i>	<i>HTHPP (m)</i>	<i>APP α (°)</i>
1	2,93	0,91	2,07	31,00
2	3,37	0,92	2,18	32,00
3	3,02	0,98	2,15	32,00
4	3,20	0,90	2,12	32,00
5	3,28	0,90	2,26	33,00
6	3,25	0,94	1,82	27,00
7	2,79	0,87	2,06	33,00
8	3,29	1,04	1,87	33,00
9	3,94	(*)	(*)	32,00
10	3,04	0,82	1,85	31,00
11	2,87	0,76	1,99	35,00
12	3,01	0,82	1,88	32,00
Promedio	3,17	0,90	2,02	31,92
<i>Mínimo</i>	2,79	0,76	1,82	27,00
<i>Máximo</i>	3,94	1,04	2,26	35,00
<i>SD</i>	0,93	0,27	0,60	9,03
<i>Prom 1 - 6</i>	3,18	0,92	2,10	31,17
<i>Prom 7-12</i>	3,16	0,86	1,93	32,67
<i>P</i>	0,22	0,22	0,09	0,09
<i>Test Wicolxon</i>	<i>no</i>	<i>no</i>	<i>no</i>	<i>no</i>

DFB=Distancia de batida, HCMPP=Altura centro caderas con pie batida antes impacto, HTHPP=Altura mano superior con pie batida antes impacto APP α =Angulo de presentación de la pértiga, antes choque () No se encuentran datos de este saltador al realizar el pre-jump.*

Los saltadores de pértiga finalistas en el campeonato de España, juvenil y Cadete establecen una distancia de salto de la punta del pie de batida al final del cajetín de 3,17. Se encontraron variabilidad entre la distancia a la que saltan entre los que más lejos lo hacen (3,94 m) y los que saltan más cerca del cajetín (2,79 m) siendo una distancia superior a 1 metros pero que no repercute en el resultado. No hay diferencias significativas entre el grupo de los atletas que más saltan y lo que menos en cuanto a la batida, altura del centro de caderas y mano superior y el ángulo de presentación, estableciendo un promedio de 0,90 m para la altura del

centro de caderas, de 2,02 m para la mano superior y de 31,92 grados de ángulo de presentación de la pértiga.

5.1.6. Resultados de las posiciones del cuerpo en la batida en el momento del despegue.

Tabla 19: Altura de centro de caderas y mano superior y ángulos al final de batida de la batida de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)

<i>Saltador</i>	<i>H1</i>	<i>ATO1_A (β)</i>	<i>JA(Ω)</i>	<i>HTH_TO1</i>
1	0,95	65	27	2,02
2	0,99	67	16	2,21
3	1,00	60	21	2,10
4	0,99	66	17	2,13
5	1,01	65	12	2,21
6	0,81	64	15	2,21
7	1,00	62	25	2,14
8	1,07	70	27	2,08
9	0,91	62	17	2,17
10	0,92	60	23	1,92
11	0,88	66	27	
12	0,89	67	18	1,87
Promedio	0,95	64,50	20,42	2,10
<i>Mínimo</i>	0,81	60,00	12,00	1,87
<i>Máximo</i>	1,07	70,00	27,00	2,21
<i>SD</i>	0,27	18,12	7,59	0,61
<i>Prom 1 - 6</i>	0,96	64,50	18,00	2,15
<i>Prom 7-12</i>	0,94	64,50	22,83	2,04
<i>P</i>	0,34	0,50	0,11	0,16
<i>Test Wicolxon</i>	no	no	no	no

H1=Altura del Centro de caderas en la batida, ATO1_A (β), Angulo de la pierna de batida con la horizontal en el último instante antes despegue, JA(Ω)=Angulo de proyección del CM con la horizontal en la batida, HTH_TO1=Altura mano derecha en la batida

Con respecto a la altura del centro de las caderas en el instante del despegue de la Batida (H1) el promedio de los saltadores tiene la cadera a 0,95 m. El ángulo medio que forma la pierna de salto con la horizontal en el momento de despegue fue de 64,50° y el valor del ángulo medio de batida fue de 20,42° . La altura de la mano superior en el momento del despegue alcanza los 2,10 metros de altura. No hay diferencias significativas entre el grupo de los atletas que más saltan y lo que menos en cuanto las posiciones del cuerpo en la batida en el momento del despegue.

5.1.7. Resultados de la velocidad en la fase aérea

Tabla 20: Componentes horizontales y verticales de la velocidad y velocidad angular del tronco en el vuelo de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)

<i>Saltador</i>	<i>VTO1x (m/s)</i>	<i>VTO1y (m/s)</i>	<i>ω_H21a (°/s)</i>	<i>ω_H21a (°/s)</i>
1	4,77	2,43	182,53	213,10
2	8,41	2,41	197,68	222,46
3	6,82	2,62	177,15	182,30
4	7,44	2,25	128,32	170,95
5	8,04	1,71	165,04	153,28
6	7,29	1,95	188,54	155,57
7	5,96	2,78	156,00	147,67
8	6,40	3,26	162,55	192,38
9	7,20	1,53	96,96	145,45
10	5,86	2,49	221,55	209,64
11	4,47	2,28	158,60	222,88
12	6,30	2,05	199,42	212,46
Promedio	6,58	2,31	169,53	185,68
<i>Mínimo</i>	4,47	1,53	96,96	145,45
<i>Máximo</i>	8,41	3,26	221,55	222,88
<i>SD</i>	2,16	0,78	56,90	59,09
<i>Prom 1 - 6</i>	7,13	2,23	173,21	182,94

<i>Prom 7-12</i>	6,03	2,40	165,85	188,41
<i>P</i>	0,11	0,22	0,34	0,34
<i>Test Wicolxon</i>	no	no	no	no

VTO1x=Componente horizontal de la velocidad del CM en el instante del despegue,
 VTO1y=Componente vertical de la velocidad del CM en el instante del despegue,
 ω_{H21a} =Velocidad angular del tronco de la batida hasta la fase de agrupamiento,
 ω_{MPB} =Velocidad angular del tronco de la batida hasta la máxima flexión de la pértiga

La velocidad de la componente horizontal fue de 6,58m/s en el primer instante de fase de vuelo posterior a la batida y fue de 2,31 m/s en el componente vertical. Se encontraron diferencias entre los valores más altos y más bajos en la velocidad horizontal entre los distintos saltadores (8,41 m/s de mayor valor con respecto a los 4,47 m/s del menor).

La velocidad vertical angular del tronco osciló entre los 179° a los 185 °/s entre las fases de penetración y péndulo (H21a) y la fase desde la batida hasta la MPB.

No hay diferencias significativas entre el grupo de los atletas que más saltan y lo que menos en cuanto a la velocidad de la fase aérea.

5.1.8. Resultados de la fase de máximo doblado de la pértiga (MPB)

Tabla 21: Componentes horizontales y verticales de la velocidad en la fase de máximo doblado de la pértiga, distancia de doblado y porcentaje de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)

	<i>MPB</i>	<i>% MPB</i>	<i>Vx_MPB</i>	<i>Vy_MPB</i>
1	3,32	17%	4,63	2,36
2	3,26	24%	4,52	1,82
3	3,09	31%	4,42	2,35
4	3,08	30%	4,77	2,12
5	3,37	24%	6,24	3,18
6	3,61	18%	4,06	1,09
7	3,29	16%	4,28	1,99
8	3,38	18%	3,40	1,73
9	3,14	28%	2,76	1,23
10	2,90	22%	4,65	1,97
11	3,07	14%	4,88	2,49
12	3,01	14%	4,02	1,63
Promedio	3,21	21%	4,39	2,00
Mínimo	2,90	14%	2,76	1,09
Máximo	3,61	31%	6,24	3,18
SD	0,91	0,08	1,46	0,78
Prom 1 - 6	3,29	24%	4,77	2,15
Prom 7-12	3,13	19%	4,00	1,84
P	0,16	0,02	0,02	0,11
Test Wicolxon	no	si	si	no

MPB=Máxima flexión y doblado de la pértiga, %MPB=Porcentaje del máximo doblado de la pértiga, Vx_MPB=Componentes horizontales de la velocidad del centro de caderas en el MPB, Vy_MPB=Componentes verticales de la velocidad del centro de caderas en MPB

La máxima flexión de la pértiga fue de 3,21 m y sobre un porcentaje del 21 al 24% del total de la misma. En el momento de llegar a la máxima flexión de la pértiga la velocidad horizontal fue de 4,39 m/s y la velocidad vertical se establece sobre 2 m/s. Existen diferencias significativas ($p=0.02$) entre el grupo de los atletas que más saltan y lo que menos en cuanto al porcentaje de flexión de la pértiga (es mayor en

los atletas que más saltan) y también hay diferencias significativas en la velocidad horizontal ($p=0.02$).

5.1.9. Resultados de la velocidad vertical en la fase de extensión hasta la suelta de la pértiga.

Tabla 22: Componentes vertical de la velocidad en la fase de extensión y giro de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)

Saltador	Vymax_PS	Vy_PR
1	4,99	2,90
2	8,85	2,90
3	4,88	2,24
4	4,16	1,95
5	7,08	2,62
6	7,40	3,29
7	5,28	3,06
8	5,07	2,01
9	7,18	1,95
10	5,19	3,06
11	5,16	2,01
12	3,82	2,90
Promedio	5,76	2,57
<i>Minimo</i>	3,82	1,95
<i>Máximo</i>	8,85	3,29
<i>SD</i>	2,15	0,86
<i>Prom 1 - 6</i>	6,23	2,65
<i>Prom 7-12</i>	5,29	2,50
<i>P</i>	0,28	0,28
<i>Test Wicolxon</i>	no	no

Vymax_PS: Máxima componente de la velocidad vertical del CM, tomado en la fase de extensión de la pértiga, Vy_PR= Velocidad del centro de caderas en el instante de la suelta de las dos manos

La velocidad máxima vertical del centro de caderas en la fase de extensión de la pértiga y del saltador fue de 5,76 m/s, los saltadores con mejor marca presentan velocidades más elevadas (6,23 m/s). En el momento en el que el atleta se suelta de las dos manos de la pértiga esta velocidad fue de 2,57 m/s. En ambos valores no hay diferencias significativas entre los grupos de saltadores.

5.1.10. Resultados de las alturas del salto con pértiga.

Tabla 23: Alturas del salto con pértiga de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)

<i>Saltadores</i>	<i>H1</i>	<i>H2</i>	<i>H3</i>	<i>H4</i>	<i>Hmax</i>
1	0,95	3,63	0,82	0,35	5,40
2	0,99	3,46	0,31	0,16	4,76
3	1,00	3,69	0,16	0,45	4,85
4	0,99	3,50	0,00	0,09	4,49
5	1,01	3,63	-0,03	0,21	4,61
6	0,81	4,01	0,15	0,56	4,96
7	1,00	3,32	-0,09	-0,17	4,23
8	1,07	3,37	0,11	0,15	4,55
9	0,91	3,28	-0,03	-0,24	4,16
10	0,92	3,29	-0,14	-0,33	4,07
11	0,88	3,30	0,10	-0,11	4,29
12	0,89	2,84	0,21	0,09	3,94
Promedio	0,95	3,44	0,13	0,10	4,53
<i>Minimo</i>	0,81	2,84	-0,14	-0,33	3,94
<i>Máximo</i>	1,07	4,01	0,82	0,56	5,40
<i>SD</i>	0,27	0,99	0,25	0,26	1,32
<i>Prom 1 - 6</i>	0,96	3,65	0,24	0,30	4,84
<i>Prom 7-12</i>	0,94	3,23	0,03	-0,10	4,21
<i>P</i>	0,34	0,02	0,08	0,02	0,02
<i>Test</i>	no	si	no	si	si
<i>Wicolxon</i>					

H1=Altura Centro Caderas en batida , H2 =Distancia entre H1 y el centro de caderas en el momento suelta de la pértiga H3=Diferencia entre centro de caderas en el momento suelta de la pértiga y máxima altura alcanzada por el centro de las caderas , H4 =Distancia entre listón y máxima altura centro caderas, Hmax= Máxima altura alcanzada por el centro de caderas

La altura del centro de caderas en el momento de abandonar el pie en el suelo ya fue comentada en la fase de batida fue de 0,95 a 0,98 metros. La altura ganada desde H1 hasta que el saltador separa las dos manos de la pértiga fue de 3,44 m, la diferencia de altura entre la suelta de la Pértiga y la máxima altura alcanzada por el saltador fue de 0,13 m, la diferencia entre el listón y la máxima altura alcanzada por el centro de caderas fue de 0,10 m y la máxima altura alcanzada fue de 4,53 m.

Hay diferencias significativas entre diferencias significativas ($p=0.02$) entre el grupo de los atletas que más saltan y lo que menos en cuanto a la H2 la H4 y la máxima altura alcanzada por el centro de caderas.

5.2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS TÉCNICO

Los resultados de este apartado van acorde a las fases del salto, empezando por la carrera de aproximación hasta acabar con el franqueo del listón. La clasificación del análisis va acorde a la categorización de los saltadores en este estudio, seis mejores saltadores (marcas por encima de 4,40 m) y saltadores del séptimo al decimosegundo (marcas de 3,85 a 4,10 m).

Sobre la carrera de aproximación se observa que los gestos técnicos que realizan los saltadores de este estudio son correctos. La fase donde se producen más incorrecciones es en la bajada de la pértiga para los atletas de menos nivel.

Tabla 24: Resultados del análisis técnico de la carrera de aproximación.

	Atletas 1-6			Atletas 7-12			Total		
	E	C	I	E	C	I	E	C	I
A1 Transporte	0,00	100,00	0,00	16,7	50,0	33,3	8,3	75,0	16,7
A2 Postura del brazo	0,00	100,00	0,00	0,00	83,33	33,33	0,00	83,30	16,67
A3 Bajada	0,00	83,33	16,67	0,00	33,00	66,67	0,00	58,30	41,67
B4 Tronco	0,00	100,00	0,00	0,00	66,67	33,33	8,33	75,00	16,67
B5 Patrón /ritmo	0,00	83,33	16,67	0,00	100,00	0,00	0,00	91,70	8,30
B6 Brazos	0,00	83,33	16,67	0,00	83,33	16,67	0,00	91,70	8,30

E=Excelente, C=Correcto, I=Incorrecto

Los saltadores de este estudio realizan la técnica de la presentación correctamente (tabla 25) el único elemento que no se realiza correctamente es la colocación de los brazos en la batida. Este error es cometido por el 66,7% de los atletas que más saltan y en un 50% de los que menos.

Tabla 25: Resultados del análisis técnico de la fase de presentación

	Atletas 1-6			Atletas 7-12			Total		
	E	C	I	E	C	I	E	C	I
C7 Brazo superior	0,00	100,00	0,00	16,7	50,0	33,3	8,3	75,0	16,7
C8 Brazo inferior	16,67	50,00	33,33	33,3	33,3	33,3	25,0	41,7	33,3
C9 Apoyo Plantar	0,00	100,00	0,00	33,3	50,0	16,7	16,7	75,0	8,3
C-E10 Brazo superior	0,00	83,33	16,67	0,0	66,7	33,3	0,0	75,0	25,0
D11 Pierna de Batida	0,00	83,33	16,67	16,7	50,0	33,3	8,3	66,7	25,0
E12 Brazos	0,00	33,33	66,67	0,0	50,0	50,0	0,0	41,7	58,3
E13 Tronco/cadera	16,67	83,33	0,00	0,0	100,0	0,0	8,3	91,7	0,0

E=Excelente, C=Correcto, I=Incorrecto

En la fase de batida (tabla 26) los saltadores de este estudio realizan acciones correctas en la mayoría de los gestos. Realizando un 58% del total de manera incorrecta la parte de soporte en la pértiga justo en el momento del impulso. El 50% de los saltadores no ajustan la acción de la pértiga en el momento de contactar con

el cajetín (lo hacen antes). Los atletas de mejor nivel son los que más cometen este error (66,7%). El 66,7 de los atletas, que tienen menos nivel, que en el momento de la fase de impulso de la batida la pierna libre no se recoge al muslo, yendo el talón hacia el mismo.

Tabla 26: Resultados del análisis técnico de la fase de batida

	Atletas 1-6			Atletas 7-12			Total		
	E	C	I	E	C	I	E	C	I
F 14 Fase de soporte	0,00	33,33	66,67	16,7	33,3	50,0	8,3	33,3	58,3
F15 Cuerpo	0,00	50,00	50,00	16,7	66,7	16,7	8,3	58,3	33,3
F16 Brazos	0,00	83,33	16,67	16,7	66,7	16,7	8,3	75,0	16,7
G17 Pie de Batida	0,00	66,67	33,33	0,0	66,7	33,3	0,0	66,7	33,3
G18 Pértiga	0,00	33,33	66,67	0,0	66,7	33,3	0,0	50,0	50,0
G-H19 Cuerpo	0,00	83,33	16,67	16,7	83,3	0,0	8,3	83,3	8,3
G-H20 Tronco	16,67	66,67	16,67	0,0	83,3	16,7	8,3	75,0	16,7
G-H21 Brazos	16,67	83,33	0,00	0,0	83,3	16,7	8,3	83,3	8,3
H22 Balanceo de la pierna / talón	16,67	66,67	16,67	16,7	16,7	66,7	16,7	41,7	41,7

E=Excelente, C=Correcto, I=Incorrecto

En la fase de penetración y péndulo (tabla 27) los saltadores con pértiga analizados realizan la mayoría de acciones correctamente exceptuando el balanceo de la pierna libre y la llegada al péndulo estas acciones presentan incorrecciones en un 50% y 58,3% de los atletas. La acción del brazo superior que es realizada correctamente por todos los saltadores.

Tabla 27: Resultados del análisis técnico de la fase penetración y péndulo

	Atletas 1-6			Atletas 7-12			Total		
	E	C	I	E	C	I	E	C	I
I23 Cabeza	0,00	100,00	0,00	16,7	50,0	33,3	8,3	75,0	16,7
I24 Brazo superior	0,00	100,00	0,00	0,0	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0
I25 Balanceo de la pierna libre	0,00	66,67	33,33	0,0	33,3	66,7	0,0	50,0	50,0
I26 Pierna de Batida	0,00	100,00	0,00	0,0	33,3	66,7	0,0	66,7	33,3
K27 Pierna de batida	16,67	83,33	0,00	16,7	50,0	33,3	16,7	66,7	16,7
K28 Pierna Libre	0,00	50,00	50,00	0,0	33,3	66,7	0,0	41,7	58,3
K29 El brazo inferior	16,67	33,33	50,00	0,0	66,7	33,3	8,3	50,0	41,7

E=Excelente, C=Correcto, I=Incorrecto

En la fase de péndulo (tabla 28) el 50% de las acciones son realizadas correctamente por los saltadores. Estas acciones son aquellas donde el saltador debe de mantenerse en el eje longitudinal. Los los atletas de menos nivel de marca, son los que más errores cometen (83,3%). La ayuda del brazo inferior en el empuje de la pértiga es donde los saltadores cometen más incorrecciones (58%). La acción de la mano y brazo superior que se realiza de forma correcta por la totalidad de los atletas analizados.

Tabla 28: Resultados del análisis técnico de la fase de recogida

	Atletas 1-6			Atletas 7-12			Total		
	E	C	I	E	C	I	E	C	I
L30 Eje longitudinal	0,00	83,33	16,67	0,0	16,7	83,3	0,0	50,0	50,0
L31 Brazo superior	16,67	83,33	0,00	0,0	100,0	0,0	8,3	91,7	0,0
L32 Brazo Inferior	0,00	50,00	50,00	0,0	33,3	66,7	0,0	41,7	58,3
L33 Eje de rotación	0,00	83,33	16,67	0,0	33,3	66,7	0,0	58,3	41,7
M34 Caderas	33,33	66,67	0,00	0,0	83,3	16,7	16,7	75,0	8,3
N35 Espalda	16,67	83,33	0,00	0,0	83,3	16,7	8,3	83,3	8,3
N36 Brazos	16,67	50,00	33,33	0,0	50,0	50,0	8,3	50,0	41,7

E=Excelente, C=Correcto, I=Incorrecto

El comienzo de la fase de extensión de la pértiga que se concreta en la fase en “L” está realizada de manera correcta por la mayoría de los saltadores de este estudio (tabla 29) siendo incorrecto en los saltadores que menos saltan (66,7%) las acciones de los pies y piernas en esta fase.

Tabla 29: Resultados Análisis Técnico del comienzo de la fase de extensión

	Atletas 1-6			Atletas 7-12			Total		
	E	C	I	E	C	I	E	C	I
O37 Brazo superior	0,00	100,00	0,00	0,0	66,7	33,3	0,0	83,3	16,7
O38 Pies	0,00	83,33	16,67	0,0	33,3	66,7	0,0	58,3	41,7
O39 Piernas	0,00	83,33	16,67	0,0	33,3	66,7	0,0	58,3	41,7
P40 Caderas	0,00	83,33	16,67	16,7	50,0	33,3	8,3	66,7	25,0

E=Excelente, C=Correcto, I=Incorrecto

El final de la fase de extensión de la pértiga, fase en “I”, está realizada de manera correcta por la mayoría de los saltadores (tabla 30). A, aunque la posición del cuerpo no es correcta en la mitad de ellos (50%) siendo los errores mayores en los que menos saltan (66,7%).

Tabla 30: Resultados Análisis Técnico del final de la fase de extensión

	Atletas 1-6			Atletas 7-12			Total		
	E	C	I	E	C	I	E	C	I
Q41 Brazo superior	0,00	83,33	16,67	16,7	33,3	50,0	8,3	58,3	33,3
Q42 Cuerpo	0,00	66,67	33,33	0,0	33,3	66,7	0,0	50,0	50,0
Q43 Brazo inferior	0,00	83,33	16,67	0,0	83,3	16,7	0,0	83,3	16,7

E=Excelente, C=Correcto, I=Incorrecto

Las acciones del final del salto hasta el franqueo del listón (tabla 30) se realizan de manera correcta, a excepción del vuelo hacia el listón que hace el saltador una vez que se ha soltado de la pértiga, esta acción se realiza incorrecta por un 75% de los saltadores. Esta aún se da con menos frecuencia en los atletas mejor marca (50%) que en los de menos marca (100%).

5.3. RESULTADOS DEL CUESTIONARIO DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DE ENTRENAMIENTO EN SALTADORES DE PÉRTIGA.

Tabla 31: Características de las pértigas y de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005).

<i>Nivel</i>	<i>R (m)</i>	<i>LP (m)</i>	<i>DP (lb)</i>	<i>Ag(m)</i>	<i>IT (m)</i>	<i>E</i>	<i>T(m)</i>	<i>M (kg)</i>
<i>Promedio 1 a 6</i>	4,56	4,60	170,83	4,30	0,37	17,76	1,82	70,33
<i>Promedio 7 a 12</i>	4,01	4,55	173,33	4,19	0,17	16,54	1,76	65,13
<i>Promedio total</i>	4,28	4,58	171,67	4,24	0,27	17,15	1,79	68,25

R= resultado; LP= Longitud pértiga; DP= dureza Pértiga; Ag= Agarre; IT= Índice Técnico; E= Edad; T=talla; M= peso corporal

Los saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005) tienen un agarre promedio de 4,58 m, la dureza de la pértiga se estableció en 170 libras, tuvieron un agarre de 4,24 m y un índice técnico de 0,27 m, aunque la diferencia entre los seis primeros saltadores que más saltaron y los seis siguientes fue de 20 cm.

Tabla 32: Características de la carrera de aproximación de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005).

Nivel	Características Carrera Aproximación		Utilización de marcas/referencias en la carrera		Distancia de marcas/referencias		Tipología de saltador de pértiga	
	NP	LRup (m)	1S	2S	15 m	OT	SPV	APV
Prom 1 a 6	14	26,33	83%	0%	50%	16%	66%	
Prom 7 a 12	14	24	33%	33%	16%	16%	16%	33%
totales	14	29,42	58%	17%	33%	16%	42%	18%

NP= Numero de Pasos de Carrera, LRup=Longitud Carrera Aproximación, 1S=1 Marca, 2S=2 15m= marcas 15 m, OT=otros distintos a 15 m, SPV= Saltador, APV=Acróbata

Respecto a las características de la carrera de aproximación los deportistas emplean en torno a los 14 pasos de carrera. Además, un 58% utilizan 1 marca de 15 metros para controlar las 6 últimas zancadas mientras que un 17% utilizan dos marcas y señales distintas de 15 metros.

Los atletas que más salta en este estudio se consideran más saltadores que acróbatas sobre un total del 66%, mientras que los que menos altura saltan se consideran más acróbatas-gimnastas 33%. En total un 42% se consideran saltadores y un 18% acróbatas

Tabla 33: Material de entrenamiento de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005).

<i>Nivel</i>	CCom	CEn	An	Ba	Cue	Ce	Mint	Ind	IndT
Promedio 1 a 6	86%	50%	0%	100%	83%	16%	66%	66%	33%
Promedio 7 a 12	100%	100%	33%	100%	100%	16%	33%	33%	33%
Promedio total	91%	70%	16%	100%	91%	16%	42%	60%	33%

CCom=Colchoneta Competición; CEn= Colch. Entrenamiento, An=Anillas, Ba=Barra fija, Cue=Cuerda trepa, Ce= Cama elástica, Mint=Minitramp, Ind= Instalacion indoor saltar, IndT= Instalación indoor entrenar

Sobre los materiales utilizados en los entrenamientos los atletas disponen en un 70% una colchoneta donde poder entrenar a diario, sobre las anillas solamente el 16% las tiene y la barra fija la tienen la totalidad del grupo. La cuerda para trepa se tiene en el 91% de los casos, solamente el 16% tiene la cama elástica y 42% el minitramp. El 33% tienen la oportunidad de entrenar a cubierto y el 60% del total pueden competir a cubierto.

Tabla 34: Tipo de entrenamiento de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005).

Nivel	Tec_carrera	Presentación	Péndulo	Final y franqueo	Cuerda	Abdominal específico
Promedio 1 a 6	100%	100%	50%	50%	50%	83%
Promedio 7 a 12	100%	100%	75%	100%	75%	100%
Promedio total	100%	83%	70%	80%	70%	90%

Sobre el tipo de entrenamiento se observa que las dos primeras fases del salto con pértiga (Carrera y presentación) son las que más se trabajan por parte de todos los saltadores de la muestra. La fase de péndulo y el trabajo de la cuerda es un

entrenamiento utilizado por la mayoría en un 70% y 80%. El entrenamiento de abdominal de tipo específico es un entrenamiento normalizado por casi la totalidad (90%).

Tabla 35: Tipo de entrenamiento acrobacia de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)

Nivel	Suelo	Barra fija	Anillas	Acrobacia es adecuado?
Promedio 1 a 6	60%	100%	0%	50%
Promedio 7 a 12	50%	50%	33%	75%
Promedio total	60%	80%	30%	60%

En el entrenamiento de la acrobacia el material más utilizado es la barra fija con un 80% del total de los saltadores de la muestra. Le sigue el trabajo en el suelo con un total del 60% siendo el que menos utilizan los saltadores las anillas (30%) no utilizando este método los 6 mejores saltadores de la muestra. Un 60% opinan que el trabajo que realizan de acrobacia es el adecuado para su nivel de entrenamiento.

Tabla 36: Habilidades gimnásticas prácticas de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)

Nivel	Equilibrio invertido	Rondada	Corbeta	Paloma	Mortal adelante	Mortal atrás	Flic_Flac	Rondada Flic Flac
<i>Promedio 1 a 6</i>	66%	66%	20%	16%	100%	83%	66%	50%
<i>Promedio 7 a 12</i>	100%	100%	0%	100%	100%	100%	50%	50%
<i>Promedio total</i>	80%	80%	10%	50%	100%	90%	60%	50%

En los tipos de habilidades gimnásticas empleadas los saltos mortales hacia delante o atrás son empleados por la mayoría de los saltadores encuestados (90-100%) seguidos del equilibrio invertido y la rondada (80%) siendo utilizados por la mitad los ejercicios como el de Paloma y el flic Flac con sus variantes, quedando la

corbeta prácticamente en desuso para el entrenamiento de las habilidades gimnásticas (10%).

Tabla 37: Número de sesiones semanales de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)

Nivel	Numero de Sesiones de entrenamiento, en porcentajes				Sesiones de Salto Semana	Sesiones de Pesas Semana	Sesiones Acrobacia / Semana
	3 o menos	3 a 5	5 a 7	8 o +	Promedio	Promedio	Promedio
Promedio 1 a 6	0,0	50,0	50,0	0,0	2,0	2,0	1,1
Promedio 7 a 12	0,0	50,0	30,0	20,0	2,0	1,5	1,5
Promedio total	0,0	50%	40%	10%	2,0	1,9	1,5

Las sesiones de entrenamiento a la semana son del 50% para los que entrenan de 3 a 5 sesiones a la semana, un 40% para los que realizan de 5 a 7 sesiones y solamente un 10% los que hacen 8 o más sesiones de entrenamiento. En cuanto al número de sesiones de Salto con pértiga, pesas y acrobacia nos encontramos prácticamente un equilibrio entre las dos sesiones de salto a la semana y dos de pesas, que dando reducidas las sesiones de acrobacia en torno a la 1,5 horas a la semana.

Tabla 38: Forma y nivel de entrenamiento de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)

Nivel	Forma de Entrenamiento			Nivel de entrenamiento respecto al atleta			
	Solo	En grupo	Ambos	Superior	Igual	Inferior	Hay de todo
Promedio 1 a 6	0%	100%	0%	50%	50%	0%	0%
Promedio 7 a 12	0%	100%	0%	50%	25%	50%	25%
Promedio total	0%	100%	0%	50%	20%	20%	10%

Los saltadores analizados a través de los cuestionarios manifiestan en la totalidad de los casos que entrenan siempre en grupo, lo cual hace importante la referencia de los núcleos de entrenamiento, además de que el 50% cree que entrena en un grupo de nivel superior al del propio saltador, un 20% considera que igual y un 20% considera que entrena con un grupo de nivel inferior al del saltador.

Tabla 39: Entrenamiento sobre el miedo y la teoría del salto de saltadores masculinos jóvenes de pértiga (finalistas copa de España Junior y Campeonato Juvenil 2005)

Nivel	Problema con Miedo		Entrenamiento solucionar miedo		Entrenamiento mejora conocimiento teórico	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
Promedio 1 a 6	50%	50%	33%	66%	80%	20%
Promedio 7 a 12	25%	75%	25%	75%	75%	25%
Promedio total	40%	60%	30%	70%	80%	20%

En el análisis de unos de los factores que limitan a los saltadores como es el miedo a saltar o probar pértigas distintas a las habituales se aprecia como los atletas que obtienen mejor resultado deportivo manifiestan tener problemas a ese respecto, por este motivo realiza entrenamientos para evitar el miedo o combatirlo. El resto de saltadores con menos nivel no manifiestan estos problemas 75% (60% del total) de haber tenido algún problema con el miedo, así que el 70% no realizan ningún entrenamiento para solucionar el miedo. Sobre la adquisición y entrenamiento de los conceptos teóricos en el entrenamiento los atletas que mejor rendimiento obtienen en los resultados en salto de pértiga, sí que los desarrollan, siendo el 80% del total de la muestra.

VI - DISCUSIÓN

VI - DISCUSIÓN

6.1 ANÁLISIS CINEMÁTICO DEL RENDIMIENTO EN SALTO CON PÉRTIGA

6.1.1. Tiempos de duración de las fase del salto

Los saltadores con pértiga finalistas de la copa de España Junior y del Campeonato de España Juvenil establecen una duración en la fase de batida en torno a las 140 centésimas de segundo, estos datos son superiores a los obtenidos con saltadores de talla mundial, (105 a 115 centésimas) en los estudios de Geese y Woznick (1980) y Gros y Kunkel (1990), sin embargo coinciden en los abanicos que establecen Locatelli (1987) de 115 a 140 centésimas y de Grabner (1997) con saltadoras de elite (120 a 160 centésimas)

Esto es normal debido a las condiciones técnicas de los jóvenes saltadores que tienen que no tienen totalmente mecanizado el gesto de batida y por ello aumentan su tiempo (Bravo et al., 1992) además de una cuestión relacionada por la fuerza, en este caso de tipo explosivo-elástico reactivo que no está totalmente desarrollada en esta etapa de edad (Petrov, 1996).

En el salto, el denominado Pole Plan (PP) se produce en los saltadores analizados en 9 centésimas antes de abandonar el suelo la pierna, solamente un sujeto realiza el denominado "pre-jump" que trata de estar en el aire cuando la pértiga toca el cajetín, de manera que se pueda conseguir un mayor ángulo de presentación de la pértiga y un incremento de la inercia para doblar la pértiga (Linthorne, 2000; J. Nikolov, 1987). Aún a pesar de ser una ventaja en los estudios de Gros y Kunkel (1990) indican unas 5 centésimas en el choque antes de abandonar

el pie el suelo con saltadores olímpicos y de 7 a 9 centésimas en mujeres de Talla mundial como indica Grabner (1997). Esto indica que los saltadores jóvenes en España tienden a realizar una fase de presentación de la pértiga que coincide con la fase de impulsión de la batida, pero, no realizarlo en la fase de vuelo.

En la fase de vuelo, después de la batida, el saltador penetra dentro del arco que va formando la pértiga realizando un péndulo hasta llegar a empezar recoger. Esta acción tiene una duración media de 23 centésimas de segundo (H21a), valores similares a los de mujeres de elite que van de 12 a 22 centésimas, esta variable temporal no es analizada en otros estudios sobre la técnica de salto. Sin embargo es una información válida para el entrenador que ratifica si el atleta ha mantenido el tiempo suficiente de tensión sobre la pértiga para producir el doblaje deseado (Young, 2000).

Desde el punto de vista mecánico del salto es más importante saber el tiempo desde la batida hasta la máxima flexión de la pértiga (MPB) El tiempo de la batida hasta al máximo doblaje porque es un indicativo del dominio técnico en la fase de penetración, péndulo y la recogida antes del retorno elástico de la pértiga. En los saltadores con pértiga de este estudio se establecen 0,39 s lo realizado en esta fase mientras que vemos que en atletas de élite se estableen en torno a los 0,50 s (Gros y Kunkel, 1990), en Juniors se establecen 0,49 s (Zagorac et al., 2008), mientras que en saltadoras femeninas van de 0,2 a 0,6 s (Grabner, 1997).

En el momento en que la pértiga está realizando el retorno elástico hasta que la pértiga queda de nuevo estirada se estable en lo saltadores con pértiga del estudio en 0,61 s, esta fase los saltadores de elite establecen un tiempo esta fase de 0,48 s (Gros y Kunkel, 1990) y en torno a los 0,40 s en los estudios de Angulo et al. (1994). Que ejecuten esta fase con un mayor tiempo los jóvenes saltadores puede estar motivado por la dureza de la pértiga, estas edades, por motivos de seguridad

y aprendizaje los jóvenes suelen utilizar pértigas más blandas con un a respuesta que genera menos velocidad en el retorno elástico (Geese, 1987; Petrov, 1984).

En la fase extensión y giro que coincide con la de trabajo en extensión de la pértiga hasta la suelta de la mano superior, denominada Pole Release (PR) se establece en unos 0,36 segundos en los atletas estudiados, estos valores son similares a los 0,32 s que tienen los saltadores elite mundial y de 0,30 segundos que presentan saltadoras de elite.

El tiempo que va desde que el saltador suelta la pértiga hasta que alcanza la máxima altura (HP) y que coincide con el franqueo del listón presenta valores negativos en los saltadores del estudio (-0,03 s). Esto se debe a que muchos de ellos alcanzan la máxima altura sujetos de la pértiga, esto es normal en los jóvenes saltadores que no dominan todas las fases de del salto y además no tienen asimilado las acciones gimnásticas de franqueo final (relación espacio temporal que tiene el saltador con respecto al listón). Estas fases en saltadores de elite mundial presentan valores superiores en 0,20 s.

6.1.2. Separación de agarre, altura de agarre superior y longitud de la carrera de aproximación.

La separación de las manos de los saltadores del estudio están en una media de 55 cm, que se denomina un agarre estrecho (Petrov, 2005), que como se vio en la justificación el agarre estrecho tiene como desventaja que produce excesiva tensión en los músculos de los brazos y hombros y, por consiguiente, reduce la libertad de sus movimientos, además complica la técnica de la presentación de la pértiga por agarrotamiento del hombro y de la mano derecha.

Como ventajas hace que el inicio de la carrera sea más estándar y más alto y la clavada de la pértiga con la mano izquierda más alta.

Con saltadores de pértiga de nivel mundial se establecen en torno a los 60 cm (Geese y Woznik, 1987) aunque Angulo (1994) establece que la media de los finalistas es en torno a los 58 cm.

Los valores encontrados no presentan grandes diferencias entre los saltadores del estudio y los de elite, estos resultados muestran que los saltadores del estudio se encuentran en progresión a la búsqueda de agarres más eficaces.

Respecto a la altura de agarre los saltadores del estudio tienen un agarre medio de 4,10 m, distancia menores que la de otros estudios con juniors a nivel internacional (Gudelj et al., 2013) que agarran la pértiga de 4,40 m y a una distancia muy grande de los saltadores del elite mundial que agarran en 4,85 a 5,10 m. Esta cuestión es normal debido a la utilización de pértigas más cortas y adaptadas a la antropometría de los saltadores jóvenes, a su nivel de condición física y al momento técnico del que dispone el atleta en la etapa de formación deportiva que tiene.

En la carrera de aproximación los atletas del estudio desarrollan 22,15 m, similar para las saltadoras de elite analizadas por Grabner (1997) pero lejos de los 34 metros que realiza por término medio un saltador de elite mundial (Choi et al., 2011a).

La carrera de aproximación tiende a ser cada vez más alargada siempre que los patrones técnicos sean adquiridos con la idea de poder conseguir más velocidad y poder sujetar pértigas cada vez más largas y en la etapa de formación de los atletas de este estudio es una tendencia tener una carrera adaptada al momento de evolución y entrenamiento (Jagodin et al., 1987).

6.1.3. Velocidad de la carrera de aproximación y de los últimos pasos de carrera.

Los saltadores del estudio alcanzan una velocidad máxima de 9,06 m/s en la carrera de aproximación en los datos proporcionados con el radar velocidades

inferiores a los atletas de elite mundial con velocidades de 9,39 a 9,26 m/s (Choi et al., 2011a; Gros y Kunkel, 1990) y de elite nacional en torno a los 8,96 a 9,46 m/s (Gregorio et al., 2005) y por encima de los 8,23 a 8,27 m/s de las saltadoras finalistas de los mundiales de Berlín 2009 y Daegu 2011 (Choi et al., 2011b).

Estos valores pueden ser debidos al menor nivel de condición física y de capacidad técnica que tienen los saltadores en las edades juveniles y junior de este estudio, esto hace que las velocidades alcanzadas sean ligeramente inferiores a las mostradas por estudios con los atletas de elite mundial y nacional, pero también hay que indicar que estos valores han sido hallados con métodos distintos (los de este estudio por medio del radar y en los anteriores por fotogrametría digital o células)

La velocidad que los saltadores obtienen a partir de sus últimos pasos de carrera fueron en los saltadores estudiados de 8,23 de promedio y 8,56 m/s de los seis primeros saltadores en cuanto a la marca para el antepenúltimo paso de carrera (TD3), en estudios realizados en atletas de clase mundial se han registrado valores entre 9,3 y 9,6 m/s en ese apoyo (Bergemann, 2003; Gros y Kunkel, 1990; Petrov, 2004a).

En el penúltimo apoyo (TD2) los atletas de este estudio lograban 7,70 a 8,03 m/s, en edad junior vemos que se han registrado unos valores casi idénticos en junior de nivel nacional Croatas de 7,69 m/s (Zagorac et al., 2008) y en saltadores con pértiga internacionales junior se han medido 8,4 m/s (Gudelj et al., 2013), mientras que los estudios con atletas de clase mundial los ubican en una velocidad en TD2 de 9,25 a 9,79 m/s.

En el último apoyo (TD1), los atletas del estudio están medidos entre 7,45 y 7,91 m/s para este último apoyo y vemos que se han registrado unos valores similares en junior de nivel nacional Croatas de 7,5 m/s (Zagorac et al., 2008) siendo

registros superiores en saltadores con pértiga internacionales junior donde se han medido 8,314 m/s (Gudelj et al., 2013), mientras que los estudios con atletas de clase mundial los ubican en una velocidad en TD2 de 9,09 a 9,36 m/s (Angulo et al., 1994; Choi et al., 2011a).

Todos los saltadores presentan una tendencia similar en la carrera de aproximación de perder velocidad para preparar el salto y la presentación de la pértiga en el cajetín, pero esta pérdida de velocidad debe ser la menor posible ya que va a facilitar que el saltador pueda utilizar pértigas más largas y más fuertes que proporcionen ventajas en el resultado (Tidow, 1989). En los atletas del presente estudio no se aprecian grandes diferencias con los saltadores de otros estudios de la misma edad que indica una progresión del modelo técnico que les llevará a ir subiendo la velocidad en otras etapas de rendimiento (Jagodin et al., 1987) .

La pérdida de velocidad es una parte normal del salto con pértiga por las características del transporte del implemento que provoca en el saltador un incremento del peso por delante de su centro de masas, además de un movimiento anticipativo de los brazos para colocar la pértiga hacia el cajetín provocando acciones que contrarresten ese adelantamiento que van a afectar al cuerpo y tren inferior, repercutiendo en las acciones de impulso y vuelo de las zancadas del atleta, disminuyendo su velocidad.

6.1.4. Tiempos de contacto y longitud últimos pasos de la carrera

El tiempo de contacto de los últimos apoyos se establece en este estudio en torno a las 130 en TD3 y TD2 y de 140 centésimas de segundo en la batida estos tiempos son superiores a estudios con saltadores de nivel o clase mundial que los encuadran en torno a las 105-120 centésimas de segundo (Gros y Kunkel, 1990;

Makaruk, Porter, Starzak, y Szymczak, 2016). El apoyo de la batida es superior a los anteriores por la generación y transformación de la carrera en salto para producir el impulso necesario para saltar más alto y doblar la pértiga, por esta cuestión la leve pérdida de velocidad se manifiesta, esta no debe ser muy grande para evitar pérdidas de energía al frenar el impulso adquirido en la carrera.

En los saltadores con pértiga analizados la tendencia es a realizar el penúltimo apoyo más largo y el último más corto de 1,96m a 1,79 m, en saltadores juniors internacionales se producen 2,08 m para el penúltimo y 1,89 para el último y en atletas Juniors de nivel nacional croata presentan valores entre 2,10 a 1,78 m. En atletas de clase mundial tienen a ocurrir esta situación pero en una tendencia a minimizar la distancia entre penúltimo y ultimo e intentar igualarlas (Choi et al., 2011a).

6.1.5. Posiciones del cuerpo en la batida durante el apoyo.

En el instante de la realización de la batida, en el momento en el que el saltador coloca la pértiga en el cajetín de salto hasta que la punta choca contra el final se produce una distancia de batida hasta la punta del pie que impulsa (DFB) de 3,17 m en los saltadores con pértiga finalistas de la Copa de España Junior y el Campeonato de España Juvenil. En estudios con Juniors de nivel internacional esta distancia es mayor, 3,51 m y en junior de nivel nacional de Croacia se midieron 3,35 m. Los saltadores de clase mundial establecen la DFB de 4.10 a 4,40 m mientras que atletas españoles de alto nivel la establecen en torno a los 3,78 y 4,10 m.

En el momento de tocar la punta de la pértiga el cajetín la altura de centro de caderas hasta la perpendicular del suelo de los saltadores de este estudio es de 0,90

a 0,92 m y en saltadores de elite mundial se establecen datos de 1,10 m de la altura pero en el Centro de Masas(Angulo et al., 1994).

La altura de la mano superior con respecto al suelo en el momento de tocar la punta de la pértiga el cajetín de los atletas de este estudio está entre 2,02 y 2,10 m, esta altura esta medida en saltadores croatas Juniors de clase nacional en 2,08 m (Zagorac et al., 2008).

Estas posiciones del cuerpo en la presentación de la pértiga (PP) son fundamentales para transmitir la inercia adquirida en la carrera a la acción de empuje de la pértiga, al igual que el ángulo de presentación de la pértiga que en los saltadores de este estudio es de 31,92 grados, este ángulo en saltadores Junior de nivel internacional se midió en 32,69 grados (Gudelj et al., 2013)mientras que en atletas de clase mundial absolutos se establece de 26,3 a 30 grados (Bergemann, 2003; Choi et al., 2011a; Locatelli, 1987).

6.1.6. Posiciones del cuerpo en la batida durante en el momento del despegue.

La altura del centro del caderas en el instante del despegue de la batida (H1) se establece para los saltadores con pértigas en este estudio de 0,95 m, esta altura esta medida en estudios, pero sobre el Centro de Masas por lo que los valores encontrados pueden no ser comparables, y en estudio de Gudelj et al (2013) con saltadores de pértiga internacionales junior se midió en 1,049 m, mientras que en saltadores de elite mundial se establece en torno a los 1,25 m.

Esta altura depende esencialmente de la antropometría del saltador pero también del grado de adquisición técnica del gesto de la batida (Bassement et al., 2007; Hay, 1988; Linthorne, 2000; J. Nikolov, 1987)

El ángulo que forma la pierna de batida con el suelo en el momento del despegue de la batida ($TO1_A \beta$) es en los saltadores de este estudio de 64,5 grados, en los estudios Gregorio et al. (2005) con saltadores de pértiga de nivel absoluto nacional es de 65,5 a 70,5 grados, mientras que de nivel mundial se han hallado 72,7 grados por parte de Geese y Woznick (1987).

El ángulo de despegue (Ω) hallado en los saltadores de este estudio es de 20,42 grados siendo de 17,53 para atletas Juniors internacionales (Gudelj et al., 2013), de 18 a 20 grados en estudios de Geese y Woznick (1987) y Gross y Kunkel (1990), aunque en estudios más recientes (Choi et al., 2011a) este ángulo se establecía en los Saltadores finalista del campeonato del Mundo de Daegu en 2011 en 13,7 grados.

La altura de la mano superior en el instante del despegue de la batida fue para los saltadores con pértigas en este estudio en los 2,10 m, esta altura esta medida en estudios de Gudelj et al (2013) con saltadores de pértiga internacionales junior se midió en 2,23 m, mientras que en saltadores de elite mundial se establece en torno a los 2,27 hasta 2,47 m.

6.1.7. Velocidades en la fase aérea.

Los atletas finalistas de la Copa de España junior y del Campeonato de España Juvenil en salto con pértiga tienen como componente de la velocidad

horizontal en el momento del despegue, en el aire, justo después de la batida un registro de 6,58 m/s. En la literatura revisada sobre esta fase de la técnica se determina que justo en ese instante los saltadores pueden llegar a perder hasta más de un m/s sobre la velocidad que llevaban en la batida, ocurriendo esto en los saltadores del presente estudio (Frère et al., 2010). En saltadoras de elite mundial se registran velocidades de 6,8 m/s (Grabner, 1997), en saltadores de elite españoles la velocidad se establece en 7,34 m/s (Gregorio et al., 2005), mientras que en atletas de talla mundial los registros van de 7,4 a 7,8 m/s (Angulo et al., 1994; Geese y Woznik, 1987; Gros y Kunkel, 1990).

La disminución de la velocidad en el momento de la batida se debe al empuje y choque contra la pértiga, las acciones dinámicas del saltador no van en continuar el avance horizontal como principal objetivo, debe de doblar correctamente su cuerpo e intentar elevarlo, pero además la pértiga que ya está apoyada va a frenar el avance horizontal del cuerpo.

En esta fase al iniciar el vuelo, coge especial importancia el componente vertical de la velocidad al inicio del vuelo (VTOy) que se establece en este estudio de 2,31 m/s. En saltadoras de elite mundial se registran de 2,4 a 2,8 m/s (Grabner, 1997), en saltadores de elite españoles la velocidad se establece de 2,61 a 3,35 m/s (Gregorio et al., 2005), mientras que en atletas de talla mundial los registros van de 2,56 a los 2,81 m/s (Angulo et al., 1994; Gros y Kunkel, 1990).

Con respecto a las velocidades angulares, sobre la medida de la velocidad del tronco desde la batida hasta el final del péndulo (ω_{H21a}) se han registrado entre 170 y 185 °/s y desde la batida hasta la MPB (ω_{MPB}) se ha medido de 185 a 205 °/s estos datos de los saltadores del estudio y coinciden con los aportados por Grabner

(1997) en mujeres de clase mundial que tienen de 130 a 170 %/s, y difieren de los aportados con la segunda parte donde Grabner (1997) haya de 60 a 104 %/s.

6.1.8. Fase de máximo doblado de la pértiga (MPB).

Sobre la pértiga, va a ser un factor importante determinar qué grado de flexión y cuanto se acorta la pértiga en esta fase para proporcionar una información de gran valor técnico a los entrenadores sobre la respuesta que tiene la capacidad elástica del implemento (Hay, 1993; Linthorne, 2000). Los saltadores de este estudio tienen un acortamiento de la pértiga en torno a 3,21 m sobre un 21% del total en el doblaje, quizá, ya que la distancia a la que coge y la altura de las pértigas hace que el factor más importante sea el porcentaje sobre el total, más que la distancia recortada.

En atletas Juniors de nivel internacional se alcanza el 26,94% mientras que en atletas de nivel nacional Juniors de Croacia el 22,83% (Gudelj et al., 2013; Zagorac et al., 2008), los atletas de nivel mundial y categoría absoluta logran porcentajes en torno al 28% (Hommel et al., 2009; F. Schade, G. P. Brüggemann, et al., 2006).

Otro aspecto importante en la fase de MPB es la velocidad por componentes que lleva el saltador que sirve de guía para determinar el ritmo adecuado del salto que en los atletas de presente estudio es de 4,39 m/s y de 2 m/s para los componentes horizontales (V_{x_MPB}) y verticales (V_{y_MPB}) respectivamente en esta fase, Grabner (1997) midió en mujeres de clase mundial en torno a los 2,7 m/s en V_{x_MPB} , mientras que Choi (2011a) en saltadores hombre de clase mundial registró 3,26 m/s en V_{x_MPB} y 2,25 m/s en la V_{y_MPB} .

6.1.9 Velocidad vertical (V_y) en la fase de Extensión (PS) hasta la suelta de la pértiga (PR).

La velocidad vertical máxima del centro de caderas que se produce en el momento que la pértiga responde elásticamente al llegar al máximo doblaje es fundamental para entender si la pértiga esta equilibrada al saltador y realiza la extensión correctamente. En lo saltadores de este estudio han alcanzado un promedio de 5,76 m/s de V_{max} en la fase de extensión de la pértiga (PS), estos datos son superiores a los registrados por atletas de nivel nacional y categoría absoluta que realizan en torno a los 4,75 m/s (Gregorio et al., 2005), en saltadores de elite mundial los datos son más cercanos a los encontrados con valores que van de 4,72 a 5,23 m/s (Choi et al., 2011a; Gros y Kunkel, 1990), midiendo la velocidad vertical del centro de masas

Es importante esta componente vertical en el momento de la suelta de la pértiga (PR) ya que es indicativo si el saltador todavía tiene energía del sistema que coordina junto a su capacidad técnica, que en los saltadores de este estudio está en 2,57 m/s para el centro de caderas, en atletas de elite mundial los datos obtenidos en esta fase van de los 1,65 m/s obtenidos por Angulo et al. (1994) y los 2,39 m/s obtenidos por Choi et al. (2011a).

6.1.10. Las alturas de Salto.

Como se ha expuesto en el apartado de la revisión documental, las alturas de salto son fundamentales para entender los factores que afectan al salto con pértiga. La primera la H1 ya se ha visto en el apartado de la batida y como indicamos la altura del centro de masas en la batida va a ser fundamental para valorar las

características antropométricas y técnicas en la fase de batida, en los atletas del estudio se observan alturas inferiores en esta fase por dos cuestiones, una relacionada con la medida que se realiza con el centro de caderas y no con el centro de masas que tiende a estar por encima de la medida del estudio (Linthorne, 2000)

La denominada H2 es la altura que gana el centro de masas (en nuestro caso el centro de caderas) de la H1 hasta que el saltador con pértiga suelta la pértiga con las dos manos, este es factor determina la capacidad de respuesta de la pértiga en consonancia a los gestos técnicos que se aplican. En los saltadores de este estudio es de 3,44 m (promedio todos) a los 3,65 m (promedio de los seis mejores), en mujeres de tallas mundial Grabner (1997) indica valores de 3,16 m, mientras que para saltadores de alto nivel universitario Bergemann (2003) aporta un valor de 4,08 m y Angulo et al (1994) dan un promedio de 4,35 en los finalistas de los juegos olímpicos de Barcelona 1992. La altura de agarre más alta y pértigas más duras proporcionan esas diferencias entre los atletas de este estudio y los de nivel absoluto.

La H3 es la altura que hay desde que en centro de masas del saltador suelta la pértiga hasta que su centro de masas alcanza la máxima altura, en los saltadores finalistas de la Copa de España Junior y del Campeonato de España Juvenil se observan muchas diferencias teniendo un promedio el grupo de 0,13 m y de 0,24 m los seis mejores saltadores, pero además se observa que 4 saltadores del estudio tienen valor negativo porque cuando alcanzan la altura máxima (Hmax) aún están sujetos de la pértiga. La H3 es por lo tanto un indicador del aprovechamiento de la respuesta elástica de la pértiga y de coordinación de la fase final del salto y la utilización de los brazos para el franqueo del listón. En Mujeres de talla mundial

se alcanzan valores 0,09 m, y en saltadores hombres de talla mundial valores de 0,13 a 0,34 m (Angulo et al., 1994; Gros y Kunkel, 1990).

La H4 es la diferencia que hay entre la Hmax y la altura a la que está colocado el listón de salto, es un indicativo de la eficacia del salto y que está en 0,10 m en los saltadores de este estudio, encontrando un valor de 0,235 en el trabajo de Bergemann (2003) con saltadores universitarios, en atletas de talla mundial hombres encontramos que de 0,12 a 0,15 m (Angulo et al., 1994; Geese y Woznik, 1987). La Altura máxima del centro de masa es en el presente estudio (centro de caderas) de 4,53 m de promedio y de 4,84 m para los 6 primeros, en Juniors de Croacia de carácter nacional se registraron 4,79 m y en Juniors de nivel internacional 5,25 m (Gudelj et al., 2013; Zagorac et al., 2008), en caso de saltadores de nivel mundial las alturas promedio están en 5,90 m llegándose a alcanzar alturas de 6,16 m (Choi et al., 2011a; F. Schade, G. P. Brüggemann, et al., 2006)

6.2. EL ANÁLISIS DE LA TÉCNICA DEL SALTO CON PÉRTIGA

Los resultados obtenidos en esta fase con un 81% de eficacia indican que los procesos de carrera y transporte de la pértiga están adquiridos en esta etapa de manera que proporcionan al saltador una velocidad adecuada, que se evita la pérdida de velocidad en las últimas zancadas y facilita la bajada de la pértiga para preparar la presentación y la batida.

En la presentación de la pértiga para introducir al cajetín también se realiza en líneas generales de forma satisfactoria sobre todo a lo que se refiere la acción de subida de la pértiga por parte del brazo superior, sin embargo, una vez que se ha presentado la pértiga y la punta de la misma ya está en el cajetín (E12) un 62% de

los atletas de este estudio no terminan de seguir empujando con los brazos hacia arriba y adelante, dejando pasivos o en flexión los mismos. En el momento del despegue debe de coincidir con el momento en el que la pértiga golpea contra la pared del cajetín y esto en el 54% de los casos no se produce en los atletas de este estudio, esto resta capacidad de deformación de la pértiga al no poder transmitir una fuerza mayor por el empuje del saltador (Tidow, 1989) a partir de ese instante la posición del cuerpo piernas y pie de batida son correctas (71% del total) hasta que la pierna libre se coloca con el talón cerca del muslo, acción que el 46% no lo realiza de manera correcta evitando que la penetración del cuerpo en la batida sea horizontal con el centro de masas elevado.

Esta fase presenta una parte superior del cuerpo correcta y adecuada pero en el 54 y 62% de los casos la pierna libre al principio de la penetración de la pértiga y en la fase péndulo no hace de eje correcto del tren inferior para que la pierna libre actué de manera completa es este instante, las tendencias son por parte de los atletas de este estudio a estirar la pierna libre y acercarla a la pierna de batida, restando velocidad al sistema en las siguientes fases (McGinnis, 1985).

En la fase de recogida los atletas de este estudio en un 54% realizan incorrectamente la denominada transición al péndulo ya que se ha mencionado que la posición de la pierna libre evita que el saltador se alinee en el eje longitudinal porque tiende a flexionar antes de tiempo la pierna de batida, la cadera o ambas.

El brazo inferior en un 62% no puede mantener una extensión que lleve a la creación de un sistema de rotación sobre los hombros en esta fase para preparar el cuerpo para colocarlo en agrupamiento.

Desde la fase de agrupamiento y durante los primeros instantes de la extensión de la pértiga los atletas de este estudio realizan correctamente esta fase denominada Fase "L" en un 71%, y en la siguiente, denominada fase "I" aunque se realiza de forma óptima 54% la acción de extensión del brazo superior y llevar la cabeza hacia atrás llegando al último empuje de la respuesta elástica de la pértiga, se consigue con cierta dificultad.

La fase de franqueo del listón es correcta por parte de los saltadores de este estudio en un 73% de los casos, pero un 69% realizan de manera incorrecta de vuelo hacia el listón inclinando la acción de las piernas hacia el mismo precipitando un ángulo de ataque más horizontal.

6.3. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE ENTRENAMIENTO.

A continuación, se detallan las características y condiciones de entrenamiento de los saltadores con pértiga participantes en este estudio a través de las respuestas del cuestionario de características y condiciones de entrenamiento en salto con pértiga.

6.3.1. Características de la carrera de aproximación

Los saltadores con pértiga de este estudio tienen 14 pasos de carrera de aproximación. Estos valores se encuentran en consonancia a lo apuntado por Jagodin et al (1987) para este grupo de edad.

En la longitud de carrera existen diferencias entre indicado por los atletas en el cuestionario (una media de 28 m de carrera de aproximación), y los resultados

del radar que presentan una media de 22,15 m. Estos resultados indican que la información recopilada a través de cuestionarios debe ser contrastada para asegurarse de su fiabilidad.

La utilización de marcas intermedias de por parte del 58% de los saltadores confirma las indicaciones de Frère et al (2010) . Este autor indica que las marcas son un elemento necesario para que el entrador tenga un elemento de control de la carrera de aproximación, principalmente a falta de 6 pasos para la batida.

6.3.2. Características del material de entrenamiento

Los saltadores estudiados tienen en un 91% colchoneta de salto de tipo de competición, estos valores son superiores a los encontrados en categoría cadete (78%) (Palao y Calderón, 2003). Esto indica las condiciones de entrenamiento con respecto a este material han mejorado y por lo tanto tener un elemento imprescindible para la mejora técnica (Ruf, 2003). Otros elementos imprescindibles que son utilizados por los atletas en el entrenamiento como es la cuerda se utiliza más (91%) que en cadetes (85%), la barra fija se utiliza en el 100% de los saltadores del estudio un elemento fundamental dentro del entrenamiento (Houvion, 1982) en estudios con cadetes se utiliza por encima del 64%.

Tener una instalación indoor o cubierta para entrenar tiene en los atletas del estudio un porcentaje del 60%, mientras que anteriores estudios se alcanzaba solo el 28%, y es que estas condiciones son vitales para poder rendir evitando la pérdida de días por culpa de la climatología además de gestionar unas mejoras técnicas al evitar el viento o la humedad.

6.2.3. Características del tipo de entrenamiento.

Los saltadores de este estudio utilizan en la casi totalidad de los casos los entrenamientos de técnica de Carrera, de la presentación de la pértiga, como en los estudios realizados con los atletas cadetes. Sin embargo, se observa un bajo uso de ejercicios para las fases de péndulo y franqueo (50%) no se hacen ejercicios específicos por parte de los atletas con mejores marcas, como en el caso de las cuerdas donde los atletas de mejor marca apuntan que no realizan entrenamiento con este elemento. Esto va en sintonía con el incremento del trabajo de estas fases ya en el salto, por el aumento de números de saltos con pértiga del entrenamiento (Petrov, 1996) una vez adquirida la competencia técnica de manera aislada.

6.3.4. Características del entrenamiento de la acrobacia.

Como se observó en los resultados el trabajo de la acrobacia en suelo o anillas no es tan desarrollado como el que se hace en la barra fina en los saltadores con pértiga de este estudio, esto tiene su significado en la adquisición de los gestos en anteriores fases de formación que hacen que el atleta trabaje la acrobacia directamente en el gesto técnico al incrementar el número de ejercicios con pértiga.

El 80% saltadores de este estudio trabajan la acrobacia en barra mientras que en estudios con cadetes el porcentaje se reduce al 70%. Estos resultados parecen indicar que este trabajo se realiza para que los saltadores de edades juveniles tengan una doble preparación en fuerza específica y en acrobacia a través de la barra dejando más tiempo para el desarrollo de otras características físicas.

6.3.5. Características del entrenamiento de habilidad gimnástica

Tanto los atletas del presente estudio como los del estudio de Palao y Calderon (2003) trabajan de forma variada las habilidades gimnásticas como elementos fundamentales de la preparación condicional y solamente el elemento de la corbeta apenas se trabaja (10%) a diferencia de los Cadetes que si lo hacen en un 74%, como se indicó anteriormente hay elemento que pueden ser ya adquiridos y que su trabajo se vuelva específico con ejercicios que supongan imitaciones entre lo técnico y lo gimnástico (Piasenta, 1988; Piasenta y Houvion, 1996).

6.3.6. La temporalidad y forma del entrenamiento.

En los atletas saltadores con pértigas del estudio se establece una tendencia a aumentar las sesiones de entrenamiento a la semana, con respecto a los atletas de estudios anteriores de categoría cadete (Palao y Calderon, 2003) todos los atletas entrenan como mínimo 3 días o más (en cadetes el 21,45% entrenaba menos de 3 días) y además aparecen ya atletas Juniors-Juveniles que doblan sesión de entrenamiento porque llegan a tener más de 8 sesiones por semana (20%).

Todos los atletas del estudio entrenan en grupo siguiendo la tendencia de los estudios realizados a los atletas cadetes y la mayoría tiene la percepción de estar entrenando con un grupo igual o superior al nivel deportivo que ostenta. Esto es normal porque en la etapa de formación deportiva en las que se encuentra los atletas de este estudio, los entrenadores tienden a subir a los atletas a entrenamiento de superior nivel (Ruf, 2003), además que los atletas de estas edades tiene la autorización reglamentaria para participar si fuera necesario en competiciones de clubes en la categoría superior o absoluta, cuestión que no pasa en todas las pruebas de atletismo con los cadetes.

6.3.7. El entrenamiento de los conceptos teóricos y el miedo

Los atletas del presente estudio trabajan conceptos relacionados con el aprendizaje teórico de la prueba y feedback en un 80%. Estos resultados son superiores a los realizados por saltadores de categoría cadete (71%).

Un apéndice nuevo sobre el cuestionario y estudio empleado por Palao y Calderon (2003) fue la introducción del trabajo del concepto miedo del cual no hemos podido encontrar formas de entrenamiento que puedan comparar y discutir los resultados obtenidos y expuestos en el punto 5.

VII - CONCLUSIONES

VII. CONCLUSIONES

7.1. CONCLUSIONES AGRUPADAS POR OBJETIVOS.

En relación al objetivo: *Describir los parámetros cinemáticos de la técnica de salto con pértiga en atletas jóvenes masculinos de categoría junior y juvenil.*

1. Los saltadores con pértiga de este estudio alcanzan velocidades inferiores a los atletas de elite mundial senior, tienen menos altura de agarre y disminuyen la velocidad en los últimos apoyos de manera paulatina hasta la batida.

2. La longitud de los últimos pasos y los tiempos de apoyo son acorde a lo establecido como la preparación de la batida (penúltimo paso más largo que el último) y el último apoyo tiene una duración ligeramente mayor o igual que los anteriores.

3. Las alturas de salto y los tiempos de salto los saltadores con pértiga de este estudio son inferiores, pero tienen proporciones similares a la de los saltadores senior.

4. Las componentes de la velocidad presentan valores inferiores, pero tienen comportamientos en la misma línea que los deportistas seniors y Juniors internacional.

En relación al objetivo: *Describir la ejecución técnica a nivel cualitativo de los saltadores con pértiga en atletas jóvenes masculinos de categoría junior y juvenil.*

1. Los saltadores con pértiga de este estudio realizan una fase de carrera y presentación acorde al modelo técnico correcto caracterizado por una presentación de la pértiga en los tres últimos pasos de carrera.

2. En la fase de batida los saltadores con pértiga de este estudio presentan algunos errores en relación a las posiciones segmentarias en relación a la temporalidad del salto en las acciones de la pierna libre. Los saltadores con pértiga de este estudio no realizan una batida aérea. Los brazos de los saltadores no terminan de realizar el recorrido de empuje al final de la batida.

3. En la fase de péndulo y recogida la pierna libre la dificulta la realización correcta de la fase y precipita la acción de agrupamiento.

4. Los saltadores con pértiga de este estudio realizan de manera correcta las fases de inversión y extensión denominadas fases "L" e "I", con una pequeña falta de extensión del cuerpo.

5. Los saltadores con pértiga de este estudio realizan correctamente las acciones de franqueo del listón, aunque, precipitan ligeramente la acción de la búsqueda del listón con un movimiento horizontal de las piernas.

En relación al objetivo: *Determinar la utilización y distribución de los distintos medios y métodos de entrenamiento de los saltadores con pértiga en atletas jóvenes masculinos de categoría junior y juvenil.*

1. Los saltadores de pértiga de este estudio disponen de las infraestructuras deportivas y materiales necesarios para poder realizar un entrenamiento de rendimiento.

2. Los saltadores con pértiga de este estudio realizan variedad de tipo de entrenamientos para la mejora de su potencial físico y técnico, como son el trabajo

de la velocidad, el trabajo de la fuerza con pesas, el trabajo de la acrobacia y la gimnasia y la técnica.

3. Los saltadores con pértiga de este estudio realizan más de tres sesiones de entrenamiento a la semana. El 20% de los atletas de este estudio supera las 8 sesiones de entrenamiento a la semana, realizando con ello doble sesión en algunos días.

4. Además del entrenamiento físico los saltadores con pértiga de este estudio desarrollan entrenamiento teórico para mejorar la percepción de la prueba y entrenamiento sobre el miedo.

**VIII – APLICACIONES Y
FUTURAS LÍNEAS DE
INVESTIGACIÓN**

VIII. APLICACIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

8.1. APLICACIONES DEL ESTUDIO

1. El establecimiento de un perfil normativo del saltador con pértiga requiere distintos tipos de valores de referencia a la hora de realizar el análisis de las ejecuciones. La combinación del análisis cuantitativo y cualitativo puede aportar una información de apoyo al rendimiento sobre el modelo de análisis de la técnica en saltadores del mismo grupo de edad o más jóvenes para afianzar el trabajo de los entrenadores y especialistas en esta prueba.

2. Ofrecer un modelo para intentar sistematizar el análisis técnico de la prueba del salto con pértiga que combina con unas referencias simples y prácticas. Este modelo se puede emplear para reproducir en cualquier situación dando una guía de elementos que se realizan correctamente y aquellos que se pueden mejorar a la hora de orientar el trabajo técnico diario y su planificación.

3. Las aportaciones derivadas del tipo y forma del entrenamiento complementan las de la bibliografía en el grupo de edad juvenil y junior. Aportando información sobre los modelos con mayor incidencia en la práctica real que se llevan a cabo en el entrenamiento del salto con pértiga. Se aporta un elemento de contraste para afianzar el trabajo de los entrenadores en la búsqueda de elementos que mejoren sus aportaciones.

8.2. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

1. Realizar estudios a distintos tipos de edades y en mujeres con el objetivo de desarrollar un cuadro longitudinal de elementos de apoyo a la enseñanza y entrenamiento del salto con pértiga.

2. Diseñar aplicaciones tecnológicas que permitan con los instrumentales actuales abordar un sistema de control de la técnica deportiva con un feedback inmediato que aporte además un registro de la evolución de los parámetros adquiridos por el saltador.

3. Englobar en una red de comunicación y difusión de resultados, que sean accesibles a los entrenadores de manera que el número de casos analizados desde la biomecánica, la técnica o la preparación física con la utilización de entornos colaborativos web.

IX - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado Jódar, X., y Inde. (1993). *Eficacia y técnica deportiva*. Barcelona.
- Aguado, X., González, J. L., y Izquierdo, M. (1997). *Biomecanica fuera y dentro del laboratorio*. León.
- Angulo, R., Kinzler, S. B., Balius, X., Turro, C., Caubet, J. M., Escoda, J., y Prat, J. A. (1994, 05). Biomechanical Analysis of the Pole Vault Event. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 147-165.
- Arampatzis, A., Schade, F., y Bruggemann, G. P. (2004, 09). Effect of the pole--human body interaction on pole vaulting performance. *Journal of Biomechanics*, 37, 1353-1360.
- ATS, S. (1997). User's Guide Stalker ATS for Windows 95 - Version 4.0. In S. Radar (Ed.). Plano, TX.
- Attig, R. (1980). Pole vault- Biomechanical factors of the grip height and pushoff. *Track and Field Quarterly Review*, 80, 41-46.
- Attig, R. (1987). Understanding pole vault mechanics. *Track and Field Quarterly Review*, 4, 25-32.
- Bartlett, R. (1997). *Biomechanical analysis of movement in sport and exercise*: British Association of Sport and Exercise Sciences.

- Bartonietz, K., y Wettwe, J. (1997). Analysis of the internacional situation in the women's pole vault. *New Studies in Athletics*, 12, 15-21.
- Bassement, M., Goss-Sampson, M., y Garnier, C. (2007). A Kinematics analysis of the pole vault take-off. *Computer Methods in Biomechanics y Biomedical Engineering*, 10, 79-80. doi:10.1080/10255840701478521
- Bergemann, B. (2003). Biomechanical analysis of the pole vault in national collegiate competition. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis*, 8, 14-33.
- Bermejo, J., y Palao, J. M. (2012a). El uso de la videografía y software de análisis del movimiento para el estudio de la técnica deportiva¹⁷. Retrieved from efdeportes.com website:
- Bermejo, J., y Palao, J. M. (2012b). Fundamentos mecánicos del salto con pértiga. *efdeportes.com*, (168). Retrieved from <http://www.efdeportes.com/> website:
- Best, R., y Sataua, C. (2016). Pole Vault World Records and Sports Product Innovation. Retrieved from <https://business.uoregon.edu/news/pole-vault-world-records> website:
- Bogdanis, G. C., y Yeadon, M. R. (1996). Biomechanics of Pole Vaulting. *Athletics Coach*, 30, 20-25.
- Boiko, V., y Nikonov, J. (1991). Algo nuevo en el salto con garrocha. *Stadium*, 149, 33-35.
- Bowers, R. (1970). Review of modern pole vaulting. *Track Technique*, 39, 1233-1234.

- Braff, T. J., y Dapena, J. (1983). A two-dimensional simulation method for the prediction of movement in pole vaulting. *Journal of Biomechanics*.
- Bravo, J. (1992). Desarrollo histórico y evolución técnica de las pruebas de saltos. Salto con Pértiga. In *Atletismo II Saltos* (Vol. 1, pp. 288-298). Madrid: C.O.E.
- Bravo, J., Seuri-lo, F., López, F., y Ruf, H. (1992). Atletismo II Saltos. *Atletismo II Saltos, 1*.
- Bruggemann, G. P., Koszewski, D., y Mueller, H. (1999). Biomechanical research project, Athens 1997. Final report. In F. International Amateur Athletic (Ed.), (Vol. 1, pp. 175). Germany, Federal Republic of: Aachen, Germany : Meyer y Meyer Sport. URL: www.meyer-meyer-sports.com.
- Cassirame, J., Sanchez, H., y Morin, J. B. (2016). *Elevated track in pole vault, what advantage for run-up determinants of performance?* Paper presented at the ISBS-Conference Proceedings Archive.
- Chelly, S. M., y Denis, C. (2001). Leg power and hopping stiffness: relationship with sprint running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(2), 326-333.
- Choi, K., Yi, K., Kim, N., Kang, J., y Kim, H. (2011a). Kinematic Analyses of Men's Pole Vault in IAAF World Championships, Daegu 2011. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 21. doi:10.5103/KJSB.2011.21.5.551

- Choi, K., Yi, K., Kim, N., Kang, J., y Kim, H. (2011b). Kinematic Analyses of Women's Pole Vault in IAAF World Championships, Daegu 2011. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 21(5), 561-571.
- Clapson, M. (2005). [The perfect vault].
- Cruz, A. (1987). Pértiga: del bambú a la fibra de vidrio. *Atletismo Español*, 33-35.
- DeRenne, C., Ho, K., y Blitzblau, A. (1990). Effects of Weighted Implement Training on Throwing Velocity. *The Journal of Strength y Conditioning Research*, 4(1), 16-19.
- Ekevad, M., y Lundberg, B. (1995, 09). Simulation of Smart Pole Vaulting. *Journal of Biomechanics*, 28, 1079-1090.
- Falk, B. (1993). The continuous chain method for improving pole vault performance. *New Studies in Athletics*, 8, 57-59.
- Ferry, B., y Tafnews, P. (1998). *Modern Pole vaulting. Analyzing The Superior "Russian" Style and adapting it to american Vaulting*. Mountain View: Book division of track and field news.
- Field, R. (1992). Guts muths the father of modern pole vaulting. *Track and Field Quarterly Review*, 4, 51-52.
- Freeman, W. (1993). The vault: mechanical overview/training overview, 93, 40-43.

- Frère, J., L'hermette, M., Slawinski, J., y Tourny-Chollet, C. (2010). Mechanics of pole vaulting: a review. *Sports biomechanics*, 9(2), 123-138.
- Garcia Manso, J. M., Navarro Valdivielso, M., y Ruiz Caballero, J. A. (1996). *Bases teoricas del entrenamiento deportivo:(principios y aplicaciones): Gymnos*.
- García, J. A., Guerrero, P., Romero, M., y Palao, J. M. (2012). Análisis cinemático de la carrera de aproximación en pertiguistas sin y con implemento. / Cinematic analysis of the approach run without and with the pole in pole-vault jump. *Kronos*, 11(1), 36-43.
- Geese, R. (1987). Pole Vault - The choice of a correct pole. *Modern athlete and coach*(3), 38-40.
- Geese, R., y Woznick, T. (1980). Stabhochsprung. *LdLa*, 46(47), 1465-1472.
- Geese, R., y Woznik, T. (1987). Datos biomecánicos del salto con pertiga de pertiguistas de categoria europea y mundial. In A. Centro de Documentación de la Escuela nacional de Entrenadores Real Federación Española de (Ed.), *Altura y pertiga* (pp. 74-104). Madrid.
- Grabner, S. (1997). Kinematics analysis of the women`s pole vault. *New Studies in Athletics*, 12, 47-61.
- Gregorio, D., García_Fogeda, A., y Matas, S. (2005). Análisis cinemático de los tres mejores saltos en el concurso de salto con pértiga realizado en el campeonato de España al aire libre del año 2003. *Kronos*, 8, 20-27.

- Gros, H. J., y Kunkel, V. (1990). Biomechanical analysis of the pole vault. An approach towards a biomechanical profile of world best pole vaulters. *Biomechanical analyses of the jumping event time analyses of the sprint and hurdles event*, 1, 219-260.
- Gros, H. J., y Terauds, J. (1983). Möglichkeiten der Interpretation biomechanischer Kennlinien im Stabhochsprung. *Lehre der Leichtathletik*, 15, 583-585.
- Gudelj, I., Zagorac, N., y Babić, V. (2013). Influence of kinematic parameters on pole vault results in top juniors. *Collegium Antropologicum*, 37 Suppl 2, 25-30.
- Hay, J. G. (1971). Mechanical Energy Relationships in Vaulting with a Fibreglass Pole. *Ergonomics*, 14(4), 437-448. doi:10.1080/00140137108931264
- Hay, J. G. (1973). *The Biomechanics of Sports Techniques*: Prentice-Hall.
- Hay, J. G. (1977). Mechanical energy in pole vaulting. *Track Technique*, 23, 1047-1051.
- Hay, J. G. (1988). The approach run in the pole vault. *Track Technique*, 106, 3376-3396.
- Hay, J. G. (1993). *The biomechanics of sports techniques*. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall.
- Hay, J. G., y Miller, J. A., Jr. (1985a). Techniques Used in the Transition From Approach to Takeoff in the Long Jump. *International Journal of Sport Biomechanics*, 1(2), 174-184.

- Hay, J. G., y Miller, J. A., Jr. (1985b). Techniques Used in the Triple Jump. *International Journal of Sport Biomechanics*, 1(2), 185-196.
- Hegedus, J. d. (1988). *Tecnicas atleticas*. Buenos Aires; Argentina: Stadium.
- Hegedüs, J. (2011). Historia de los récords mundiales para el salto con garrocha (pértiga), varones. Retrieved from <http://www.efdeportes.com/efd163/records-mundiales-salto-con-garrocha.htm> website:
- Hommel, H., Böttcher, J., Buckwitz, R., Ernst, O., Gohlitz, D., Graubner, R., . . . Starke, A. (2009). *Biomechanical Analyses of Selected Events at the 12th IAAF World Championships in Athletics, Berlin, 15–23 August 2009*. Retrieved from
- Houvion, M. (1982). The preparation of the pole vaulters for Advanced Levels- 6 meters in 2000. *Track and Field Quarterly Review*, 4, 38-41.
- Houvion, M. (1984). Perfeccionamiento de la técnica del salto con pertiga. In *Saltos II* (Vol. 1, pp. 41-66). Madrid: Centro de Documentación de la Escuela nacional de Entrenadores Real Federación Española de Atletismo.
- Jagodin, V. (1993). Sergei Bubka above the bar. *Modern Athlete and Coach*, 31, 22-25.
- Jagodin, V. (1994). China's women in the pole vault. *Modern Athlete and Coach*, 31-32.

- Jagodin, V., Kurbatow, W., y Wolkow, J. (1987). Las etapas de enseñanza de la técnica del salto con pertiga según edades. In *Altura y pertiga* (Vol. 1, pp. 59-65). Madrid: RFEA.
- Jagodin, V., y Papanov, V. (1987). Sergei Bubka - 6.01. *Modern Athlete and Coach*.
- Jagodin, V., y Tschugunov, V. (1983). Training tasks for young pole vaulters. *Modern Athlete and Coach*, 4, 34-36.
- Johnson, J. (1988). Pole vault technique y training guidelines. *Track and Field Quarterly Review*, 4, 27-32.
- Jovis, D. (1980). De la difficulté de l'analyse bio-mécanique. *Amicale*, 29-34.
- Kraemer, W. J., Piorkowski, P. A., Bush, J. A., Gomez, A. L., Loebel, C. C., Volek, J. S., y Sebastianelli, W. J. (2000). The Effects of NCAA Division 1 Intercollegiate Competitive Tennis Match Play on Recovery of Physical Performance in Women. *The Journal of Strength y Conditioning Research*, 14(3), 265-272.
- Kruber, H., Kruber, D., y Adamczewski, H. (1995, 10/12). Considerations for a revision of the model pole vault technique in Germany. *Modern Athlete and Coach*, 14-18.
- Kunz, H. R., y Waser, J. (1975). Filmanalyse des Stabspringens. *Jeunesse et Sport*, 32, 14-19.
- Kwon, Y. H. (1998). Kwon3d. Retrieved from <http://kwon3d.com/>

- Langlade, A., y Langlade, N. R. (1986). *Teoría general de la Gimnasia*. Buenos Aires: Editorial Stadium SRL.
- Lauder, A. (1989). The pre-jump. *Track Technique*, 112, 3991-3995.
- Lee, J.-S., Park, J.-J., Bae, Y.-S., Chae, W.-S., Ryu, J.-K., y Park, S.-B. (2010). On the Project of the Sport Biomechanics of IAAF World Championships Daegu 2011. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 20(3), 253-259.
- Lindner, E. (1966). Vaulting with the fiberglass pole. *Track technique*, 23, 716-719.
- Linthorne, N. P. (1989). The fiberglass pole. *Modern Athlete and Coach*, 1, 15-19.
- Linthorne, N. P. (1994, 11). Mathematical-Model of the Takeoff Phase in the Pole Vault. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 323-334.
- Linthorne, N. P. (2000). Energy loss in the pole vault take-off and the advantage of the flexible pole. *Sports Engineering*, 3, 205-218.
- Locatelli, E. (1987). Technical and Methodological considerations on the jumps. *New Studies in Athletics*, 2, 23-40.
- Lundin, P., y Berg, W. (1993). Developing the approach in the jumps. *New Studies in Athletics*, 8, 45-50.
- López Elvira, J. L., Meana Riera, M., y Aguado Jódar, X. (2005). Aplicaciones de la fotogrametría en vídeo 3D al análisis del equilibrio en los deportes de lucha. In A. d. Valencia (Ed.), *biomecánica y deporte* (Vol. 1, pp. 105-121). Valencia.

- Makaruk, H., Porter, M., Starzak, M., y Szymczak, E. (2016). An Examination of Approach Run Kinematics in Track and Field Jumping Events. In *Polish Journal of Sport and Tourism* (Vol. 23, pp. 82).
- Martinez, F. (1996). Fotoseriacion del record de España de pertiga (Jose Manuel Arcos: 5,76m). *Atletismo Español*, 51-53.
- McGill, K., Czingon, H., y Kruber, D. (1983). Analysis and review of the quality of motion in the pole vault. *Track and Field Quarterly* 4(Winter), 81-82.
- McGinnis, P. M. (1984). *Dynamic finite element analysis of a human-implement system in sport: the pole vault*. (Dissertation/Thesis), University of Illinois at Urbana,
- McGinnis, P. M. (1985). Technique Analysis. *Track Technique*, 2994-2997.
- McGinnis, P. M. (1990). Peter's pointers for perfect pole vaulting. *Track Technique*, 109, 3472-3474.
- McGinnis, P. M., y Bergman, L. A. (1986). An Inverse Dynamic Analysis of the Pole Vault. *International Journal of Sport Biomechanics*, 3, 186-201.
- Morin, J., y Séve, P. (2011). Sprint running performance: Comparison between treadmill and field conditions. *European journal of applied physiology*, 111(8), 9.
- Morlier, J., y Cid, M. (1996, 08). Three-dimensional analysis of the angular momentum of a pole-vaulter. *Journal of Biomechanics*, 29, 1085-1090.

- Morlier, J., y Mesnard, M. (2007). Influence of the moment exerted by the athlete on the pole in pole-vaulting performance. *Journal of Biomechanics*, 40(10), 2261-2267. doi:10.1016/j.jbiomech.2006.10.022
- Morlier, J., Mesnard, M., y Cid, M. (2008). Pole-vaulting: identification of the pole local bending rigidities by an updating technique. *Journal of applied biomechanics*, 24(2), 140-148.
- Nikolov, J. (1986). The pole vault run-up. *Modern Athlete and Coach*, 24(2), 7-9.
- Nikolov, J. (1987). the contemporary take-off. *Track Technique*, 143, 3124-3125.
- Palao, J. M. (2003). Análisis temporal de las fases del salto con pértiga en etapas de formación. *RendimientoDeportivo.com*, 6.
- Palao, J. M., y Calderon, A. (2003). *Características y condiciones de entrenamiento de los Saltadores de Pértiga en etapas de formación (14-16 años)*. Paper presented at the III Congreso Asociación Española Ciencias del Deporte, Valencia.
- Petrov, V. (1984). Técnica del salto con pértiga. In *Saltos II* (Vol. 1, pp. 33-40). Madrid: RFEA.
- Petrov, V. (1996). Proposte per la costruzione di un saltatores con lasta di elevato livello. *Atletica studi*, 63-90.
- Petrov, V. (2003, 11/29). [Evolución técnica del salto con pertiga].

- Petrov, V. (2004a, 11/29). [La preparación de Giuseppe Gibilisco para el campeonato del Mundo 2003].
- Petrov, V. (2004b). Pole vault- th state of the art. *New Studies in Athletics*, 19(3), 23-32.
- Petrov, V. (2005). Preparación técnica del saltador de garrocha. *Boletín Técnico del Centro Regional de Desarrollo Santa Fe*, 15(33), 3-9.
- Piasenta, J. (1988). *L'Éducation athlétique*: LyInstitut National du Sport et de LyÉducation Physique. INSEP.
- Piasenta, J., y Houvion, M. (Writers) y d. a. t. Fédération française y d. Service (Directors). (1996). Le ciel pour limite. In. Paris: Fédération Française d'athlétisme.
- Potter, B., y North, L. (1992). Wildcat pole vault package. *Track and Field Quarterly Review*, 4, 57-59.
- Quintana, M., y Padullés, J. M. (2016). High-speed cameras in sport and exercise: Practical applications in sports training and performance analysis. *Aloma: revista de psicologia, ciències de l'educació i de l'esport Blanquerna*, 34(2), 11-24.
- Rius, J. (2010). *Metodologías y técnicas de atletismo*. Sevilla: Paidotribo.
- Ruf, H. (1992). El salto con pértiga desde la iniciación al alto rendimiento deportivo. *Apunts*, 28, 17-30.

- Ruf, H. (2003). Salto con pertiga. In *Salto Verticales* (Vol. 2, pp. 101-177). Madrid: RFEA.
- Sainz, A. (1993). [Salto con pértiga].
- Schade, F., Arampatzis, A., y Brüggemann, G. P. (2000, 10). Influence of different approaches for calculating the athlete's mechanical energy on energetic parameters in the pole vault. *Journal of Biomechanics*, 33, 1263-1268.
- Schade, F., Arampatzis, A., y Brüggemann, G. P. (2006). Reproducibility of energy parameters in the pole vault. *Journal of Biomechanics*, 39, 1464-1471.
- Schade, F., Arampatzis, A., Brüggemann, G. P., y Komi, P. (2004, 09). Comparison of the men's and the women's pole vault at the 2000 Sydney Olympic Games. *Journal of sports sciences*, 22, 835-842.
- Schade, F., Arampatzis, A., y Brüggemann, G.-P. (2006). Reproducibility of energy parameters in the pole vault. *Journal of Biomechanics*, 39(8), 1464-1471. doi:10.1016/j.jbiomech.2005.03.027
- Schade, F., Arampatzis, A., y Brüggemann, G. P. (2004, 09/01). A new way of looking at the biomechanics of the pole vault. *New Studies in Athletics*, 19, 33-42.
- Schade, F., Brüggemann, G. P., Isolehto, J., Komi, P., y Arampatzis, A. (2006). *Pole vault at the World Championship in Athletics Helsinki 2005*. Retrieved from Montecarlo:

- Schade, F., Isolehto, J., Arampatzis, A., Bruggemann, G., y Komi, P. (2007). Biomechanical analysis of the pole vault at the 2005 IAAF World Championships in Athletics Extracts from the Final Report. *New Studies in Athletics*, 22(2), 29.
- Schmolinsky, G. (1981). *Atletismo*. Madrid: Pila Teleña.
- Sedano, S., De Benito, A., Izquierdo, J. M., Redondo, C., y Cuadrado, G. (2009). Validación de un protocolo para la medición de la velocidad de golpeo en fútbol. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 96, 42-46.
- Simona, F. P., y Cristian, G. (2015). Study Regarding the Speed Analysis on Approach at Junior III, Pole Vault Salt. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 197, 426-429. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.160>
- Sloan, R. (1993). Mechanics of the pole vault. *Track yamp; Field quarterly Review*, 93(4), 38-39.
- Steinacker, U. (1991). The run-up speed in the pole vault. *Modern Athlete and Coach*, 2, 14-16.
- Sullivan, J. J., Knowlton, R. G., Hetzler, R. K., y Woelke, P. L. (1994, 06). Anthropometric Characteristics and Performance Related Predictors of Success in Adolescent Pole Vaulters. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34, 179-184.

- Tidow, G. (1989). Model technique analysis sheer for the vertical jumps. Part III: the pole vault. *New Studies in Athletics*, 89, 43-58.
- Valadés, D., y Palao, J. M. (2012). El radar como instrumento de control del entrenamiento. *Kronos*, XI(I), 30-35.
- Valadés, D., Palao, J. M., Femia, P., Radial, P., y Ureña, A. (2007). Validez y fiabilidad del radar para el control de la velocidad del remate en voleibol. *Cultura Ciencia y Deporte*, 2(6), 131-138.
- Vaslin, P., Couëtard, Y., y Cid, M. (1994). Three-dimensional dynamic analysis of the pole vault. *Journal of Biomechanics*, 27(6), 694. doi:10.1016/0021-9290(94)91060-X
- Vinuesa, M. (1984). *Tratado de atletismo*: Lib Deportivas Esteban Sanz.
- Volkov, Y. (1983). La selección de garrochistas. *Stadium*, 101, 11-11.
- Weisspfenning, G. (1981). El pique en el salto con garrocha. *Stadium*, 90, 18-18.
- Yin, G., y Yin, Y. (2012). *The Technology Comparative Analysis of Yelena Isinbayeva and Chinese Elite Women Pole Vaulters*. Paper presented at the Sports Innovation and Development of Universities and Colleges.
- Young, M. A. (2000). A Technical Model for Pole Vault Success. *Track Coach*.
- Zagorac, N., Retelj, E., y Katic, R. (2008). Successful Pole Vault Influenced by Certain Kinematical Parameters. *Collegium Antropologicum*, 32(4), 1133-1139.

Zotko, R. (1988). Control del proceso de entrenamiento de los saltadores. In *Saltos alto nivel* (Vol. 1, pp. 45-59). Madrid: RFEA.

X - ANEXOS

X. ANEXOS

ANEXO 1: Modelo de cuestionario para saltadores con pértiga.**CAMPEONATO DE ESPAÑA JUVENIL DE PISTA CUBIERTA 2005**

Valencia 12 y 13 de Marzo de 2005

El presente cuestionario forma parte de una investigación que se esta llevando en la Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM) sirve para ofrecer una información al trabajo de investigación “incidencia de la edad sobre la ejecución de la técnica en el salto con pértiga” donde aportaremos datos de carácter biomecánico que inciden en la técnica de esta apasionante prueba.

DATOS DEL ATLETA:

Nombre: _____ Apellidos: _____
 Fecha Nacimiento _____ Estatura _____ Peso _____ Club _____
 Domicilio _____ N° _____ Piso _____
 Población _____ Provincia _____ CP _____ Tf (____) _____
 Mejor marca en pértiga antes del campeonato _____
 Y en otras pruebas _____

DATOS DE TU ENTRENADOR/A:

Nombre: _____ Apellidos: _____
 Domicilio _____ N° _____ Piso _____
 Población _____ Provincia _____ CP _____ Tf (____) _____
 Titulación deportiva _____

DATOS DE LA PÉRTIGA: (Y si te acuerdas de los datos de tu mejor marca)

- Nombre comercial y longitud de la pértiga:

En el campeonato: _____
 En tu mejor marca: _____

- Agarre (distancia entre el tapón y la parte de arriba de la mano superior, mídelo):

En el campeonato: _____
 En tu mejor marca: _____

- Dureza de la pértiga (en kilos o libras)

En el campeonato: _____
 En tu mejor marca: _____

CUESTIONARIO PARA PERTIGUISTAS

Para cumplimentarlo, marca los cuadros de las opciones que se te plantean en cada pregunta, teniendo en cuenta que podrás responder a una o varias opciones dependiendo de la pregunta. Cuando sea necesario, rellena las líneas con letra clara.

1.- ¿Cuál es el número de pasos de carrera que utilizas en el campeonato? _____
(longitud aproximada de la carrera) _____

2.- ¿Utilizas marca de referencia intermedia en tu carrera?

No Sí ¿Para que? _____
¿Distancia al cajetín? _____

3.- ¿Qué crees que eres mejor?

- Atleta (carrera + salto)
- Acróbata (vuelo y franqueo)

4.- Marca con una X el material de que dispones en tus entrenamientos (excepto donde se pide el número).

Pértigas de competición	Nº _____
Pértigas de entrenamiento	Nº _____
Colchoneta de saltos adecuada	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Colchonetas de entrenamiento	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Anillas	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Barra fija	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Cuerdas de trepa	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Cama elástica	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Minitramp, plinto... (material deportiva)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Instalación cubierta para saltar	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Instalación cubierta para entrenar	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
Otros (¿Cuál? _____)	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

5.- Marca con una X si en tus entrenamientos realizas algunos de estos trabajos habitualmente:

- Trabajo específico de técnica de carrera con pértiga.
- Acción de presentación.
- Acciones de péndulo.
- Acciones de final y franqueo
- Trabajo de cuerdas.
- Trabajo específico fortalecimiento abdomino-lumbar.

6.- ¿Realizas trabajo específico de acrobacia?

- En suelo En anillas
- En barra fija Otros _____

7.- ¿Crees que tu trabajo de acrobacia es el adecuado?

Sí No ¿Por qué? _____

8.- Marca con X cuales de estas habilidades eres capaz de realizar (no contestes sino sabes lo que es):

Equilibrio invertido	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se
Rondada	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se
Corbeta	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se
Paloma	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se
Mortal adelante	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se
Mortal atrás	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se
Flic-flac	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se
Rondada + flic-flac	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No se

9.- ¿Cuántas sesiones de entrenamiento realizas a la semana?

- 3 ó menos - De 3 a 5 - De 5 a 7. - 8 ó más.

10.- ¿En cuantas de estas sesiones realizas salto con pértiga? _____

10.- ¿En cuantas de estas sesiones realizas trabajo con pesas? _____

11.- ¿En cuantas de estas sesiones realizas trabajo de acrobacia? _____

12.- ¿Con quién entrenas?

- Sólo En grupo El nivel del grupo con respecto al tuyo es:
 Superior - Igual - Inferior

13.- ¿Has tenido algún problema de miedo o falta de confianza al saltar?

No Sí ¿Por qué? _____

14.- ¿Realizas algún tipo de trabajo para solucionar o evitar esto?

No Sí ¿Cuál? _____

15.- ¿En tu entrenamiento se intenta mejorar tu conocimiento teórico sobre la prueba?

No Sí ¿De qué manera? _____

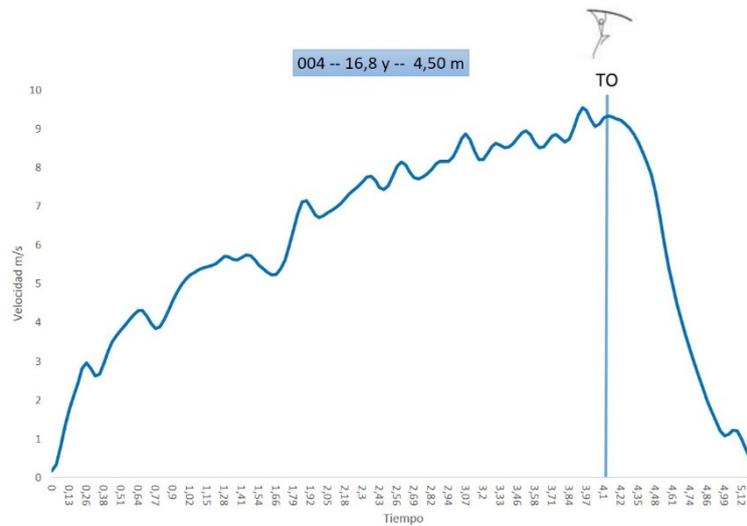
MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN

ANEXO 2: Informes de rendimiento en salto con pértiga.

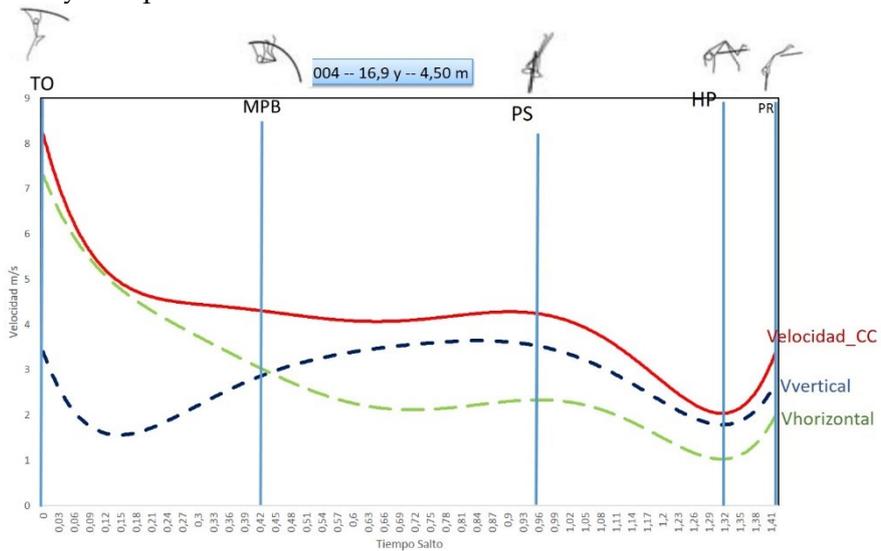
Informe del rendimiento en salto con pértiga

ATLETA 3 004
 EDAD 16,9 años
 MARCA en la competición 4,50 m

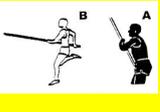
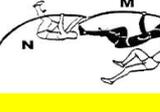
Velocidad de la carrera tomada con el RADAR



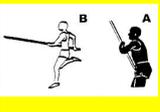
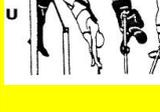
Velocidad y componentes del Centro de Caderas en la fase de vuelo



Análisis Técnico

SALTO CON PÉRTIGA	FASE	REFERENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN	+	0	-	SALTO CON PÉRTIGA		
	Carrera de Aproximación	A1 Transporte	Al principio: fuerte/ cerca del tronco; separación mano=SScm	X						
		A2 Postura del brazo	El brazo superior: flexión/ mano en frente del pecho.	X						
		A3 Bajando	Suave hasta la presentación	X						
		A4 Tronco	Tronco recto o levemente inclinado hacia delante y con los hombros en línea vertical.	X						
		B5 Patrón/Ritmo	Énfasis en la frecuencia alta.	X						
		B6 Brazos	Flexión	X						
	Fase de Presentación última zancada	C7 Brazo superior	En flexión y subiendo altura el hombro. La mano sube en altura	X						
		C8 Brazo inferior	Extendido/Horizontal/ sostiene la pértiga	X						
		C9 Apoyo Plantar	Planta completa	X						
		C E10 Brazo superior	Movimiento de extensión vertical	X						
		D11 Pierna de Batida	Conduce a la parte anterior del pie no rígida		X					
		E12 Brazos	Extendidos/posición de presentación/ altos/ tensos		X					
	Fase de despegue	E13 Tronco/cadera	Ligera indinación hacia atrás/altos	X						
		F14 Fase de soporte	"Libre" (Extremo de la pértiga sin contacto)	X						
		F15 Cuerpo	Erecto/ exactamente por debajo de la pértiga		X					
		F16 Brazos	Brazo superior: verticalmente		X					
		G17 Pie de Batida	Perpendicular a la mano de agarre superior	X						
		G18 Pértiga	Inicio de la flexión	X						
		G-H19 Cuerpo	Maximiza la altura de la batida	X						
		G-H20 Tronco	Penetración frontal/ rígido	X						
		G-H21 Brazos	Pasan pasivos hacia atrás y hacia abajo.	X						
		H22 Balanceo de la pierna / talón	Pierna doblada/ Pie cerca del muslo de la pierna libre	X						
			Penetración máxima hasta el comienzo del péndulo	I23 Cabeza	Cerrada al codo doblado del brazo inferior	X				
I24 Brazo superior	Extendido/ Retroversión			X						
I25 Balanceo de la pierna libre	Flexión/ muslo: Bloqueado en posición de despegue.			X						
I26 Pierna de Batida	Bloqueado en la posición de la cadera extendido/ largo.			X						
K27 Pierna de batida	Se hace cargo de la función de péndulo largo			X						
K28 Pierna Libre	Flexión/ pasivo/ "mantener"			X						
K29 El brazo inferior	Se extiende haciéndose función de Pilar (apoyo)			X						
	Fase de Péndulo hasta la Máxima curvatura de la pértiga			L30 Eje longitudinal	Paralelo con la curvatura de la pértiga	X				
				L31 Brazo superior	Extendido	X				
				L32 Brazo inferior	Función de sostén (pillar)		X			
		L33 Eje de rotación	En la articulación del hombro	X						
		M34 Caderas	Incrementan la flexión	X						
		N35 Espalda	Paralelo con el suelo	X						
	L-Fase	O37 Brazo superior	Extendido	X						
		O38 Pies	Verticalmente sobre la cabeza y el brazo superior.	X						
		O39 Piernas	Paralelo/extendido	X						
		P40 Caderas	Elevándose/ ángulo de la cadera se abre activamente	X						
			I-Fase	Q41 Brazo superior	Manteniéndose ampliado			X		
				Q42 Cuerpo	Vertical/ Extendido/Rígido/Se vuelve hacia la pértiga.	X				
	Fase de Inversión a Fase de Empuje a Fase de suelta a Franqueo de listón	Q43 Brazo inferior	Flexionado/ antebrazo En contacto con el interior de la pértiga.	X						
		R44 Brazo superior	Extendido	X						
		R45 Brazo inferior	Muy flexionado/ Parte superior del brazo: Paralelo con el hombro.	X						
		S46 Brazos	Activos empujando la pértiga	X						
		S47 Cuerpo	estirado/rotando/ elevándose intensamente	X						
		T48 Vuelo hacia el listón	Boca abajo/ considerablemente (150º).	X						
		U49 Cuerpo	Formando una herradura o una V	X						
		U50 Punto de culminación	Verticalmente sobre el nivel del listón	X						

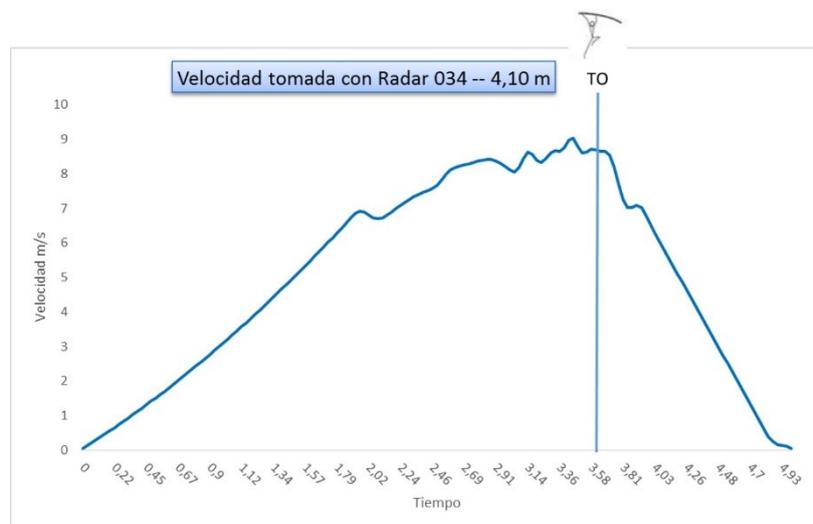
Análisis Técnico

SALTO CON PÉRTIGA	FASE	REFERENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN	+	0	-	SALTO CON PÉRTIGA
	Carretera de Aproximación	A1 Transporte	Al principio: fuerte/ cerca del tronco/ separación manos=55cm	x				
		A2 Postura del brazo	El brazo superior: flexión/ mano en frente del pecho.	x				
		A3 Bajando	Suave hasta la presentación		x			
		A4 Tronco	Tronco recto o levemente inclinado hacia delante y con los hombros mirando al tronco.	x				
		A5 Patrón/Ritmo	Énfasis en la frecuencia alta.		x			
		A6 Brazos	Flexión		x			
	Fase de Presentación última zancada	C7 Brazo superior	En flexión y subiendo altura el hombro. La mano sube en altura			x		
		C8 Brazo inferior	Extendido/ Horizontal/ sostiene la pértiga			x		
		C9 Apoyo Plantar	Planta completa		x			
		C10 Brazo superior	Movimiento de extensión vertical			x		
		D11 Pierna de Batida	Conduce a la parte anterior del pie no rígida			x		
		E12 Brazos	Extendidos/ posición de presentación/ altos/ tensos			x		
	Fase de despegue	F13 Tronco/cadera	Ligera inclinación hacia atrás/ altos			x		
		F14 Fase de soporte	"Libre" (Extremo de la pértiga sin contacto)			x		
		F15 Cuerpo	Erecto/ exactamente por debajo de la pértiga.			x		
		F16 Brazos	Brazo superior: verticalmente		x			
		G17 Pie de Batida	Perpendicular a la mano de agarre superior			x		
		G18 Pértiga	Inicio de la flexión			x		
	Fase de Penetración máxima hasta el comienzo del péndulo	G419 Cuerpo	Maximiza la altura de la batida			x		
		G420 Tronco	Penetración frontal/ rígido			x		
		G421 Brazos	Pasan pasivos hacia atrás y hacia abajo.			x		
		H22 Balanceo de la pierna / talón	Pierna doblada/ Pie cerca del muslo de la pierna libre			x		
		I23 Cabeza	Cerrada al codo doblado del brazo inferior			x		
		I24 Brazo superior	Extendido/ Retroversión			x		
	Fase de Péndulo hasta la Máxima curvatura de la pértiga	I25 Balanceo de la pierna libre	Flexión/ muslo: Bloqueado en posición de despegue.			x		
		I26 Pierna de Batida	Bloqueado en la posición de la cadera extendido/ largo.			x		
		K27 Pierna de batida	Se hace cargo de la función de péndulo largo			x		
		K28 Pierna Libre	Flexión/ pasivo/ "mantener"			x		
		K29 El brazo inferior	Se extiende haciendo función de pilar (apoyo)			x		
		L30 Eje longitudinal	Paralelo con la curvatura de la pértiga			x		
	Fase de Inversión a Fase de Empuje a Fase de suelta a franquero de lison.	L31 Brazo superior	Extendido			x		
		L32 Brazo inferior	Función de sostén (pilar)			x		
		L33 Eje de rotación	En la articulación del hombro			x		
		M34 Caderas	Incrementan la flexión			x		
		N35 Espalda	Paralelo con el suelo			x		
		N36 Brazos	El brazo superior: extendido/ Brazo inferior alargado			x		
	Fase de vuelo	O37 Brazo superior	Extendido			x		
		O38 Pies	Verticalmente sobre la cabeza y el brazo superior.			x		
		O39 Piernas	Paralelo/ extendido			x		
		P40 Caderas	Elevándose/ ángulo de la cadera se abre activamente			x		
		Q41 Brazo superior	Manteniéndose ampliado			x		
		Q42 Cuerpo	Vertical/ Extendido/Rígido/Se vuelve hacia la pértiga.			x		
	Fase de eliminación	Q43 Brazo inferior	Flexionado/ antebrazo En contacto con el interior de la pértiga.			x		
		R44 Brazo superior	Extendido			x		
		R45 Brazo inferior	Muy flexionado/ Parte superior del Brazo: Paralelo con el hombro.			x		
		S46 Brazos	Activos empujando la pértiga			x		
		S47 Cuerpo	estirado/rotando/ elevándose intensamente			x		
		T48 Vuelo hacia el listón	Boca abajo/ considerablemente (LSOP).			x		
U49 Cuerpo	Formando una herradura o una V			x				
U50 Punto de culminación	Verticalmente sobre el nivel del listón			x				

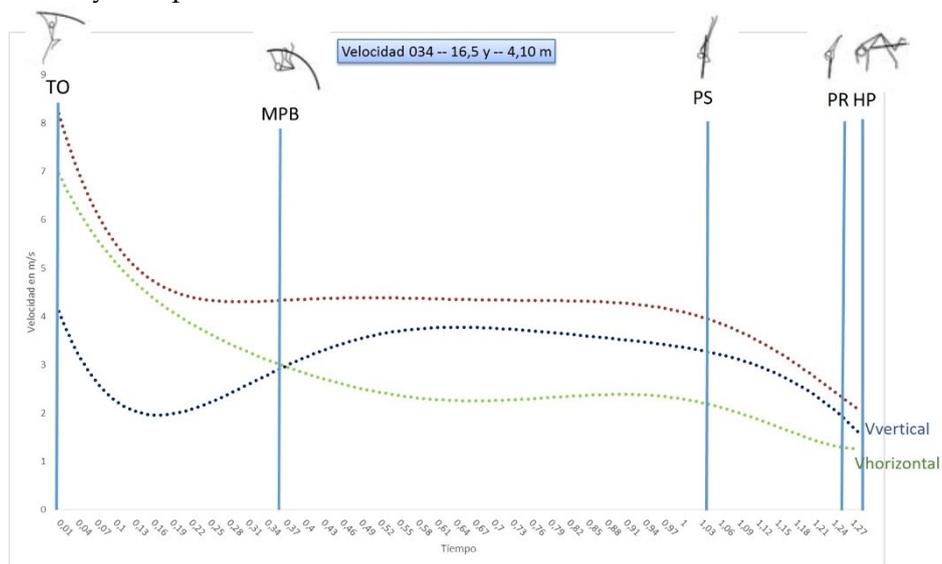
INFORME DEL RENDIMIENTO EN SALTO CON PÉRTIGA

ATLETA 8	034
EDAD	16,5 años
MARCA en la competición	4,10 m

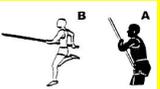
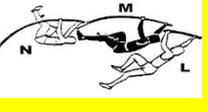
Velocidad de la carrera tomada con el RADAR



Velocidad y componentes del Centro de Caderas en la fase de vuelo



Análisis Técnico

SALTO CON PERTIGA	FASE	REFERENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN	+	0	-	SALTO CON PERTIGA		
	Carrera de Aproximación	A1 Transporte	Al principio: fuerte/ cerca del tronco/ separación manos=55cm	x						
		A2 Postura del brazo	El brazo superior: flexión/ mano en frente del pecho.	x						
		A3 Bajando	Suave hasta la presentación	x						
		A4 Tronco	Tronco recto o levemente inclinado hacia delante y con los hombros moviéndose al frente.	x						
		A5 Patrón/Ritmo	Énfasis en la frecuencia alta.	x						
		A6 Brazos	Flexión	x						
	Fase de Presentación última zancada	C7 Brazo superior	En flexión y subiendo altura el hombro. La mano sube en altura	x						
		C8 Brazo inferior	Extendido/Horizontal/sostiene la pértiga	x						
		C9 Apoyo Plantar	Planta completa	x						
		C10 Brazo superior	Movimiento de extensión vertical	x						
		D11 Pierna de Batida	Conduce a la parte anterior del pie no rígida		x					
		E12 Brazos	Extendidos/ posición de presentación/ altos/ tensos	x						
	Fase de despegue	E13 Tronco/cadera	ligera inclinación hacia atrás/ altos	x						
		F14 Fase de soporte	"Libre" (Extremo de la pértiga sin contacto)	x						
		F15 Cuerpo	Recto / exactamente por debajo de la pértiga.	x						
		F16 Brazos	Brazo superior: verticalmente	x						
		G17 Pie de Batida	Perpendicular a la mano de agarre superior	x						
		G18 Pértiga	Inicio de la flexión	x						
		G19 Cuerpo	Maximiza la altura de la batida	x						
		G20 Tronco	Penetración frontal/ Rígido		x					
		G21 Brazos	Pasan pasivos hacia atrás y hacia abajo.	x						
		H22 Balanceo de la pierna / talón	Pierna doblada/ Pie cerca del muslo de la pierna libre		x					
			Penetración máxima hasta el comienzo del péndulo	I23 Cabeza	Cerrada al codo doblado del brazo inferior			x		
				I24 Brazo superior	Extendido/ Retroversión	x				
I25 Balanceo de la pierna libre	Flexión/ muño: Bloqueado en posición de despegue.				x					
I26 Pierna de Batida	Bloqueado en la posición de la cadera extendido / largo.				x					
K27 Pierna de batida	Se hace cargo de la función de péndulo largo			x						
K28 Pierna Libre	Flexión/ pasivo/ "mantener"				x					
K29 El brazo inferior	Se extiende haciendo función de Pílar (pasivo)			x						
	Fase de Péndulo hasta la Máxima curvatura de la pértiga			L30 Eje longitudinal	Paralelo con la curvatura de la pértiga	x				
				L31 Brazo superior	Extendido	x				
		L32 Brazo inferior	Función de sostén (pilar)	x						
		L33 Eje de rotación	En la articulación del hombro	x						
		M34 Caderas	Incrementan la flexión	x						
		N35 Espalda	Paralelo con el suelo	x						
	L-Fase	O37 Brazo superior	Extendido	x						
		O38 Pies	Verticalmente sobre la cabeza y el brazo superior.		x					
		O39 Piernas	Paralelo/ extendido		x					
		P40 Caderas	Elevándose/ ángulo de la cadera se abre activamente	x						
		I-Fase	Q41 Brazo superior	Manteniéndose ampliado		x				
			Q42 Cuerpo	Vertical/ Extendido/Rígido/Se vuelve hacia la pértiga.		x				
			Q43 Brazo inferior	Flexionado/ Junta brazo En contacto con el interior de la pértiga.	x					
			R44 Brazo superior	Extendido		x				
			Fase de Inversión a Fase de Empuje a Fase de suelta a franqueo de listón.	S45 Brazo inferior	Muy flexionado/ Parte superior del brazo: Paralelo con el hombro.			x		
				S46 Brazos	Activos empujando la pértiga	x				
S47 Cuerpo	estirado/rotando/ elevándose intencionalmente			x						
T48 Vuelo hacia el listón	Baca abajo/ considerablemente [50%]			x						
	I-Fase	U49 Cuerpo	Formando una herradura o una V		x					
		U50 Punto de culminación	Verticalmente sobre el nivel del listón		x					

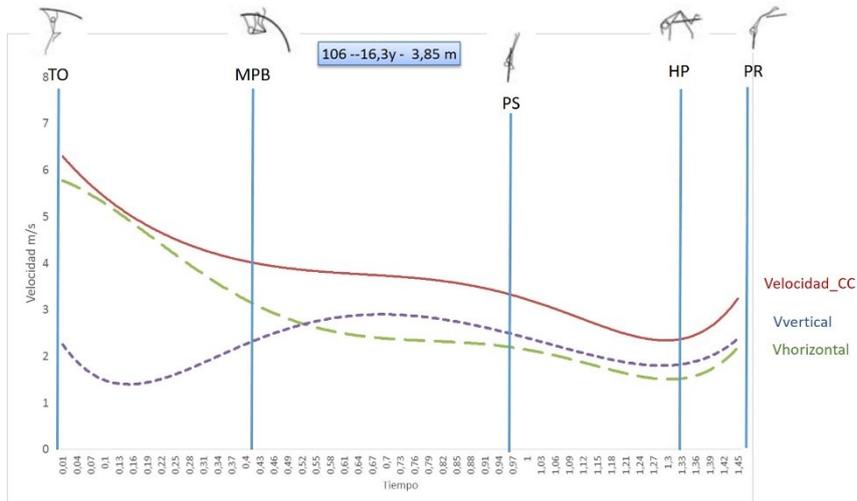
INFORME DEL RENDIMIENTO EN SALTO CON PÉRTIGA

ATLETA 12	106
EDAD	16,3 años
MARCA en la competición	3,85 m

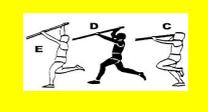
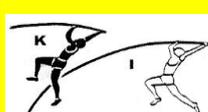
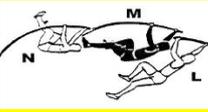
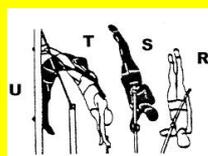
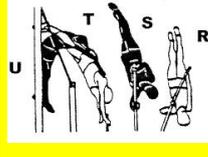
Velocidad de la carrera tomada con el RADAR



Velocidad y componentes del Centro de Caderas en la fase de vuelo



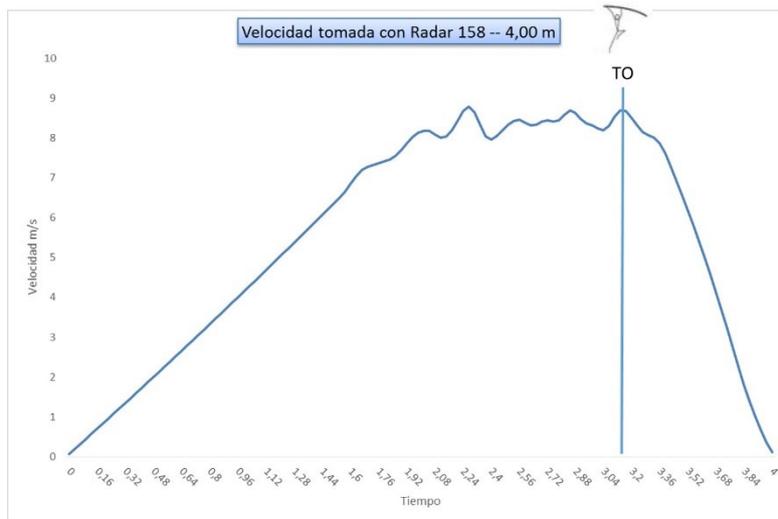
Análisis Técnico

SALTO CON PÉRTIGA	FASE	REFERENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN	+	0	-	SALTO CON PÉRTIGA			
	Carrera de Aproximación	A1 Transporte	Al principio: fuerte/ cerca del tronco/ separación manos= 55cm				x				
		A2 Postura del brazo	El brazo superior: flexión/ mano en frente del pecho.				x				
		A 3 Bajando	Suave hasta la presentación						x		
		B4 Tronco	Tronco recto o levemente inclinado hacia delante y con los hombros mirando al frente						x		
		B5 Patrón /ritmo	Énfasis en la frecuencia alta.						x		
		B6 Brazos	Flexión						x		
	Fase de Presentación : última zancada	C7 Brazo superior	En flexión y subiendo altura el hombro. La mano sube en altura		x						
		C8 Brazo inferior	Extendido/ Horizontal/ sostiene la pértiga		x						
		C9 Apoyo Plantar	Planta completa		x						
		C-E10 Brazo superior	Movimiento de extensión vertical						x		
		D11 Pierna de Batida	Conduce a la parte anterior del pie no rígida						x		
		E12 Brazos	Extendidos/ posición de presentación/ altos/ tensos						x		
		E13 Tronco/cadera	Ligera inclinación hacia atrás/ altos						x		
		F 14 Fase de soporte	"Libre" (Extremo de la pértiga sin contacto)		x						
		F15 Cuerpo	Erecto / exactamente por debajo de la pértiga.		x						
		F16 Brazos	Brazo superior: verticalmente			x					
	Fase de despegue	G17 Pie de Batida	Perpendicular a la mano de agarre superior				x				
		G18 Pértiga	Inicio de la flexión				x				
		G-H19 Cuerpo	Máxima la altura de la batida		x						
		G-H20 Tronco	Penetración frontal/ Rígido			x					
		G-H21 Brazos	Pasan pasivos hacia atrás y hacia abajo.				x				
		H22 Balanceo de la pierna / talón	Pierna doblada/ Pie cerca del muslo de la pierna libre		x						
			Penetración máxima hasta el comienzo del péndulo	I23 Cabeza	Cerrada al codo doblado del brazo inferior		x				
				I24 Brazo superior	Extendido/ Retroversión				x		
I25 Balanceo de la pierna libre	Flexión/ muslo: Bloqueado en posición de despegue.						x				
I26 Pierna de Batida	Bloqueado en la posición de la cadera extendido / largo.						x				
I27 Pierna de batida	Se hace cargo de la función de péndulo largo							x			
I28 Pierna Libre	Flexión/ pasivo/ "mantener"							x			
I29 El brazo inferior	Se extiende haciendo función de Pilar (apoyo)						x				
I30 Eje longitudinal	Paralelo con la curvatura de la pértiga							x			
I31 Brazo superior	Extendido						x				
I32 Brazo Inferior	Función de sostén (pilar)						x				
	Fase de Péndulo hasta la Máxima curvatura de la pértiga	L33 Eje de rotación	En la articulación del hombro				x				
		M34 Ca de ras	Incrementan la flexión				x				
		N35 Espalda	Paralelo con el suelo				x				
		N36 Brazos	El brazo superior: extendido/ Brazo inferior alargado						x		
			Fase de inversión a Fase de Empuje a Fase de suelta a Franqueo de listón	O37 Brazo superior	Extendido					x	
				O38 Pies	Verticalmente sobre la cabeza y el brazo superior.					x	
O39 Piernas	Paralelo/ extendido							x			
F40 Caderas	Elevándose/ ángulo de la cadera se abre activamente						x				
Q41 Brazo superior	Manteniéndose ampliado							x			
	Fase de suelta a Franqueo de listón	Q42 Cuerpo	Vertical/ Extendido/Rígido/Se vuelve hacia la pértiga.				x				
		Q43 Brazo inferior	Flexionado/ antebrazo En contacto con el interior de la pértiga.				x				
		R 44 Brazo superior	Extendido						x		
		R 45 Brazo inferior	Muy flexionado/ Parte superior del brazo Paralelo con el hombro.						x		
		S46 Brazos	Activos empujando la pértiga						x		
		S47 Cuerpo	estirado/rotando/ elevándose intensamente						x		
		T48 Vuelo hacia el listón	Boca abajo/ Aumentado considerablemente (150°).						x		
		U49 Cuerpo	Formando una herradura o una V						x		
		U50 Punto de culminación	Verticalmente sobre el nivel del listón						x		

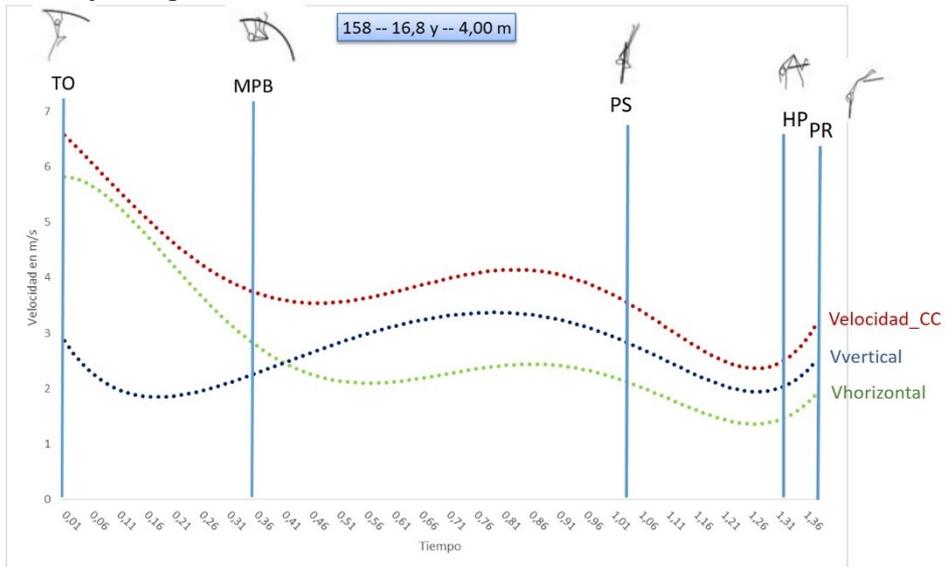
INFORME DEL RENDIMIENTO EN SALTO CON PÉRTIGA

ATLETA 10	158
EDAD	16,8 años
MARCA en la competición	4,00 m

Velocidad de la carrera tomada con el RADAR



Velocidad y componentes del Centro de Caderas en la fase de vuelo



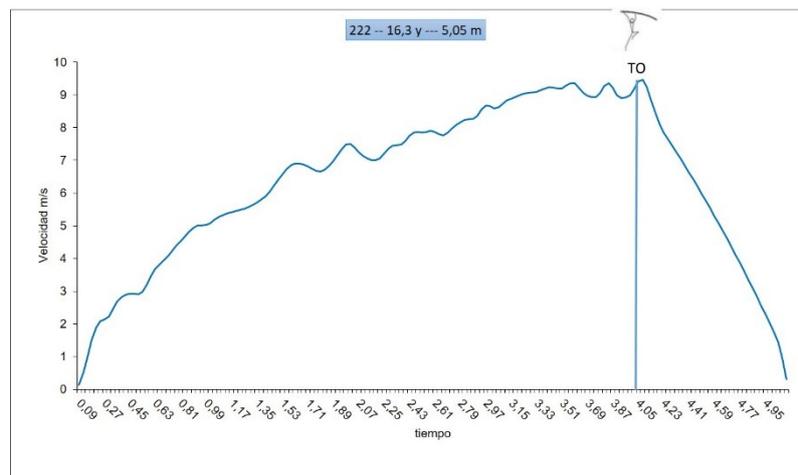
Análisis Técnico

SALTO CON PÉRTIGA	FASE	REFERENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN	+	0	-	SALTO CON PÉRTIGA
	Carrera de Aproximación	A1 Transporte	A1 principio/ fuerte/ cerca del tronco/ separación manos=55cm	x				
		A2 Postura del brazo	El brazo superior: flexión/ mano en frente del pecho.		x			
		A3 Bajando	Suave hasta la presentación		x			
		A4 Tronco	Tronco recto o levemente inclinado hacia delante y con los hombros pasivos al tronco.	x				
		A5 Patrón /ritmo	Énfasis en la frecuencia alta.		x			
		A6 Brazos	Flexión		x			
	Fase de Presentación última zancada	C7 Brazo superior	En flexión y subiendo altura el hombro. La mano sube en altura	x				
		C8 Brazo inferior	Extendido/ Horizontal/ sostiene la pértiga		x			
		C9 Apoyo Plantar	Planta completa	x				
		C E10 Brazo superior	Movimiento de extensión vertical		x			
		D11 Pierna de Batida	Conducido a la parte anterior del pie no rígida		x			
		E12 Brazos	Extendidos/ posición de presentación/ altos/ tensos		x			
	Fase de despegue	F14 Fase de soporte	"Libre" (Extremo de la pértiga sin contacto)			x		
		F15 Cuerpo	Erecto / exactamente por debajo de la pértiga.		x			
		F16 Brazos	Brazo superior: verticalmente		x			
		G17 Pie de Batida	Perpendicular a la mano de agarre superior		x			
		G18 Pértiga	Inicio de la flexión		x			
		G H19 Cuerpo	Maximiza la altura de la batida		x			
	Penetración máxima hasta el comienzo del péndulo	G H20 Tronco	Penetración frontal/ Rígido		x			
		G H21 Brazos	Pasan pasivos hacia atrás y hacia abajo.		x			
		H22 Balanceo de la pierna / talón	Pierna doblada/ Pie cerca del muslo de la pierna libre					x
		I23 Cabeza	Cerrada al codo doblado del brazo inferior		x			
		I24 Brazo superior	Extendido/ Retroversión		x			
		I25 Balanceo de la pierna libre	Flexión/ muy: Bloqueado en posición de despegue.			x		
	Fase de Péndulo hasta la máxima curvatura de la pértiga	I26 Pierna de Batida	Bloqueado en la posición de la cadera extendido / largo.			x		
		K27 Pierna de batida	Se hace cargo de la función de péndulo largo		x			
		K28 Pierna Libre	Flexión/ pasivo/ "mantener"					x
		K29 El brazo inferior	Se extiende haciendo función de Pilar (Apoyo)					x
		L30 Eje longitudinal	Paralelo con la curvatura de la pértiga					x
		L31 Brazo superior	Extendido			x		
	L-Fase	L32 Brazo inferior	Función de sostén (pilar)			x		
		L33 Eje de rotación	En la articulación del hombro			x		
		M34 Caderas	Incrementan la flexión		x			
		N35 Espalda	Paralelo con el suelo		x			
		N36 Brazos	El brazo superior: extendido/ brazo inferior alargado.		x			
			I-Fase	O37 Brazo superior	Extendido			
O38 Pies	Verticalmente sobre la cabeza y el brazo superior.					x		
O39 Piernas	Paralelo/ extendido					x		
P40 Caderas	Elevándose/ ángulo de la cadera se abre activamente				x			
Q41 Brazo superior	Manteniéndose ampliado				x			
Q42 Cuerpo	Vertical/ Extendido/Rígido/Se vuelve hacia la pértiga.					x		
	Fase de inversión a Fase de Empuje a Fase de suelta a franqueo de listón	Q43 Brazo inferior	Flexionado/ antebrazo En contacto con el interior de la pértiga.			x		
		R44 Brazo superior	Extendido			x		
		R45 Brazo inferior	Muy flexionado/ Parte superior del brazo: Paralelo con el hombro.			x		
		S46 Brazos	Activos empujando la pértiga			x		
		S47 Cuerpo	Activado/rotando/ elevándose			x		
		T48 Vuelo hacia el listón	Boca abajo/ considerablemente (150P).					x
		U49 Cuerpo	Formando una herradura o una V			x		
		U50 Punto de culminación	Verticalmente sobre el nivel del listón			x		

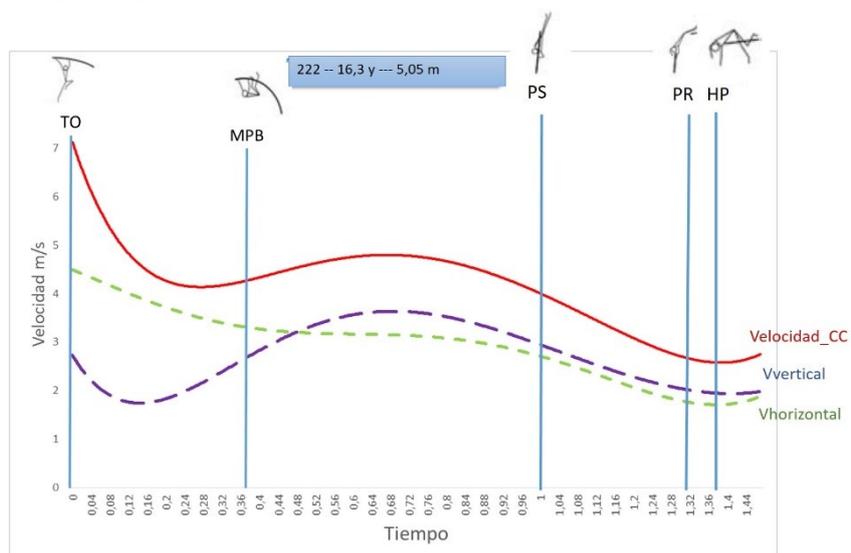
INFORME DEL RENDIMIENTO EN SALTO CON PÉRTIGA

ATLETA	222
EDAD	16,3 años
MARCA en la competición	5,05 m

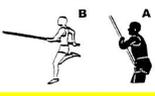
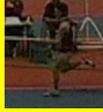
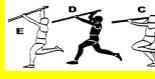
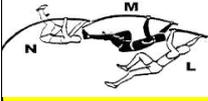
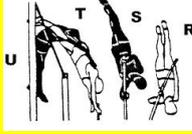
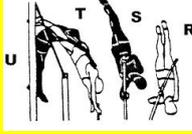
Velocidad de la carrera tomada con el RADAR



Velocidad y componentes del Centro de Caderas en la fase de vuelo



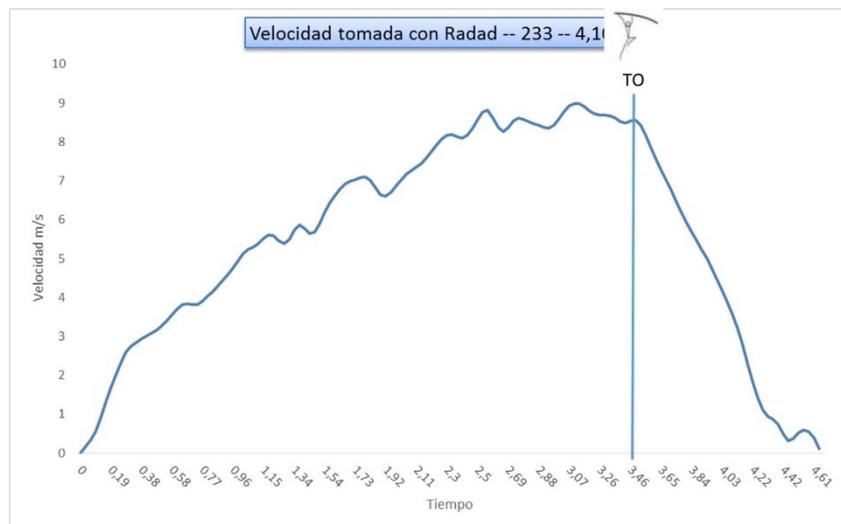
Análisis Técnico

SALTO CON PÉRTIGA	FASE	REFERENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN			SALTO CON PÉRTIGA
				+	0	-	
	Carrera de Aproximación	A1 Transporte	Al principio: fuerte/ cerca del tronco/ separación manos 5cm		x		
		A2 Postura del brazo	El brazo superior: flexión/ mano en frente del pecho.		x		
		A3 Bajando	Suave hasta la presentación		x		
		B4 Tronco	Tronco recto o levemente inclinado hacia delante y con los hombros mirando al frente		x		
		B5 Patrón /ritmo	Énfasis en la frecuencia alta.		x		
		B6 Brazos	Flexión		x		
	Fase de Presentación o última zancada	C7 Brazo superior	En flexión y subiendo altura el hombro. La mano sube en altura		x		
		C8 Brazo inferior	Extendido/ Horizontal/ sostiene la pértiga		x		
		C9 Apoyo Plantar	Planta completa		x		
		C-E10 Brazo superior	Movimiento de extensión vertical		x		
		D11 Pierna de Batida	Conduce a la parte anterior del pie no rígida		x		
		E12 Brazos	Extendidos/ posición de presentación/ altos/ tensos		x		
		E13 Tronco/cadera	Ligera inclinación hacia atrás/ altos		x		
	Fase de despegue	F14 Fase de soporte	"Libre" (Extremo de la pértiga sin contacto)			x	
		F15 Cuerpo	Erecto / exactamente por debajo de la pértiga.			x	
		F16 Brazos	Brazo superior: verticalmente		x		
		G17 Pie de Batida	Perpendicular a la mano de agarre superior		x		
		G18 Pértiga	Inicio de la flexión			x	
		G-H19 Cuerpo	Maximiza la altura de la batida		x		
		G-H20 Tronco	Penetración frontal/ Rígido		x		
		G-H21 Brazos	Pasan pasivos hacia atrás y hacia abajo.		x		
		H22 Balanceo de la pierna / talón	Pierna doblada/ Pie cerca del muslo de la pierna libre		x		
			Penetración máxima hasta el comienzo del péndulo	I23 Cabeza	Cerrada al codo doblado del brazo inferior		
I24 Brazo superior	Extendido/ Retroversión					x	
I25 Balanceo de la pierna libre	Flexión/ muslo: Bloqueado en posición de despegue.					x	
I26 Pierna de Batida	Bloqueado en la posición de la cadera extendido / largo.					x	
K27 Pierna de batida	Se hace cargo de la función de péndulo largo					x	
K28 Pierna Libre	Flexión/ pasivo/ "mantener"					x	
K29 El brazo inferior	Se extiende haciendo función de Pilar (apoyo)				x		
L30 Eje longitudinal	Paralelo con la curvatura de la pértiga				x		
	Fase de Péndulo hasta la Máxima curvatura de la pértiga	L31 Brazo superior	Extendido		x		
		L32 Brazo Inferior	Función de sostén (pilar)			x	
		L33 Eje de rotación	En la articulación del hombro			x	
		M34 Caderas	Incrementan la flexión		x		
		N35 Espalda	Paralelo con el suelo		x		
		N36 Brazos	El brazo superior: extendido/ Brazo inferior alargado		x		
			L- Fase	O37 Brazo superior	Extendido		
O38 Fies	Verticalmente sobre la cabeza y el brazo superior.					x	
O39 Piernas	Paralelo/ extendido					x	
P40 Caderas	Elevandose/ ángulo de la cadera se abre activamente					x	
Q41 Brazo superior	Manteniendose ampliado					x	
	I- Fase	Q42 Cuerpo	Vertical/ Extendido/Rígido/Se vuelve hacia la pértiga.			x	
		Q43 Brazo inferior	Flexionado/ antebrazo En contacto con el interior de la pértiga.			x	
		R44 Brazo superior	Extendido			x	
	Fase de inversión a Fase de Empuje a Fase de suelta a franqueo de listón	R45 Brazo inferior	Muy flexionado/ Parte superior del brazo Paralelo con el hombro.			x	
		S46 Brazos	Activos empujando la pértiga		x		
		S47 Cuerpo	estirado/rotando/ elevandose intensamente			x	
		T48 Vuelo hacia el listón	Boca abajo/ Aumentado considerablemente (150°).		x		
		U49 Cuerpo	Formando una herradura o una V			x	
	U50 Punto de culminación	Verticalmente sobre el nivel del listón			x		

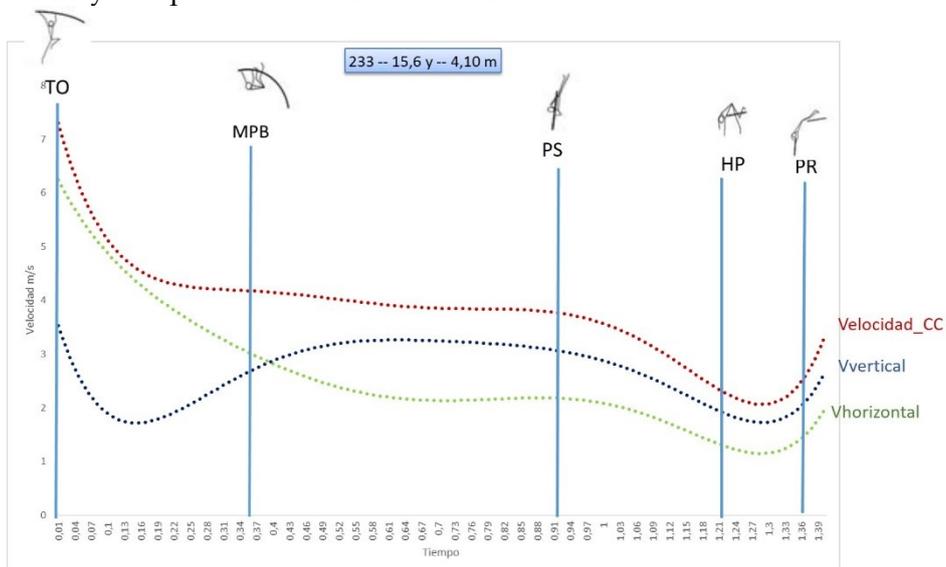
INFORME DEL RENDIMIENTO EN SALTO CON PÉRTIGA

ATLETA 7	233
EDAD	15,5 años
MARCA en la competición	4,10 m

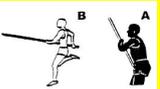
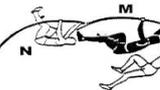
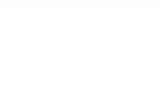
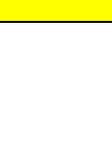
Velocidad de la carrera tomada con el RADAR



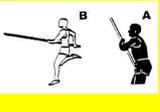
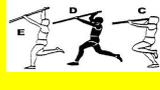
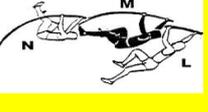
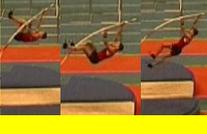
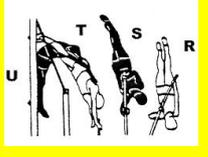
Velocidad y componentes del Centro de Caderas en la fase de vuelo



Análisis Técnico

SALTO CON PÉRTIGA	FASE	REFERENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN	+	0	-	SALTO CON PÉRTIGA
	Carrera de Aproximación	A1 Transporte	A1 principio: fuerte/ cerca del tronco, separación manos +55cm	x				
		A2 Postura del brazo	El brazo superior: flexión/ mano en frente del pecho.		x			
		A3 Bajando	Suave hasta la presentación		x			
		A4 Tronco	Tronco recto o levemente inclinado hacia delante y con los hombros adelantados.		x			
		A5 Patrón/Ritmo	Enfasis en la frecuencia alta.		x			
		A6 Brazos	Flexión		x			
	Fase de Presentación última zancada	C7 Brazo superior	En flexión y subiendo altura el hombro. La mano sube en altura	x				
		C8 Brazo inferior	Extendido/Horizontal/ sostiene la pértiga	x				
		C9 Apoyo Plantar	Planta completa		x			
		C E10 Brazo superior	Movimiento de extensión vertical		x			
		D11 Pierna de Batida	Conduce a la parte anterior del pie no rígida		x			
		E12 Brazos	Extendidos/ posición de presentación/ altos/sensos		x			
	Fase de despegue	F14 Fase de soporte	"Libre" (Extremo de la pértiga sin contacto)			x		
		F15 Cuerpo	Erecto / exactamente por debajo de la pértiga.		x			
		F16 Brazos	Brazo superior: verticalmente		x			
		G17 Pie de Batida	Perpendicular a la mano de agarre superior		x			
		G18 Pértiga	Inicio de la flexión		x			
		G H19 Cuerpo	Maximiza la altura de la batida		x			
	Penetración máxima hasta el comienzo del péndulo	G H20 Tronco	Penetración frontal/ Rígido		x			
		G H21 Brazos	Pasan pasivos hacia atrás y hacia abajo.		x			
		H22 Balanceo de la pierna / talón	Pierna doblada/ Pie cerca del muslo de la pierna libre		x			
		I23 Cabeza	Cerrada al codo doblado del brazo inferior		x			
		I24 Brazo superior	Extendido/ Retroversión		x			
		I25 Balanceo de la pierna libre	Flexión/ muslo: Bloqueado en posición de despegue.		x			
	Fase de Péndulo hasta la Máxima curvatura de la pértiga	I26 Pierna de Batida	Bloqueado en la posición de la cadera extendido/ largo.		x			
		I27 Pierna de batida	Se hace cargo de la función de péndulo largo		x			
		I28 Pierna Libre	Flexión/ pasivo/ "mantener"		x			
		I29 El brazo inferior	Se extiende haciendo función de tirar (apoyo)		x			
		I30 Eje longitudinal	Paralelo con la curvatura de la pértiga		x			
		I31 Brazo superior	Extendido		x			
	L-Fase	I32 Brazo inferior	Función de sostén (gitar)			x		
		I33 Eje de rotación	En la articulación del hombro			x		
		M34 Caderas	Incrementan la flexión		x			
		N35 Espalda	Paralelo con el suelo		x			
		N36 Brazos	El brazo superior: extendido/ brazo inferior alargado		x			
		O37 Brazo superior	Extendido		x			
	I-Fase	O38 Pies	Verticalmente sobre la cabeza y el brazo superior.			x		
		O39 Piernas	Paralelo/ extendido			x		
		P40 Caderas	Elevándose/ ángulo de la cadera se abre activamente			x		
		Q41 Brazo superior	Manteniéndose ampliado		x			
		Q42 Cuerpo	Vertical/ Extendido/Rígido/Se vuelve hacia la pértiga.			x		
		Q43 Brazo inferior	Flexionado/ antebrazo En contacto con el interior de la pértiga.			x		
	Fase de Inversión a Fase de Empuje a Fase de suelta a franqueo de listón.	R44 Brazo superior	Extendido			x		
		R45 Brazo inferior	Muy flexionado/ Parte superior del brazo: Paralelo con el hombro.			x		
		S46 Brazos	Activos empujando la pértiga			x		
		S47 Cuerpo	estirado/rotando/ elevándose intensamente			x		
		T48 Muello hacia el listón	Boca - abajo/ considerablemente (LS9)			x		
		U49 Cuerpo	Formando una herradura o una V			x		
		U50 Punto de culminación	Verticalmente sobre el nivel del listón			x		

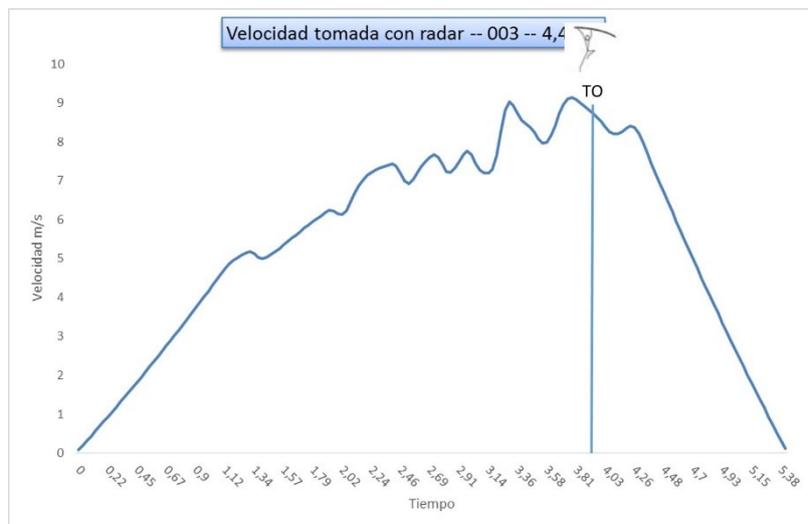
Análisis Técnico

SALTO CON PÉRTIGA	FASE	REFERENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN	+	0	-	SALTO CON PÉRTIGA		
	Carrera de Aproximación	A1 Transporte	A1 principio/ fuerte/ cerca del tronco/ separación manos=55cm	X						
		A2 Postura del brazo	B1 brazo superior: flexión/ mano en frente del pecho.	X						
		A3 Bajando	Suave hasta la presentación	X						
		A4 Tronco	Tronco recto o levemente inclinado hacia delante y con los hombros pasivos en el plano.	X						
		A5 Patrón/Ritmo	Énfasis en la frecuencia alta.	X						
		A6 Brazos	Flexión	X						
	Fase de Presentación último zancado	C7 Brazo superior	En flexión y subiendo altura el hombro. La mano sube en altura	X						
		C8 Brazo inferior	Extendido/Horizontal/ sostiene la pértiga	X						
		C9 Apoyo Plantar	Planta completa	X						
		C10 Brazo superior	Movimiento de extensión vertical	X						
		D11 Pierna de Batida	Conduce a la parte anterior del pie no rígida	X						
		E12 Brazos	Extendidos/posición de presentación/ altos/tensos	X						
	Fase de despegue	F14 Fase de soporte	"Libre" (Extremo de la pértiga sin contacto)	X						
		F15 Cuerpo	Recto/ exactamente por debajo de la pértiga	X						
		F16 Brazos	Brazo superior: verticalmente	X						
		G17 Pie de Batida	Perpendicular a la mano de agarre superior	X						
		G18 Pértiga	Inicio de la flexión	X						
		G19 Cuerpo	Maximiza la altura de la batida	X						
		G120 Tronco	Penetración frontal/ rígido	X						
		G121 Brazos	Pasan pasivos hacia atrás y hacia abajo.	X						
		H22 Balanceo de la pierna / talón	Pierna doblada/ Pie cerca del muslo de la pierna libre	X						
			Penetración máxima hasta el comienzo del péndulo	I23 Cabeza	Cerrada al codo doblado del brazo inferior	X				
J24 Brazo superior	Extendido/ Retroversión			X						
I25 Balanceo de la pierna libre	Flexión/ muslo: Bloqueado en posición de despegue.			X						
I26 Pierna de Batida	Bloqueado en la posición de la cadera extendido / largo.			X						
K27 Pierna de batida	Se hace cargo de la función de péndulo largo			X						
K28 Pierna Libre	Flexión/ pasivo/ "mantener"			X						
K29 El brazo inferior	Se extiende haciendo función de pilar (poyo)			X						
	Fase de Péndulo hasta la Máxima curvatura de pértiga			L30 Eje longitudinal	Paralelo con la curvatura de la pértiga	X				
				L31 Brazo superior	Extendido	X				
				L32 Brazo inferior	Función de sostén (pilar)	X				
		L33 Eje de rotación	En la articulación del hombro	X						
		M34 Caderas	Incrementan la flexión	X						
		N35 Espalda	Paralelo con el suelo	X						
		N36 Brazos	El brazo superior: extendido/ Brazo inferior alargado	X						
	I - Fase	O37 Brazo superior	Extendido	X						
		O38 Pies	Verticalmente sobre la cabeza y el brazo superior.	X						
		O39 Piernas	Paralelo/extendido	X						
		P40 Caderas	Elevándose/ ángulo de la cadera se abre activamente	X						
		Q41 Brazo superior	Manteniéndose ampliado	X						
		Q42 Cuerpo	Vertical/ Extendido/Rígido/Se vuelve hacia la pértiga.	X						
	Fase de Inversión a Fase de Impulso a través del listón	R44 Brazo superior	Extendido	X						
		R45 Brazo inferior	Muy flexionado/ Parte superior del brazo: paralelo con el hombro.	X						
		S46 Brazos	Activos empujando la pértiga	X						
		S47 Cuerpo	estirado/rotando/ elevándose intensamente	X						
		T48 Vuelo hacia el listón	Boca abajo/ considerablemente (150°).	X						
		U49 Cuerpo	Formando una herradura o una V	X						
		U50 Punto de culminación	Verticalmente sobre el nivel del listón	X						

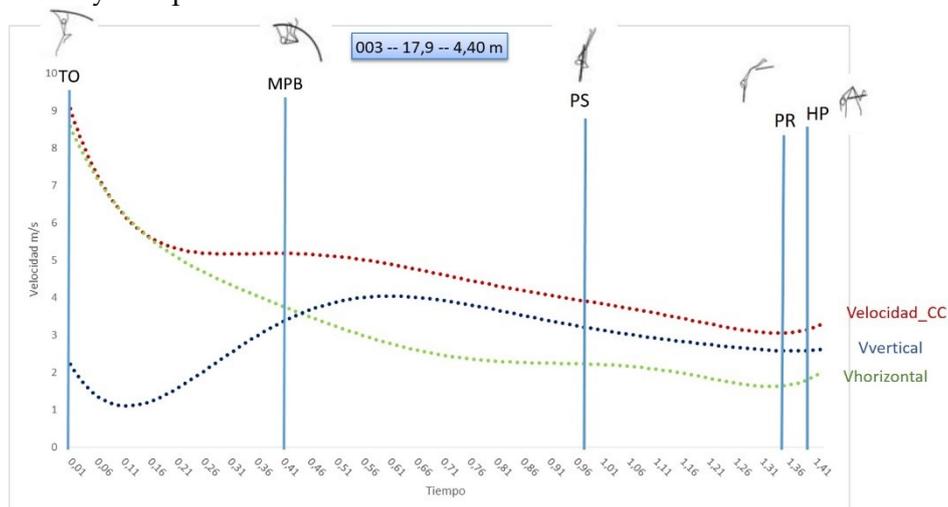
INFORME DEL RENDIMIENTO EN SALTO CON PÉRTIGA

ATLETA 5	003
EDAD	17,9 años
MARCA en la competición	4,40 m

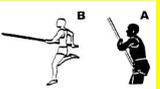
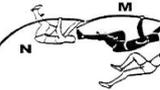
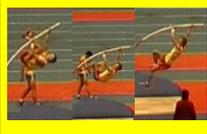
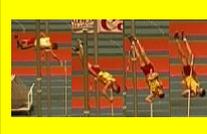
Velocidad de la carrera tomada con el RADAR



Velocidad y componentes del Centro de Caderas en la fase de vuelo



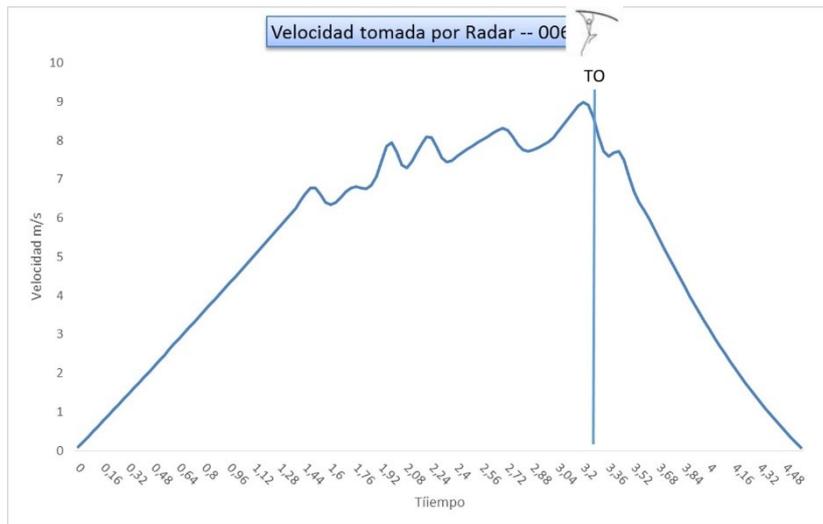
Análisis Técnico

SALTO CON PÉRTIGA	FASE	REFERENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN	+	0	-	SALTO CON PÉRTIGA		
	Camara de Aproximación	A1 Transporte	Al principio: fuerte/ cerca del tronco/ separación mano-SSom	X						
		A2 Postura del brazo	El brazo superior: flexión/ mano en frente del pecho.	X						
		A3 Bajando	Suave hasta la presentación	X						
		A4 Tronco	Tronco recto o levemente inclinado hacia delante y con los hombros pasivos al frente	X						
		A5 Patrón /ritmo	Énfasis en la frecuencia alta.	X						
		A6 Brazos	Flexión	X						
	Fase de Presentación última zancada	C7 Brazo superior	En flexión y subiendo altura el hombro. La mano sube en altura	X						
		C8 Brazo inferior	Extendido/ Horizontal/ sostiene la pértiga	X						
		C9 Apoyo Plantar	Planta completa	X						
		C E10 Brazo superior	Movimiento de extensión vertical	X						
		D11 Pierna de Batida	Conduce a la parte anterior del pie no rígida	X						
		E12 Brazos	Extendidos/ posición de presentación/ altos/ tensos	X						
	Fase de despegue	E13 Tronco/cadera	Ligera inclinación hacia atrás/ altos	X						
		F14 Fase de soporte	"Libre" (Extremo de la pértiga sin contacto)	X						
		F15 Cuerpo	Recto/ exactamente por debajo de la pértiga	X						
		F16 Brazos	Brazo superior: verticalmente	X						
		G17 Pie de Batida	Perpendicular a la mano de agarre superior	X						
		G18 Pértiga	Inicio de la flexión	X						
		G H19 Cuerpo	Maximiza la altura de la batida	X						
		G H20 Tronco	Penetración frontal/ Rígido	X						
		G H21 Brazos	Pasan pasivos hacia atrás y hacia abajo.	X						
		H22 Balanceo de la pierna /talón	Pierna doblada/ Pie cerca del muslo de la pierna libre	X						
	Penetración máxima hasta el comienzo del péndulo	I23 Cabeza	Cerrada al codo doblado del brazo inferior	X						
		I24 Brazo superior	Extendido/ Retroversión	X						
		I25 Balanceo de la pierna libre	Flexión/ muslo: Bloqueado en posición de despegue.	X						
		I26 Pierna de Batida	Bloqueado en la posición de la cadera extendido/ largo.	X						
		K27 Pierna de batida	Se hace cargo de la función de péndulo largo	X						
		K28 Pierna Libre	Flexión/ pasivo/ "mantener"	X						
	Fase de Péndulo hasta la Máxima curvatura de la pértiga	K29 El brazo inferior	Se extiende haciendo función de Píer (apoyo)	X						
		L30 Ojo longitudinal	Paralelo con la curvatura de la pértiga	X						
		L31 Brazo superior	Extendido	X						
		L32 Brazo inferior	Función de sostén (pillar)	X						
		L33 Ojo de rotación	En la articulación del hombro	X						
		M34 Caderas	Incrementan la flexión	X						
		N35 Espalda	Paralelo con el suelo	X						
		N36 Brazos	El brazo superior: extendido/ Brazo inferior alargado	X						
			L-Fase	O37 Brazo superior	Extendido	X				
				O38 Pies	Verticalmente sobre la cabeza y el brazo superior.	X				
O39 Piernas	Paralelo/ extendido			X						
P40 Caderas	Elevándose/ ángulo de la cadera se abre activamente			X						
I-Fase	Q41 Brazo superior			Manteniéndose ampliado	X					
	Q42 Cuerpo			Vertical/ Extendido/Rígido/Se vuelve hacia la pértiga.	X					
	Fase de inversión a Fase de Empuje a Fase de suelta a franquillo de listón	Q43 Brazo inferior	Flexionado/ antebrazo En contacto con el interior de la pértiga.	X						
		R44 Brazo superior	Extendido	X						
		R45 Brazo inferior	Muy flexionado/ Parte superior del brazo: Paralelo con el hombro.	X						
		S46 Brazos	Activos empujando la pértiga	X						
		S47 Cuerpo	Estirado/rotando/ elevándose intensamente	X						
		T48 Vuelo hacia el listón	Boca abajo/ considerablemente [50%]	X						
		U49 Cuerpo	Formando una herradura o una V	X						
		U50 Punto de culminación	Verticalmente sobre el nivel del listón	X						

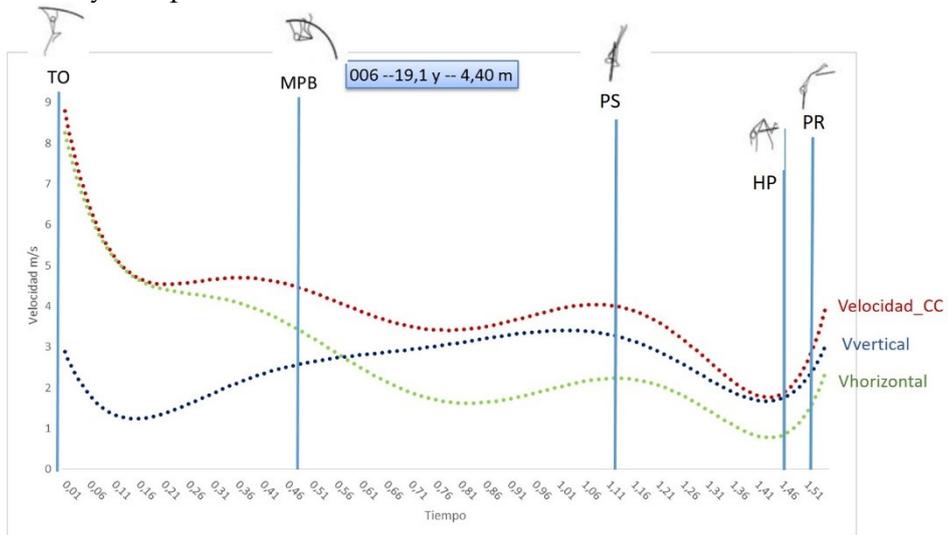
INFORME DEL RENDIMIENTO EN SALTO CON PÉRTIGA

ATLETA 4 006
 EDAD 19,1 años
 MARCA en la competición 4,40 m

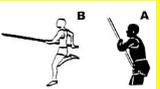
Velocidad de la carrera tomada con el RADAR



Velocidad y componentes del Centro de Caderas en la fase de vuelo



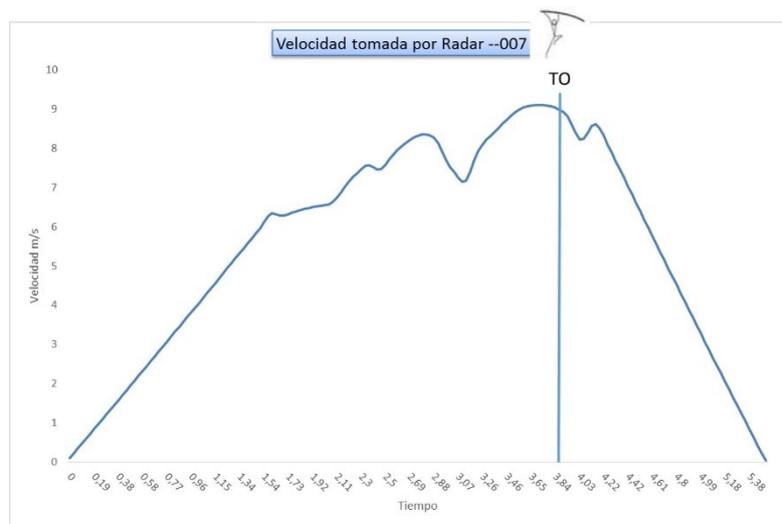
Análisis Técnico

SALTO CON PÉRTIGA	FASE	REFERENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN	+	0	-	SALTO CON PÉRTIGA
	Carrera de Aproximación	A1 Transporte	A1 principio: fuerte/ cerca del tronco; separación manos=55cm	x				
		A2 Postura del brazo	B1 brazo superior: flexión/ mano en frente del pecho.	x				
		A3 Bajando	Suave hasta la presentación	x				
		A4 Tronco	Tronco recto o levemente inclinado hacia delante y con los hombros adelantados al tronco.	x				
		A5 Patrón /ritmo	énfasis en la frecuencia alta.		x			
		A6 Brazos	Flexión		x			
	Fase de Presentación; última zancada	C7 Brazo superior	B1 flexión y subiendo altura el hombro. La mano sube en altura	x				
		C8 Brazo inferior	Estendido/ Horizontal/ sostiene la pértiga		x			
		C9 Apoyo Plantar	Planta completa	x				
		C10 Brazo superior	Movimiento de extensión vertical	x				
		D11 Pierna de Batida	Conduce a la parte anterior del pie no rígida	x				
		E12 Brazos	Estendidos/ posición de presentación; bíceps/senosos		x			
	Fase de despegue	F14 Fase de soporte	"Libre" (Extremo de la pértiga sin contacto)			x		
		F15 Cuerpo	Erecto / exactamente por debajo de la pértiga.	x				
		F16 Brazos	Brazo superior: verticalmente	x				
		G17 Pie de Batida	Perpendicular a la mano de agarre superior		x			
		G18 Pértiga	Inicio de la flexión			x		
		G19 Cuerpo	Maximiza la altura de la batida	x				
	Penetración máxima hasta el comienzo del péndulo	H20 Tronco	Penetración frontal/ Rígido	x				
		H21 Brazos	Pasan pasivos hacia atrás y hacia abajo.	x				
		H22 Balanceo de la pierna / talón	Pierna doblada/ Pie cerca del muslo de la pierna libre			x		
		I23 Cabeza	Cerrada al codo doblado del brazo inferior	x				
		I24 Brazo superior	Estendido/ Retroversión	x				
		I25 Balanceo de la pierna libre	Flexión/ muslo: Bloqueado en posición de despegue.	x				
	Fase de Péndulo hasta la Máxima curvatura de la pértiga	I26 Pierna de Batida	Bloqueado en la posición de la cadera extendido / largo.	x				
		I27 Pierna de batida	Se hace cargo de la función de péndulo largo	x				
		I28 Pierna Libre	Flexión/ pasivo/ "mantener"	x				
		I29 El brazo inferior	Se extiende haciendo función de pivot (apoyo)			x		
		L30 Eje longitudinal	Paralelo con la curvatura de la pértiga	x				
		L31 Brazo superior	Estendido	x				
	L-Fase	L32 Brazo inferior	Función de sostén (pillar)			x		
		L33 Eje de rotación	En la articulación del hombro	x				
		M34 Caderas	Incrementan la flexión	x				
		N35 Espalda	Paralelo con el suelo	x				
		N36 Brazos	B1 brazo superior: extendido/ Brazo inferior alargado			x		
			I-Fase	O37 Brazo superior	Estendido	x		
O38 Pies	Verticalmente sobre la cabeza y el brazo superior.			x				
O39 Piernas	Paralelo/ extendido			x				
P40 Caderas	Evandora/ ángulo de la cadera se abre activamente			x				
Q41 Brazo superior	Manteniéndose ampliado			x				
Q42 Cuerpo	Vertical/ Estendido/Rígido/Se vuelve hacia la pértiga.					x		
	Fase de Inversión a Fase de Empuje a Fase de vuelta a franquero de listón	Q43 Brazo inferior	Flexiona/ ante brazo En contacto con el interior de la pértiga.	x				
		R44 Brazo superior	Estendido	x				
		R45 Brazo inferior	Muy flexionado/ Parte superior del brazo: Paralelo con el hombro.	x				
		S46 Brazos	Activos empujando la pértiga	x				
		S47 Cuerpo	estrado/rotando/ elevándose intensamente	x				
		T48 Vuelo hacia el listón	Boca abajo/ considerablemente (LSO)			x		
		U49 Cuerpo	Formando una herradura o una V	x				
		U50 Punto de culminación	Verticalmente sobre el nivel del listón	x				

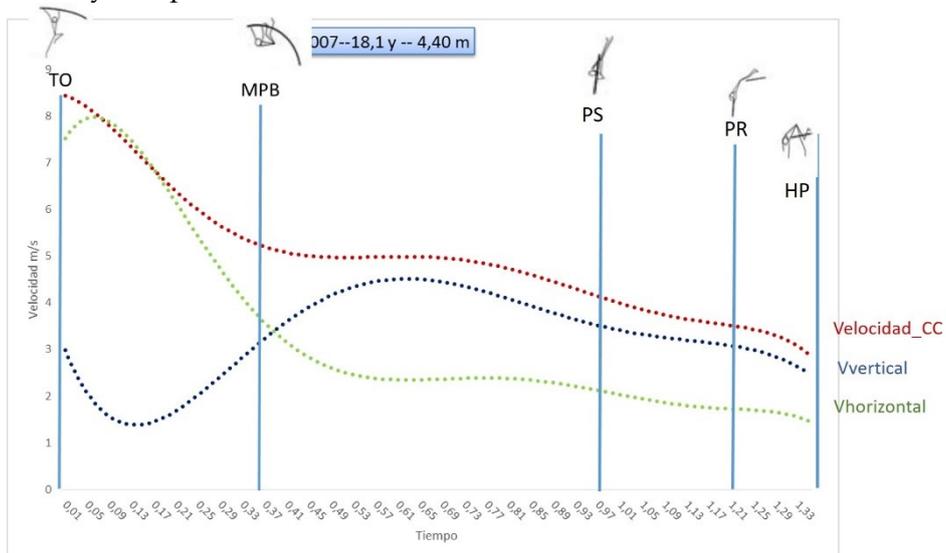
INFORME DEL RENDIMIENTO EN SALTO CON PÉRTIGA

ATLETA 6 007
 EDAD 18,1 años
 MARCA en la competición 4,40 m

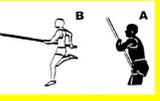
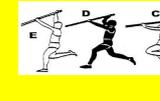
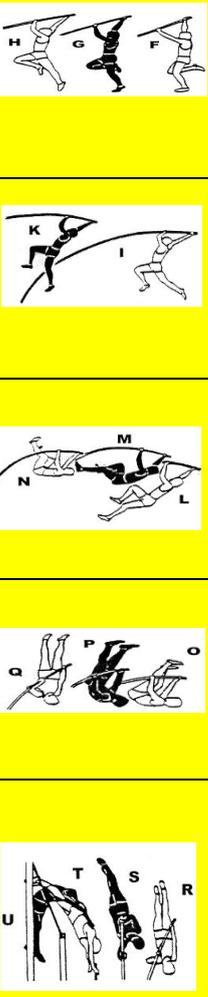
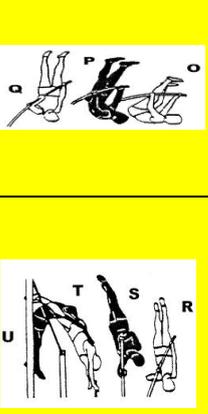
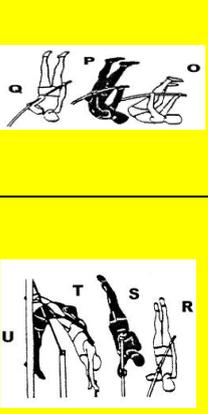
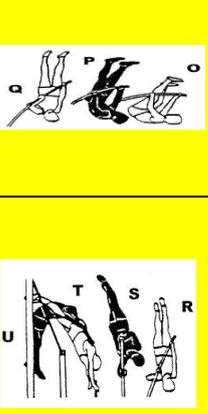
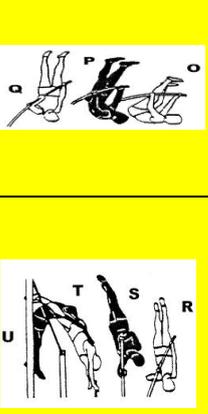
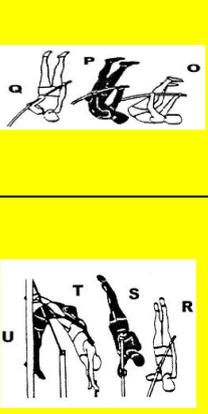
Velocidad de la carrera tomada con el RADAR



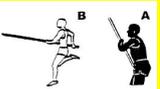
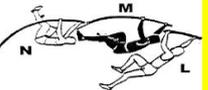
Velocidad y componentes del Centro de Caderas en la fase de vuelo



Análisis Técnico

SALTO CON PERTIGA	FASE	REFERENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN	+	0	-	SALTO CON PERTIGA				
	Carrera de Aproximación	A1 Transporte	Al principio: fuerte/ cerca del tronco, separación manos=55cm	X								
		A2 Postura del brazo	B: brazo superior: flexión/ mano en frente del pecho.	X								
		A3 Bajando	Suave hasta la presentación	X								
		A4 Tronco	Tronco recto o levemente inclinado hacia delante y con los hombros por encima de la línea	X								
		B5 Patrón /ritmo	Énfasis en la frecuencia alta.	X								
		B6 Brazos	Flexión	X								
	Fase de Presentación última zancada	C7 Brazo superior	En flexión y subiendo altura el hombro. La mano suabe en altura	X								
		C8 Brazo inferior	Estendido/Horizontal/ sostiene la pértiga		X							
		C9 Apoyo Plantar	Planta completa	X								
		C E10 Brazo superior	Movimiento de extensión vertical		X							
		D11 Pierna de Batida rígida	Conduce a la parte anterior del pie no rígida	X								
		E12 Brazos	Estendido/ posición de presentación; altos/ tensos			X						
	Fase de despegue	F14 Fase de soporte	"Libre" (Extremo de la pértiga sin contacto)			X						
		F15 Cuerpo	Erecto / exactamente por debajo de la pértiga.			X						
		F16 Brazos	Brazo superior: verticalmente	X								
		G17 Pie de Batida	Perpendicular a la mano de agarre superior			X						
		G18 Pértiga	Inicio de la flexión	X								
		G H19 Cuerpo	Maximiza la altura de la batida			X						
		G H20 Tronco	Penetración frontal/ Rígido			X						
		G H21 Brazos	Pasan pasivos hacia atrás y hacia abajo.	X								
		H22 Balanceo de la pierna / talón	Pierna doblada/ Pie cerca del muslo de la pierna libre	X								
		I23 Cabeza	Cerrada al codo doblado del brazo inferior	X								
		I24 Brazo superior	Estendido/ Retroversión	X								
		I25 Balanceo de la pierna libre	Flexión/ muslo: Bloqueado en posición de despegue.			X						
	Fase de Penetración máxima hasta el comienzo del péndulo.	I26 Pierna de Batida	Bloqueado en la posición de la cadera extendido/ largo	X								
		I27 Pierna de batida	Se hace cargo de la función de péndulo, largo	X								
		I28 Pierna Libre	Flexión/ pasivo/ "mantener"			X						
		I29 El brazo inferior	Se extiende haciendo función de Pilar (apoyo)			X						
		L30 Eje longitudinal	Paralelo con la curvatura de la pértiga			X						
		L31 Brazo superior	Estendido	X								
		L32 Brazo inferior	Función de sostén (giar)			X						
		L33 Eje de rotación	En la articulación del hombro			X						
		M34 Caderas	Incrementan la flexión	X								
		N35 Espalda	Paralelo con el suelo	X								
	Fase de Péndulo hasta la Máxima curvatura de la pértiga	N36 Brazos	El brazo superior: extendido/ Brazo inferior a largado.	X								
		O37 Brazo superior	Estendido			X						
		O38 Pies	Verticalmente sobre la cabeza y el brazo superior.			X						
		O39 Piernas	Paralelo/extendido			X						
		P40 Caderas	Elevándose/ ángulo de la cadera se abre activamente			X						
			I - Fase	Q41 Brazo superior	Manteniéndose ampliado	X						
				Q42 Cuerpo	Vertical/ Extendido/Rígido/Se vuelve hacia la pértiga.				X			
				Q43 Brazo inferior	Flexiona/ do/ antebrazo En contacto con el interior de la pértiga.				X			
					Fase de Inmersión a Fase de Empuje a Fase de vuelta a franqueo de listón	R44 Brazo superior		Estendido				X
						R45 Brazo inferior		May flexionado/ Parte superior del brazo: Paralelo con el hombro.	X			
S46 Brazos	Activos empujando la pértiga					X						
S47 Cuerpo	estirado/rotando/ elevándose intensamente	X										
	Fase de Inmersión a Fase de Empuje a Fase de vuelta a franqueo de listón	T48 Vuelo hacia el listón	Boca abajo/ considerablemente [150%]			X						
		U49 Cuerpo	Formando una herradura o una V	X								
		U50 Punto de culminación	Verticalmente sobre el nivel del listón			X						

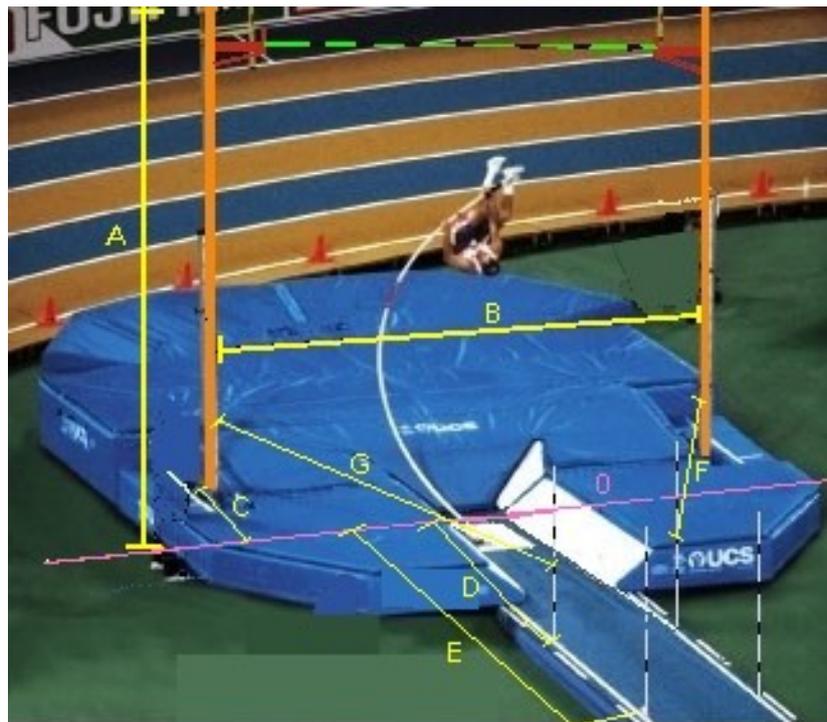
Análisis Técnico

SALTO CON PÉRTIGA	FASE	REFERENCIA	CRITERIO	VALORACIÓN	+	0	-	SALTO CON PÉRTIGA			
	Carrera de Aproximación	A1 Transporte	A1 principio/ fuerte/ cerca del tronco/ separación manos=55cm				X				
		A2 Postura del brazo	B1 brazo superior: flexión/ mano en frente del pecho.				X				
		A3 Bajando	Suave hasta la presentación						X		
		A4 Tronco	Tronco recto o levemente inclinado hacia delante y con los hombros avanzados al frente.		X						
		A5 Patrón /ritmo	énfasis en la frecuencia alta.			X					
		A6 Brazos	Flexión						X		
	Fase de Presentación última zancada	C7 Brazo superior	B1 flexión/ subiendo altura el hombro. La mano sube en altura				X				
		C8 Brazo inferior	Extendido/ Horizontal/ sostiene la pértiga				X				
		C9 Apoyo Plantar	Planta completa		X						
		C E10 Brazo superior	Movimiento de extensión vertical		X						
		D11 Pierna de Batida	Conduce a la parte anterior del pie no rígida		X						
		E12 Brazos	Extendidos/ posición de presentación/ altos/ tensos		X						
	Fase de despegue	F14 Fase de soporte	"Libre" (Extremo de la pértiga sin contacto)				X				
		F15 Cuerpo	Erecto / exactamente por debajo de la pértiga.		X						
		F16 Brazos	Brazo superior: verticalmente		X						
		G17 Pie de Batida	Perpendicular a la mano de agarre superior		X						
		G18 Pértiga	Inicio de la flexión		X						
		G H19 Cuerpo	Maximiza la altura de la batida		X						
		G H20 Tronco	Penetración frontal/ Rígido		X						
		G H21 Brazos	Pasan pasivos hacia atrás y hacia abajo.		X						
		H22 Balanceo de la pierna / talón	Pierna doblada/ Pie cerca del muslo de la pierna libre						X		
			Penetración máxima hasta el comienzo del péndulo	I23 Cabeza	Cerrada al codo doblado del brazo inferior					X	
				I24 Brazo superior	Extendido/ Retroversión					X	
				I25 Balanceo de la pierna libre	Flexión/ muslo: Bloqueado en posición de despegue.						
I26 Pierna de Batida	Bloqueado en la posición de la cadera extendido / largo.							X			
I27 Pierna de batida	Se hace cargo de la función de péndulo rígido							X			
I28 Pierna Libre	Flexión/ pasivo/ "mantener"							X			
I29 B1 brazo inferior	Se extiende haciendo función de pilar (pasivo)				X						
	Fase de Péndulo hasta la Máxima curvatura de la pértiga			L30 Eje longitudinal	Paralelo con la curvatura de la pértiga				X		
		L31 Brazo superior	Extendido				X				
		L32 Brazo inferior	Función de sostén (pilar)				X				
		L33 Eje de rotación	En la articulación del hombro					X			
		M34 Caderas	Incrementan la flexión					X			
		N35 Espalda	Paralelo con el suelo					X			
	I. Fase	O37 Brazo superior	Extendido				X				
		O38 Pies	Verticalmente sobre la cabeza y el brazo superior.				X				
		O39 Piernas	Paralelo/ extendido						X		
		P40 Caderas	Elevándose/ ángulo de la cadera se abre activamente						X		
		I. Fase	Q41 Brazo superior	Manteniéndose ampliado						X	
			Q42 Cuerpo	Vertical/ Extendido/Rígido/Se vuelve hacia la pértiga.						X	
Q43 Brazo inferior	Flexionado/ ante brazo En contacto con el interior de la pértiga.						X				
	Fase de Inversión a Fase de Empuje a Fase de suelta a franqueo de listón.	R44 Brazo superior	Extendido				X				
		R45 Brazo inferior	Muy flexionado/ Parte superior del Brazo: Paralelo con el hombro.						X		
		S46 Brazos	Activos empujando la pértiga						X		
		S47 Cuerpo	estirado/rotando/ elevándose intensamente						X		
		T48 Vuelo hacia el listón	Boca abajo/ considerablemente (LSOF)						X		
		U49 Cuerpo	Formando una herradura o una V						X		
	Fase de culminación	U50 Punto de culminación	Verticalmente sobre el nivel del listón				X				

ANEXO 3: Informe del Marco de calibración copa de España Junior

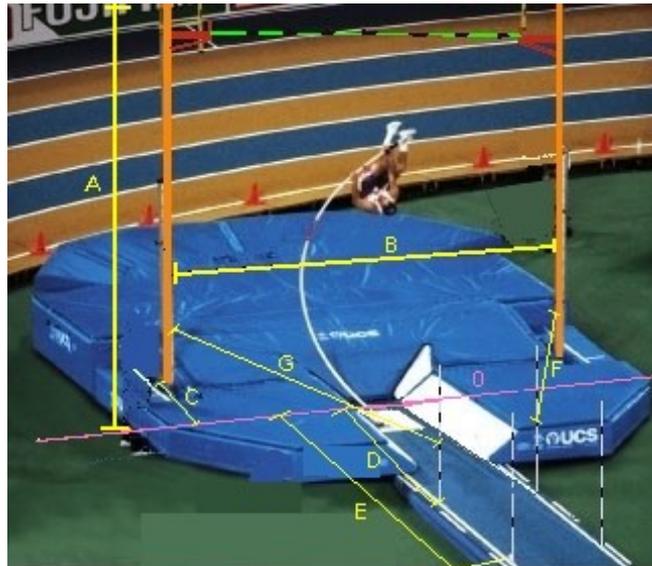
COPA DE ESPAÑA JUNIOR DE PISTA CUBIERTA

VALENCIA 5/02/2005



DISTANCIA	Objeto de referencia	metros	observaciones
	Altura saltómetro	6,345	Medida con el medidor de competición
	Altura plataforma saltómetro	0,105	
A	altura total	6,45	
H	Separación entre calles	1,33	El objeto de referencia se coloca en el extremo externo de la calle
B	Separación interna de los saltómetros a 1,05m	5,53	medida a una altura de 1,05
C	profundidad	0,8	
D	Separación del 0 de la pertiga a la primera referencia	3,5	
E	Separación del 0 de la pertiga a la segunda referencia	7	
G	Del interior del saltómetro izquierdo a la primera referencia izquierda	4,67	Ver dibujo, tomado con cinta métrica a 1,05 de altura, ya que la conchoneta no dejaba realizar esta medida en el suelo
F	Del interior del saltómetro derecho a la primera referencia derecha	4,75	Ver dibujo, tomado con cinta métrica a 1,05 de altura, ya que la conchoneta no dejaba realizar esta medida en el suelo
	Calculo de la desviación del saltómetro		Plomada de diámetro 16 mm medida desde 2,5 m + altura base saltómetro
	saltómetro derecho frontal	36 mm	
	saltómetro derecho posterior	contacta	
	saltómetro derecho externo	23 mm	
	saltómetro derecho interno	18 mm	
	saltómetro izquierdo frontal	41,5 mm	
	saltómetro izquierdo posterior	contacta	
	saltómetro izquierdo externo	23 mm	
	saltómetro izquierdo interno	35 mm	

ANEXO 4: Informe Marco de calibración del Campeonato de España Juvenil
CAMPEONATO DE ESPAÑA JUVENIL DE PISTA CUBIERTA
VALENCIA 12/03/2005



DISTANCIA	Objeto de referencia	metros	observaciones
	Altura saltómetro	6,345	Medida con el medidor de competición
	Altura plataforma saltómetro	0,105	
A	altura total	6,45	
H	Separación entre calles	1,33	El objeto de referencia se coloca en el extremo externo de la calle
C	profundidad	0,8	
B	Separación interna de los saltómetros a 1,05m	5,495	medida a una altura de 1,05
D	Separación del 0 de la pertiga a la primera referencia	3,5	
E	Separación del 0 de la pertiga a la segunda referencia	7	
G	Del interior del saltómetro izquierdo a la primera referencia izquierda	4,81	Ver dibujo, tomado con cinta métrica a 1,05 de altura, ya que la conchoneta no dejaba realizar esta medida en el suelo
F	Del interior del saltómetro derecho a la primera referencia derecha	4,83	Ver dibujo, tomado con cinta métrica a 1,05 de altura, ya que la conchoneta no dejaba realizar esta medida en el suelo
	Calculo de la desviación del saltómetro		Plomada de diámetro 16 mm
	saltómetro derecho frontal	36 mm	
	saltómetro derecho posterior	contacta	
	saltómetro derecho externo	23 mm	
	saltómetro derecho interno	18 mm	
	saltómetro izquierdo frontal	41,5 mm	
	saltómetro izquierdo posterior	contacta	
	saltómetro izquierdo externo	23 mm	
	saltómetro izquierdo interno	35 mm	

