

JORNADAS DE TRABAJO SOBRE TECNIFICACIÓN DEPORTIVA

CEARD de León. 27 y 28 de Octubre de 2011



«**BIOMECÁNICA Y TECNIFICACIÓN**»

Juan García-López*

juan.garcia@unileon.es

**Facultad de Ciencias de la Actividad
Física y del Deporte. Universidad de León*

1-INTRODUCCIÓN

Deportista

BIOMECÁNICA

ESTUDIO DE LA
TÉCNICA



ACTIVIDADES
CÍCLICAS

Valoración de la
condición física



ACTIVIDADES ACÍCLICAS
SIN ADVERSARIO

ESTUDIO DE LOS
MATERIALES



ACTIVIDADES ACÍCLICAS
CON ADVERSARIO

**ALTO RENDIMIENTO
DEPORTIVO**



PERFECCIONAMIENTO



**INICIACIÓN
DEPORTIVA**



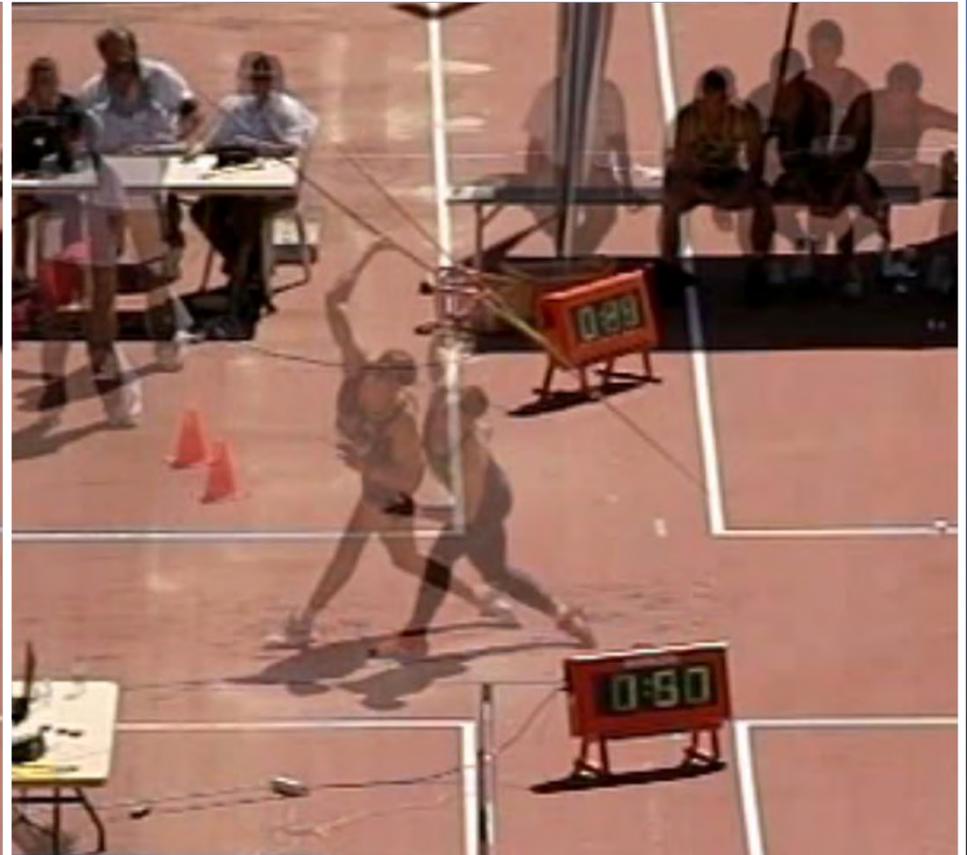
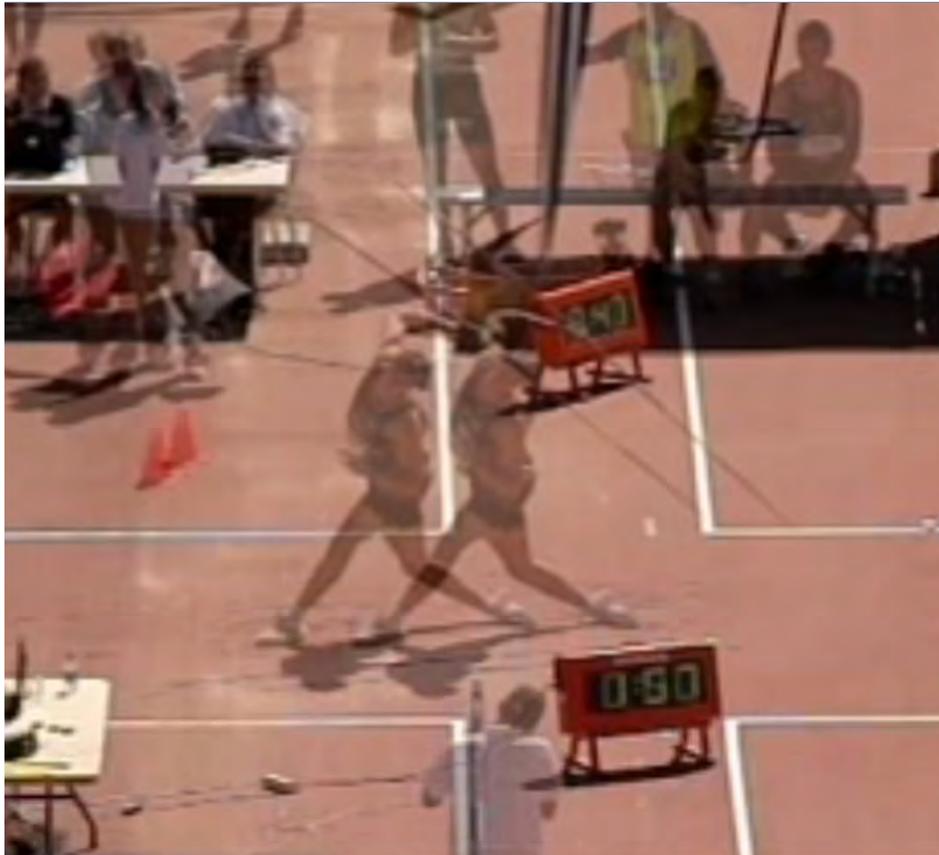
**ETAPAS EN LA VIDA
DE UN DEPORTISTA**

**VARIABILIDAD DE LA
TÉCNICA (Bartlett, 2007)**

ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO

**+ VARIABILIDAD
INTRA-INDIVIDUAL**

**+ VARIABILIDAD
INTER-INDIVIDUAL**



Diploma de Estudios Avanzados (2011): Víctor Rubio Rodríguez

2-APOYO BIOMECÁNICO AL CICLISMO



“Biomecánica del Ciclismo”

Convenio de asesoramiento científico y técnico con el Grupo Deportivo Euskaltel-Euskadi

Duración: 2005-Actualidad

Investigador principal: Dr. Juan García

Colaboradores: J. G. Villa; J.A. Rodríguez; J.C. Morante



DISEÑO Y APLICACIÓN DE UN MODELO BIOMECÁNICO PARA EL ANÁLISIS TÉCNICO DEL PEDALEO EN CICLISTAS DE RUTA



RESOLUCIÓN de 10 de enero de 2007, de la Presidencia del Consejo Superior de Deportes, por la que se publica la convocatoria de ayudas a las universidades públicas y privadas y entidades públicas para la realización de proyectos de apoyo científico y tecnológico al deporte, estudios e informes de interés deportivo y otras acciones de promoción y difusión de la investigación deportiva para el año 2007.



VALIDACIÓN Y APLICACIÓN DE UN TEST BIOMECÁNICO DE CAMPO PARA VALORAR LA RESISTENCIA AERODINÁMICA EN CICLISTAS



RESOLUCIÓN de 17 de enero de 2008, de la Presidencia del Consejo Superior de Deportes, por la que se publica la convocatoria de ayudas a las universidades públicas y privadas y entidades públicas para la realización de proyectos de apoyo científico y tecnológico al deporte, estudios e informes de interés deportivo y otras acciones de promoción y difusión de la investigación deportiva para el año 2008.



OBJETIVOS

```
graph LR; A[OBJETIVOS] --- B[Mejora de rendimiento]; A --- C[Prevención de lesiones]; B --- D[Bicicleta de ruta]; B --- E[Bicicleta de CRI]; C --- F[Bicicleta de ruta]; C --- G[Bicicleta de CRI]
```

Mejora de
rendimiento

Bicicleta
de ruta

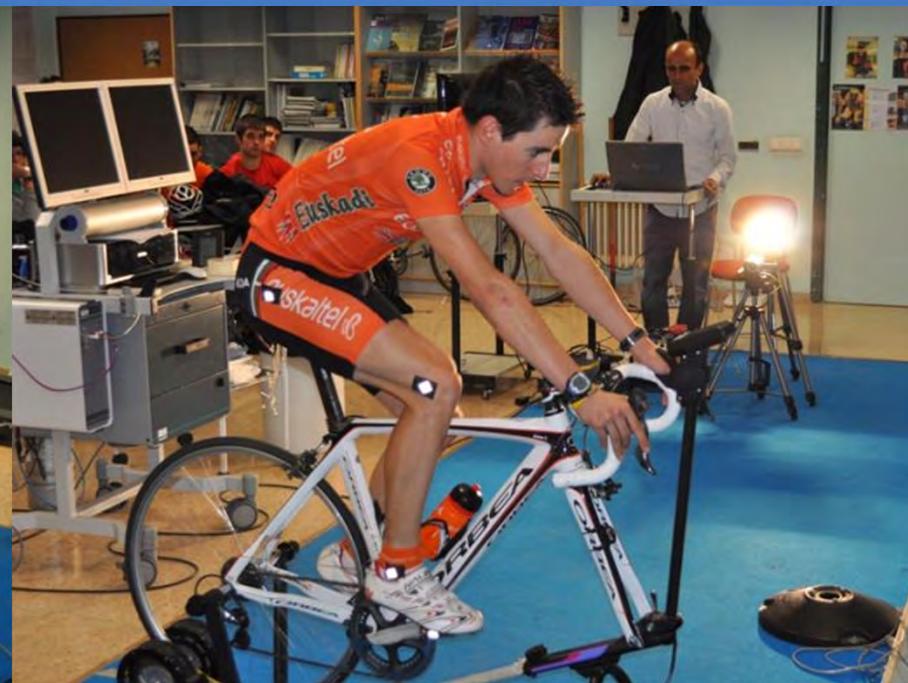
Bicicleta
de CRI

Prevención
de lesiones

Bicicleta
de ruta

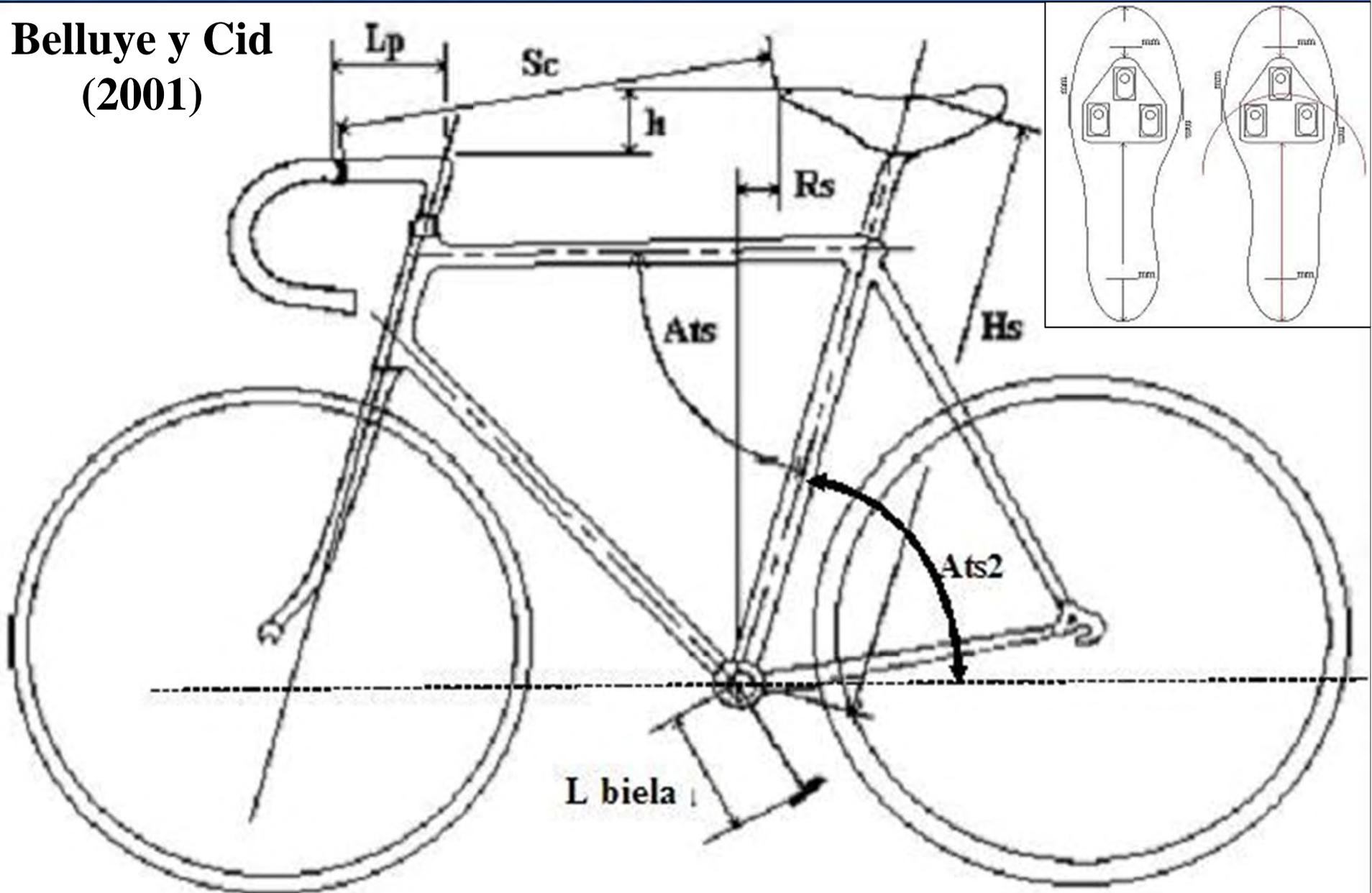
Bicicleta
de CRI

POSICIONAMIENTO EN LA BICI DE RUTA



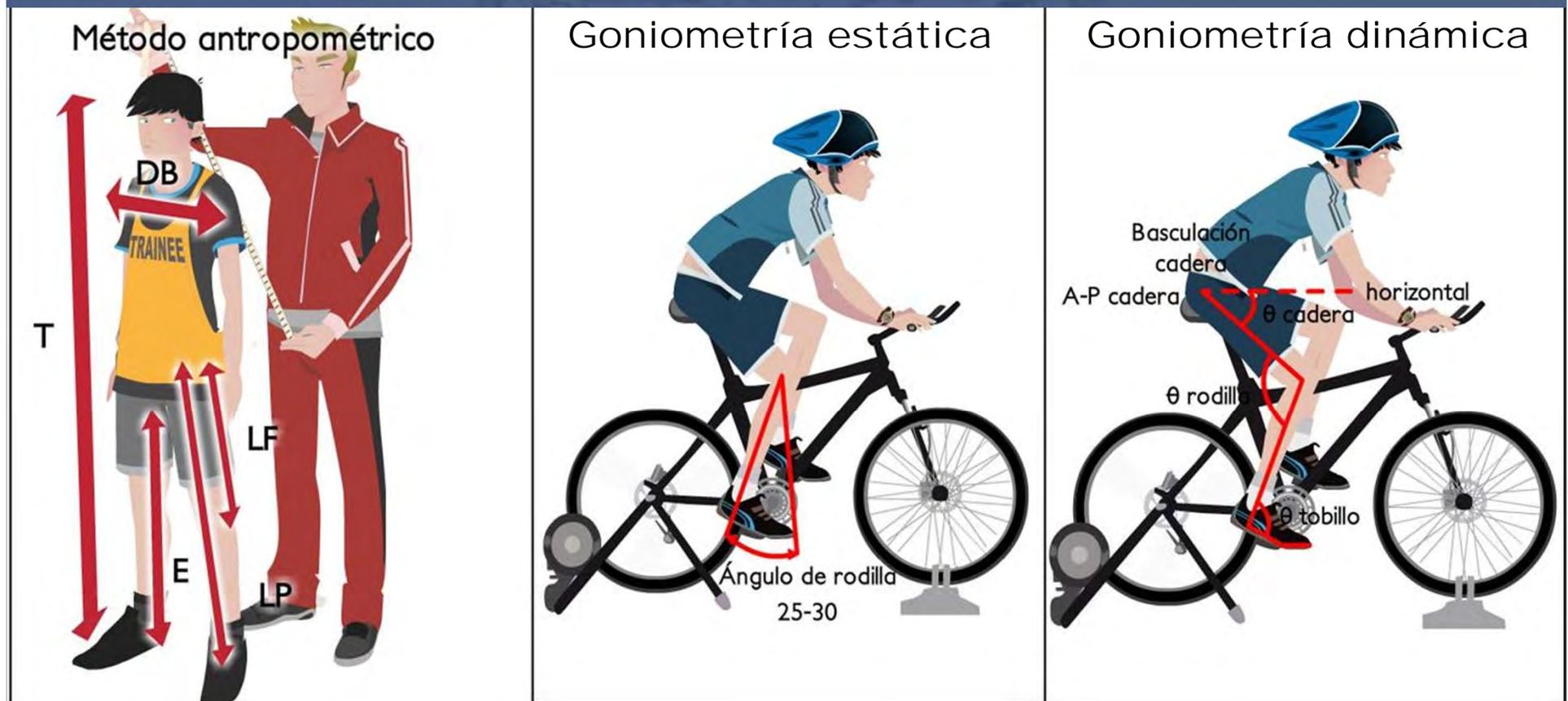
✓ *Ajuste de sus zapatillas y de las medidas básicas de su bicicleta*

**Belluye y Cid
(2001)**



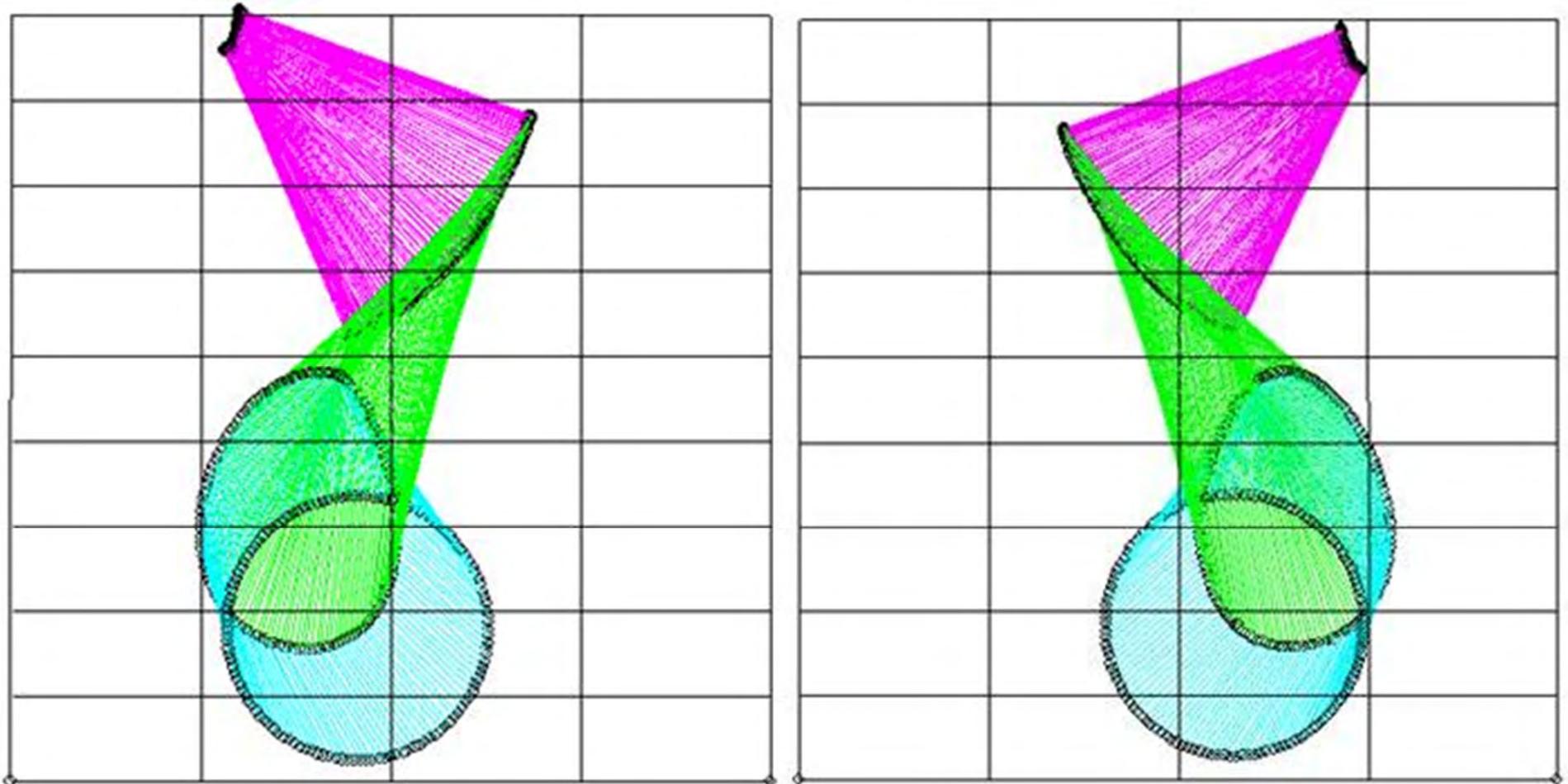
✓ *Métodos de determinación de la altura del sillín (Bini et al., 2011):*

- *Antropométrico (Vey Mestdagh, 1998; Belluye y Cid, 2001; Silberman et al., 2005), para <5000 km/año y <2-3 horas/día.*
- *Goniometría estática (Burke, 2002; Peveler et al., 2007 y 2008).*
- *Goniometría dinámica (García-López, 2009; Ferrer-Roca et al., 2011).*

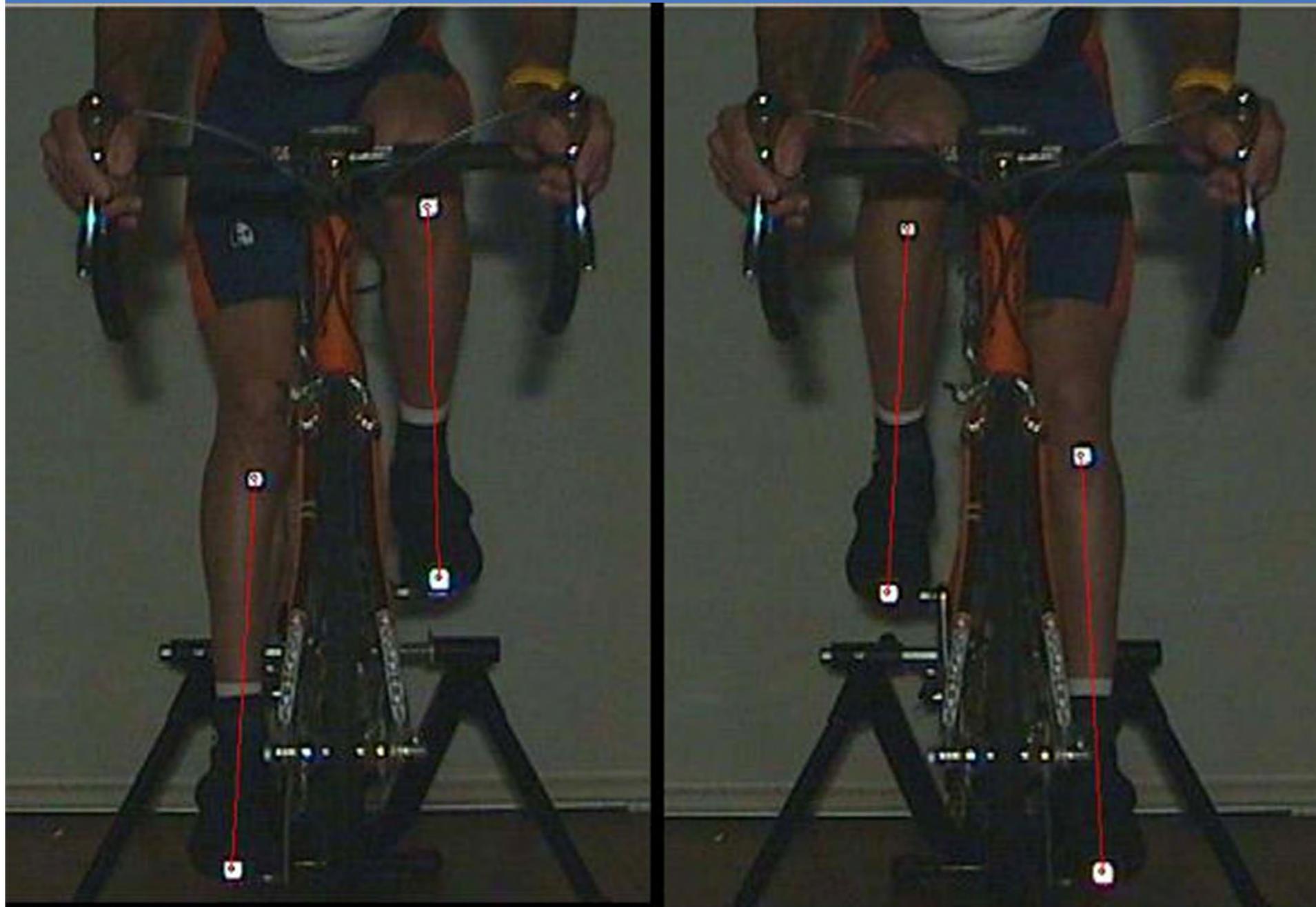


☑ *Método de goniometría dinámica para determinar otras variables:*

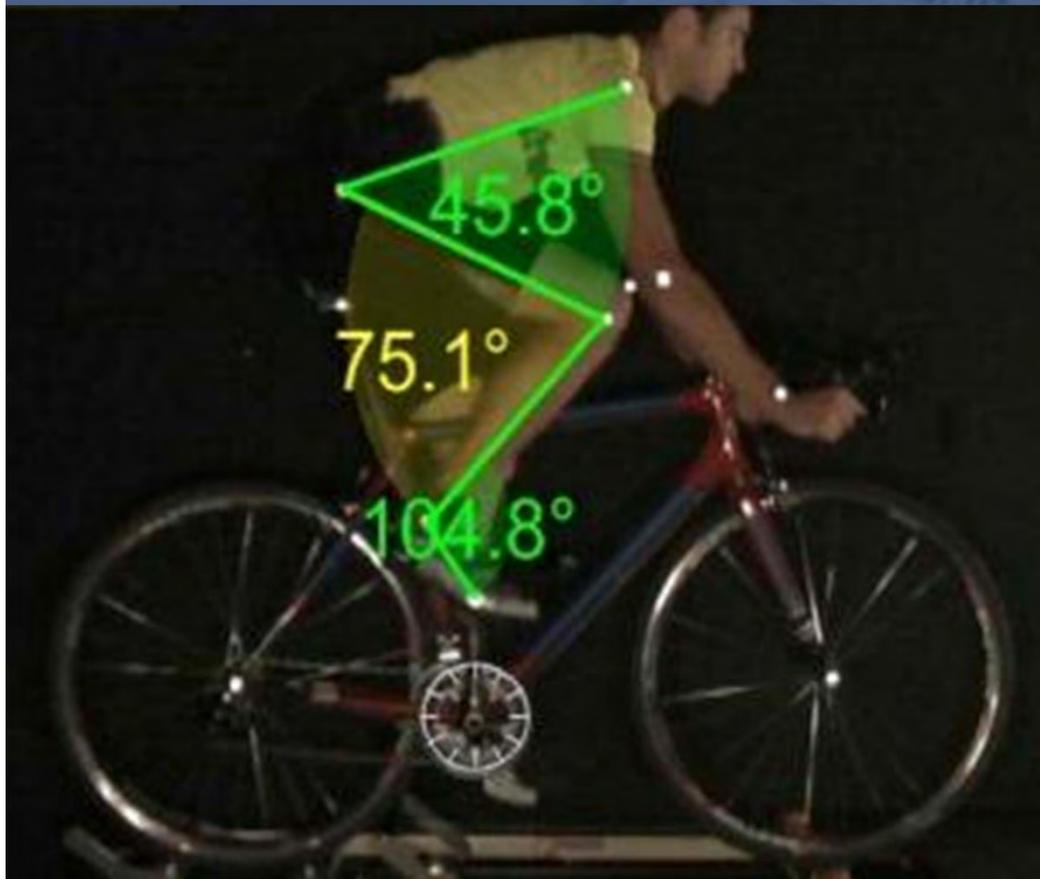
- *Comportamiento cinemático diferencial derecha/izquierda.*
- *Comportamiento cinemático de tobillo y cadera.*
- *Movimiento de ambas rodillas en el plano frontal.*



**Aconsejable el uso de análisis 3D en este plano.*



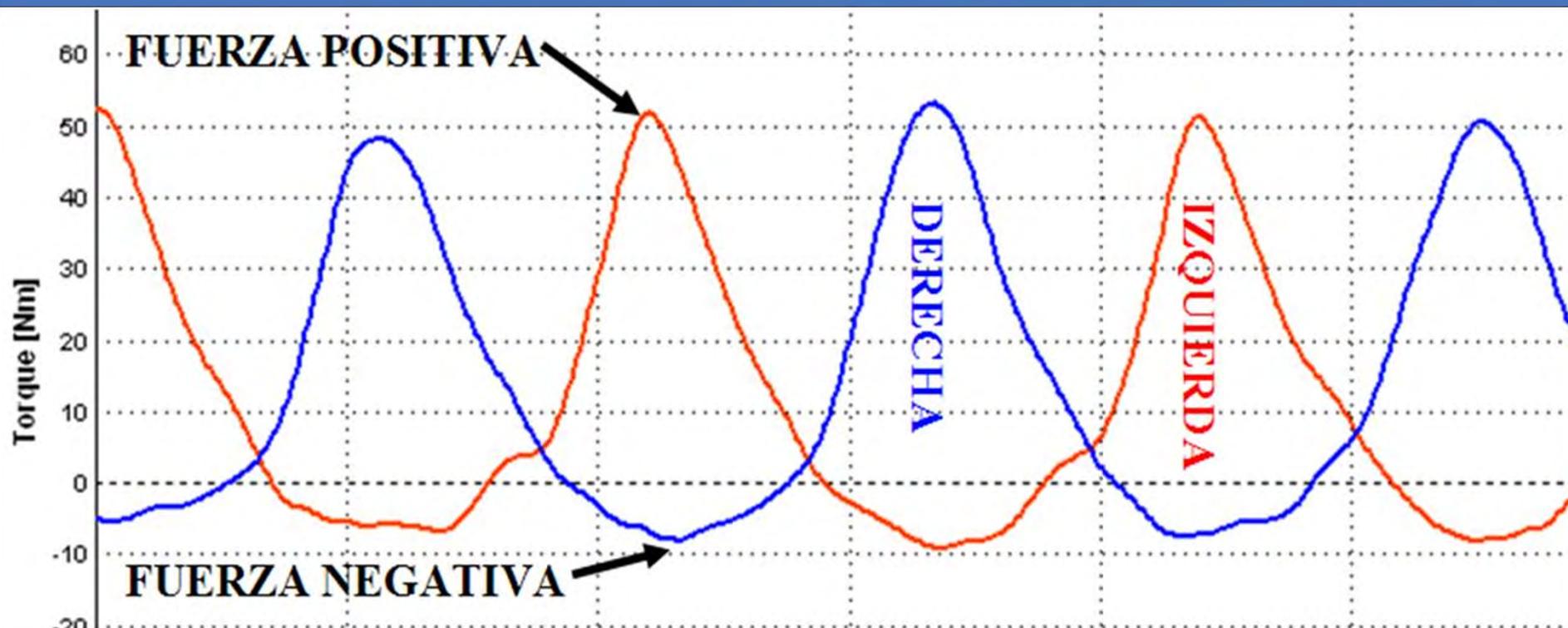
- ✓ *Método de goniometría dinámica para determinar otras variables:*
 - *Ajuste del tronco y los brazos («h» y «Sc»). 30° en agarre bajo y 45° en agarre de las manetas (Vey Mestdagh, 1998; Silberman et al., 2005).*
- ✓ *Inconvenientes (tecnología) y ventajas (free software) del método.*
- ✓ *OTROS MÉTODOS (EMG, cinética...) deben ser complementarios.*



✓ *Análisis biomecánico completo: CINEMÁTICA + CINÉTICA*



- *1-Medir la fuerza aplicada con ambas piernas por separado.*
 - ✓ *Déficit de técnica en cualquiera de las dos piernas.*

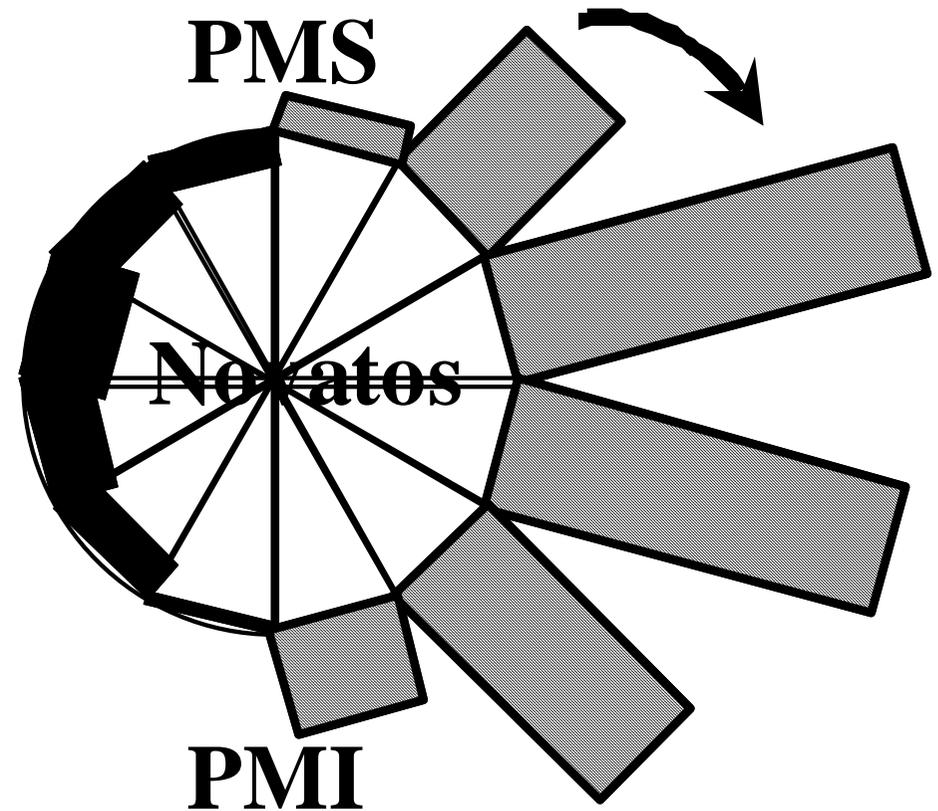
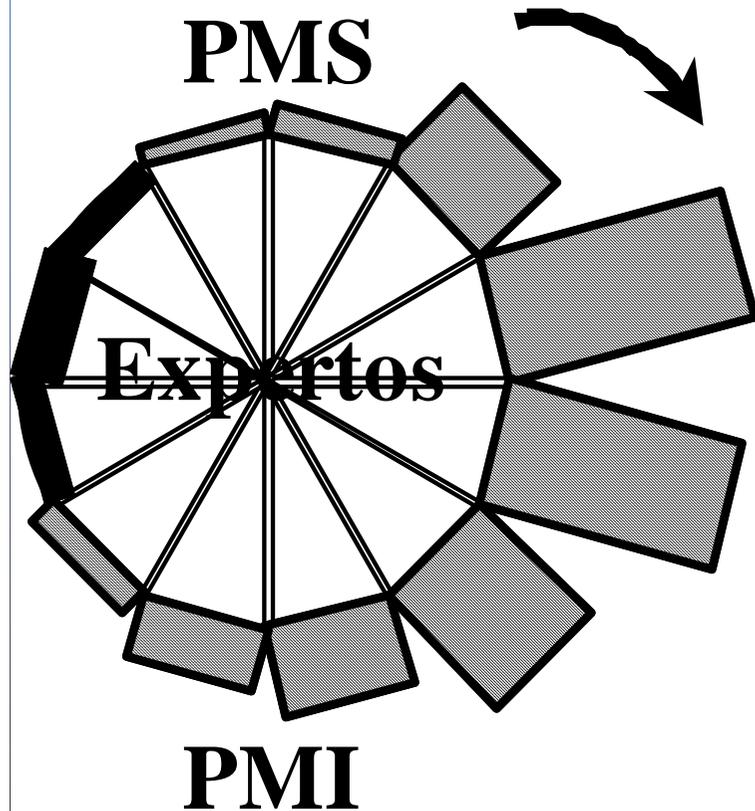


- ✓ *Déficit de fuerza en cualquiera de las dos piernas.*

PRUEBA MEDIDAS ORIGINALES 250 W

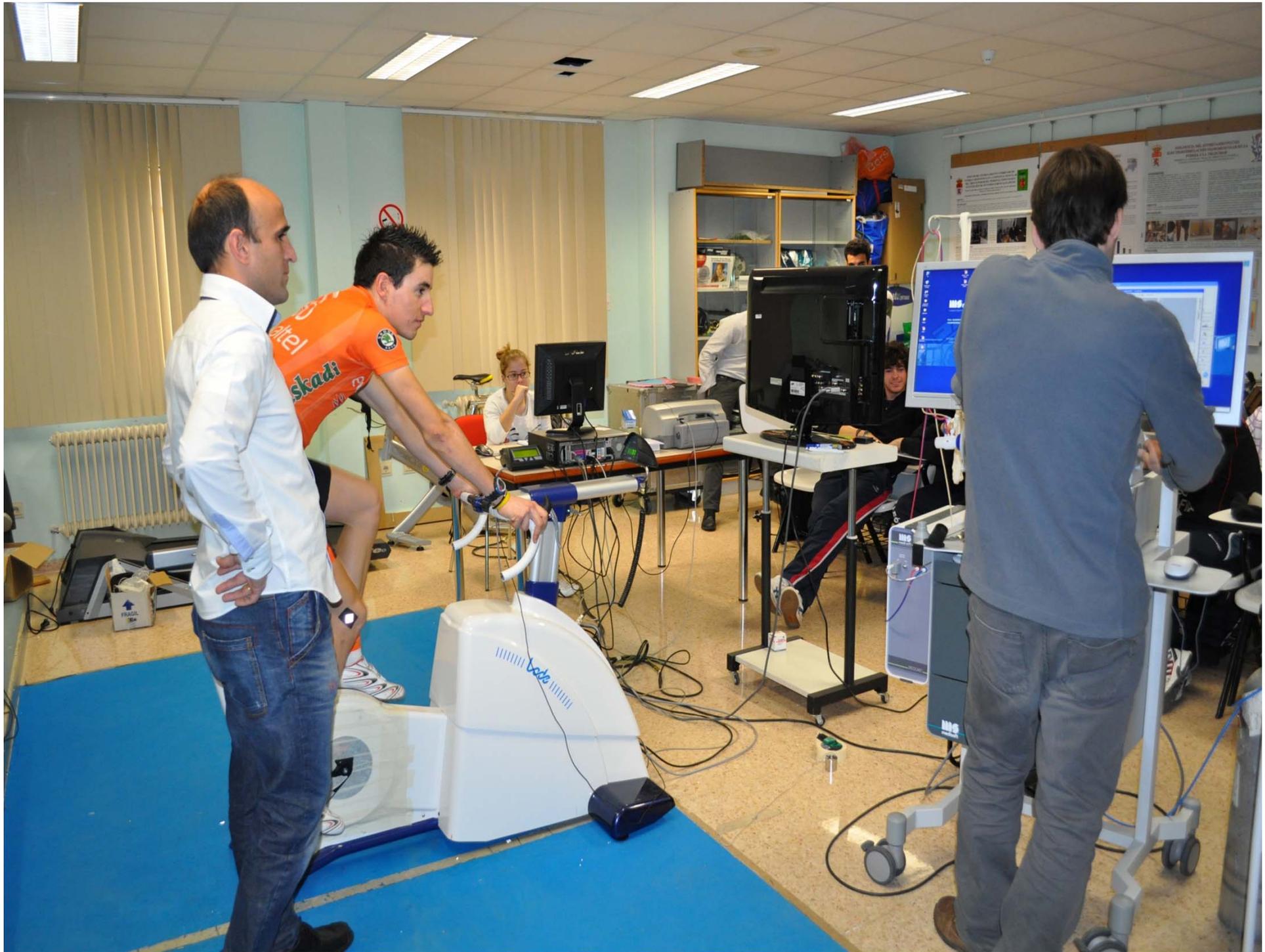
	Izq.	Der.		Izq.	Der.	
RATIO (%) [50 ± 2.5 %]	45,7	54,3	TORQUE	Máximo [< 54]	56,2	61,4
EFICIENCIA (%) [± 80 %]	81,5			Mínimo [< 11]	-10,4	-12,2
CADENCIA	92,2		ANGULO APLICACIÓN FUERZA (°)	282	96	

- *2-Medir la eficiencia mecánica del pedaleo.*
 - ✓ *Eficiencia mecánica de pedaleo (Impulsos positivo/total).*



- *3-Entrenamiento técnico o feedback biomecánico.*

Ratio L/R (%):	43.84	56.16	→ Sin feedback
Ratio L/R (%):	46.48	53.52	→ Con feedback

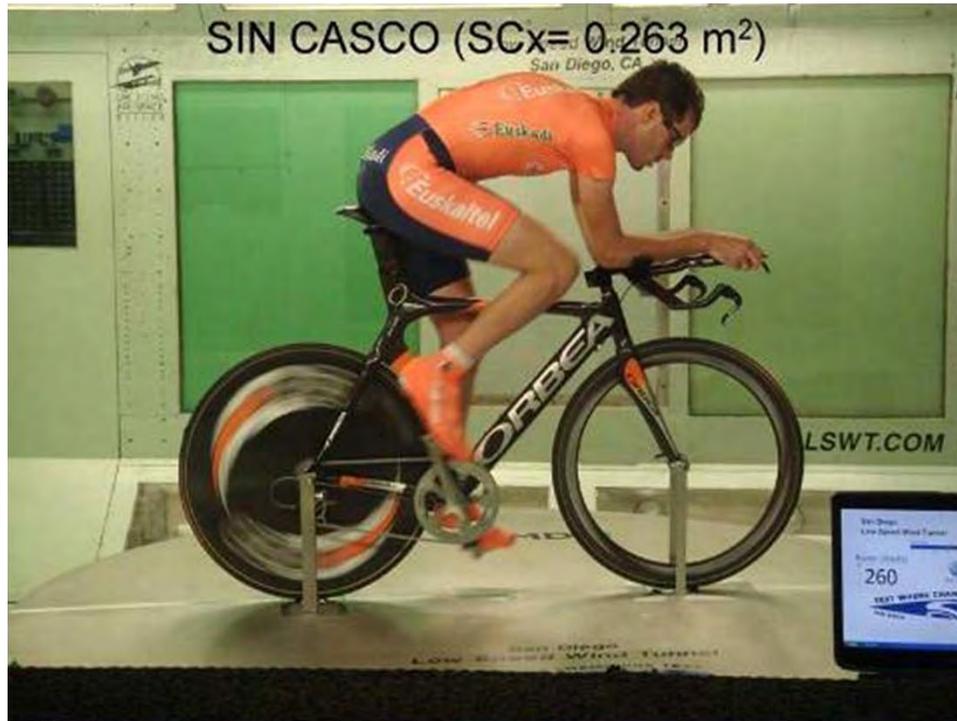




POSICIONAMIENTO EN LA BICI DE CONTRARRELOJ



SIN CASCO ($SCx= 0.263 \text{ m}^2$)



CASCO CORTO ($SCx= 0.256 \text{ m}^2$)



CASCO LARGO ($SCx= 0.253 \text{ m}^2$)



CASCO CORTO, -3 cm acople ($SCx= 0.241 \text{ m}^2$)



PROTOCOLO DE VALORACIÓN EN VELÓDROMO

1ª PRUEBA PROGRESIVA:

7 series de 4', de 30-48 km/h,
aumento de 3 km/h cada serie

2ª PRUEBA ESTABLE:

7 series de 11 vueltas a 45 km/h,
cambiando la postura del ciclista

Medición y corrección de la potencia hasta obtener el S·Cx



ESTIMACIÓN DEL RENDIMIENTO EN UNA PRUEBA CONTRARRELOJ

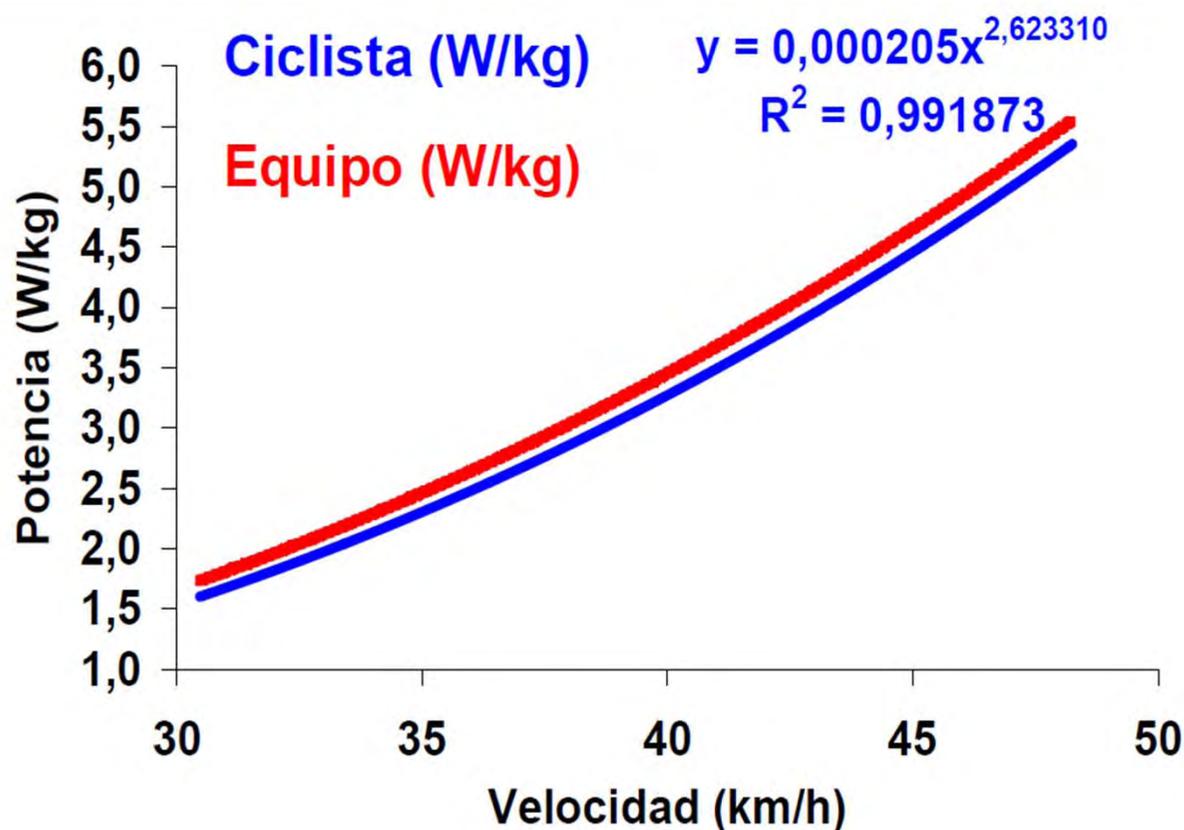
$y = \text{Potencia (W/kg)}$ 5,5
 $a = \text{constante}$ 0,000205
 $b = \text{exponente}$ 2,623310

Ciclista (km/h) 48,77

Equipo (km/h) 48,09

Diferencia de tiempos*
Ciclista - Equipo en 1 km (s) -1,04

*Valores negativos es ganar tiempo y viceversa



GEOMETRIA DE LA BICICLETA (cm) Sillín 79,0 Retroceso 4,5 Drop 13,5 Reach 76,3

TESTS REALIZADOS A 45 Km/h

	Potencia	Velocidad	SCx	Ahorro (W)	Ahorro (s)	Lactato	RPE
Posición de referencia 1	339,7	45,74	0,255	ref.	ref.	1,6	1,0
Posición de referencia 2	337,3	45,79	0,253	ref.	ref.	1,8	1,0
PB + Reach 5 cm	328,2	45,52	0,250	-9,2	-1,1	1,7	3,0
PB - Reach 3 cm	345,9	45,64	0,262	11,0	2,2	1,8	2,0
PB - Drop 2 cm	314,9	45,85	0,233	-35,2	-5,4	1,9	4,0
PB - Drop 2 cm + Reach 5 cm	316,6	45,69	0,237	-28,9	-4,4	2,3	7,0
PB - Drop 4.5 cm	305,3	45,42	0,232	-36,9	-5,7	2,4	8,0
PB - Drop 2 cm codos dentro	320,8	45,71	0,240	-24,0	-3,6	2,0	6,0

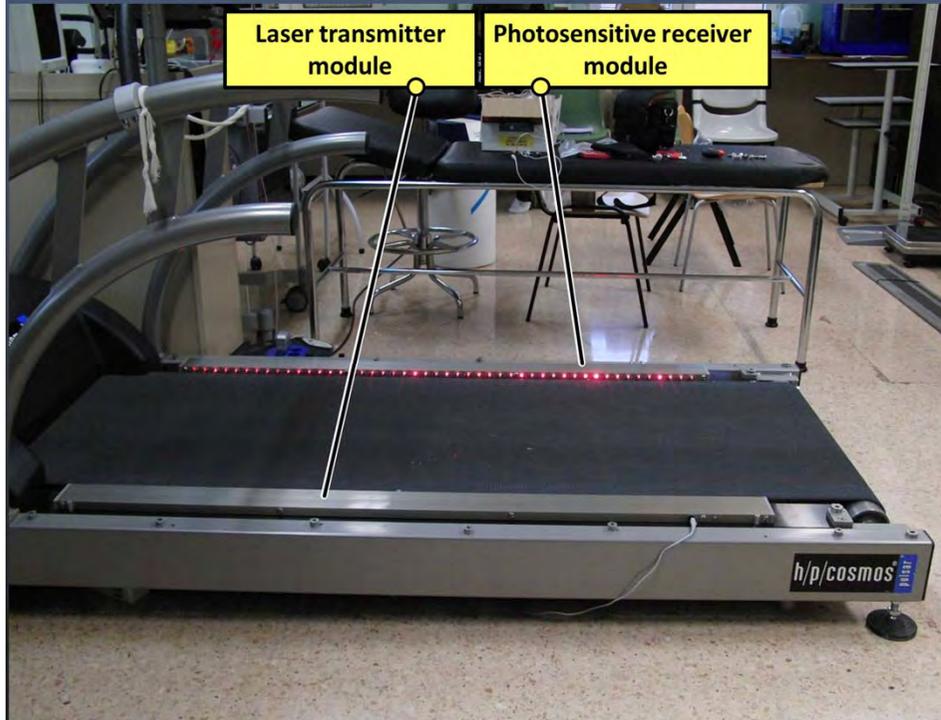
RESULTADO FINAL SCx Mínimo 0,232 SCx/kg 0,003228 Valoración MUY BUENA

3-APOYO BIOMECÁNICO AL FONDO Y MEDIO-FONDO

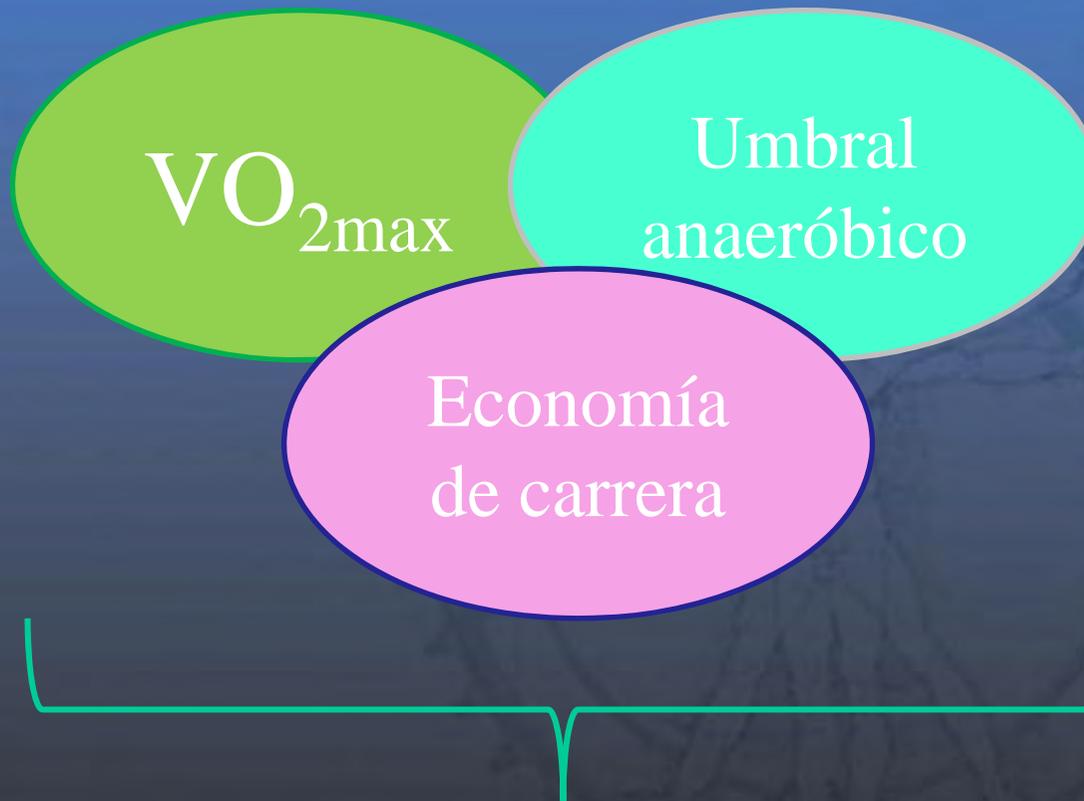
VALIDACIÓN Y APLICACIÓN DE UNA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN BIOMECÁNICA DE LA CARRERA EN ATLETAS DE FONDO Y MEDIO-FONDO



Resolución de 4 de agosto de 2010, de la Presidencia del Consejo Superior de Deportes, por la que se publica la convocatoria de ayudas a universidades, entidades públicas y entidades sin ánimo de lucro, para la realización de proyectos de investigación, estudios, organización de actos científicos y publicaciones periódicas en áreas de interés deportivo para el año 2011.

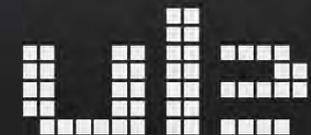


FACTORES FÍSICOS DEL RENDIMIENTO EN LAS CARRERAS DE FONDO Y MEDIO FONDO



Basset y Howley (2000)
Foster y Lucía (2007)
Lucia et al. (2006)
Weston (2000)

*Trabajo Fin de Máster (2011):
Ana Ogueta-Alday*



FACTORES QUE CONDICIONAN LA ECONOMÍA DE CARRERA EN FONDO Y MEDIO-FONDO



La relación Biomecánica-Economía y/o Biomecánica-Rendimiento en estas disciplinas es todavía difusa

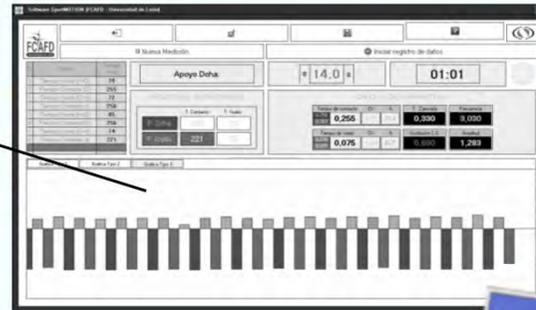


FASE DE VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA

New method

Gold standard method

Software
Sport-Bio-Running®



Contact laser platform
SportJump System Pro®

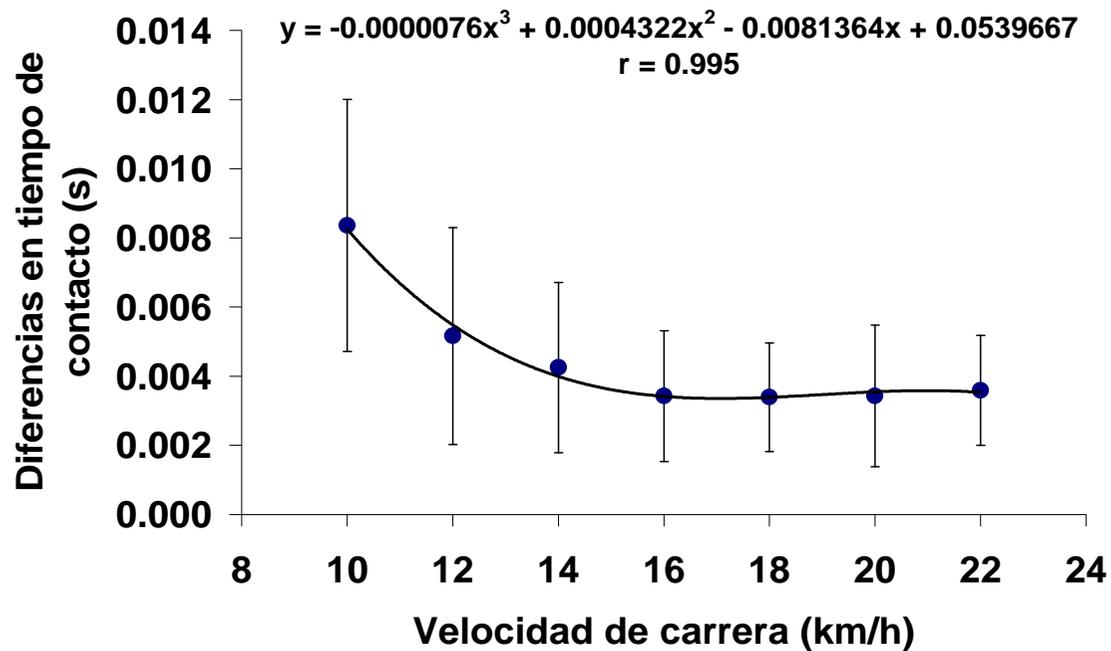
Initial contact



Final contact



High-Speed video camera



La herramienta sobrestima el tiempo de apoyo, lo que está en consonancia con los resultados de estudios previos de investigación (Viitasalo et al., 1997; Gullstrand et al., 2009)

Velocidad (km/h)	Tiempo de contacto (s)		Tiempo de vuelo (s)	
	Talonadores	Planta entera + antepié	Talonadores	Planta entera + antepié
10	0.290±0.025	0.267±0.018	0.086±0.029	0.103±0.017
12	0.265±0.019	0.243±0.015*#	0.102±0.025	0.122±0.018&
14	0.244±0.017	0.224±0.012*#	0.108±0.019	0.129±0.019&
16	0.226±0.015	0.207±0.009*#	0.113±0.016	0.138±0.016*&
18	0.209±0.013	0.192±0.007*#	0.118±0.016	0.142±0.016*&
20	0.190±0.011	0.177±0.005*#	0.125±0.018	0.149±0.015*&
22	0.174±0.010	0.165±0.005#	0.131±0.014	0.144±0.008

Capacidad de detectar pequeñas diferencias en tiempo de contacto (Hasegawa et al., 2007)

FASE DE APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA

10 corredores aficionados (33.8 ± 6.8 años, 75.5 ± 8.2 kg, 1.78 ± 0.08 m): 1h19min13s – 1h57min



Variables fisiológicas

VO_{2max} , Umbral, EC y VO_{2max}/EC

Variables biomecánicas

Amplitud y frecuencia de zancada

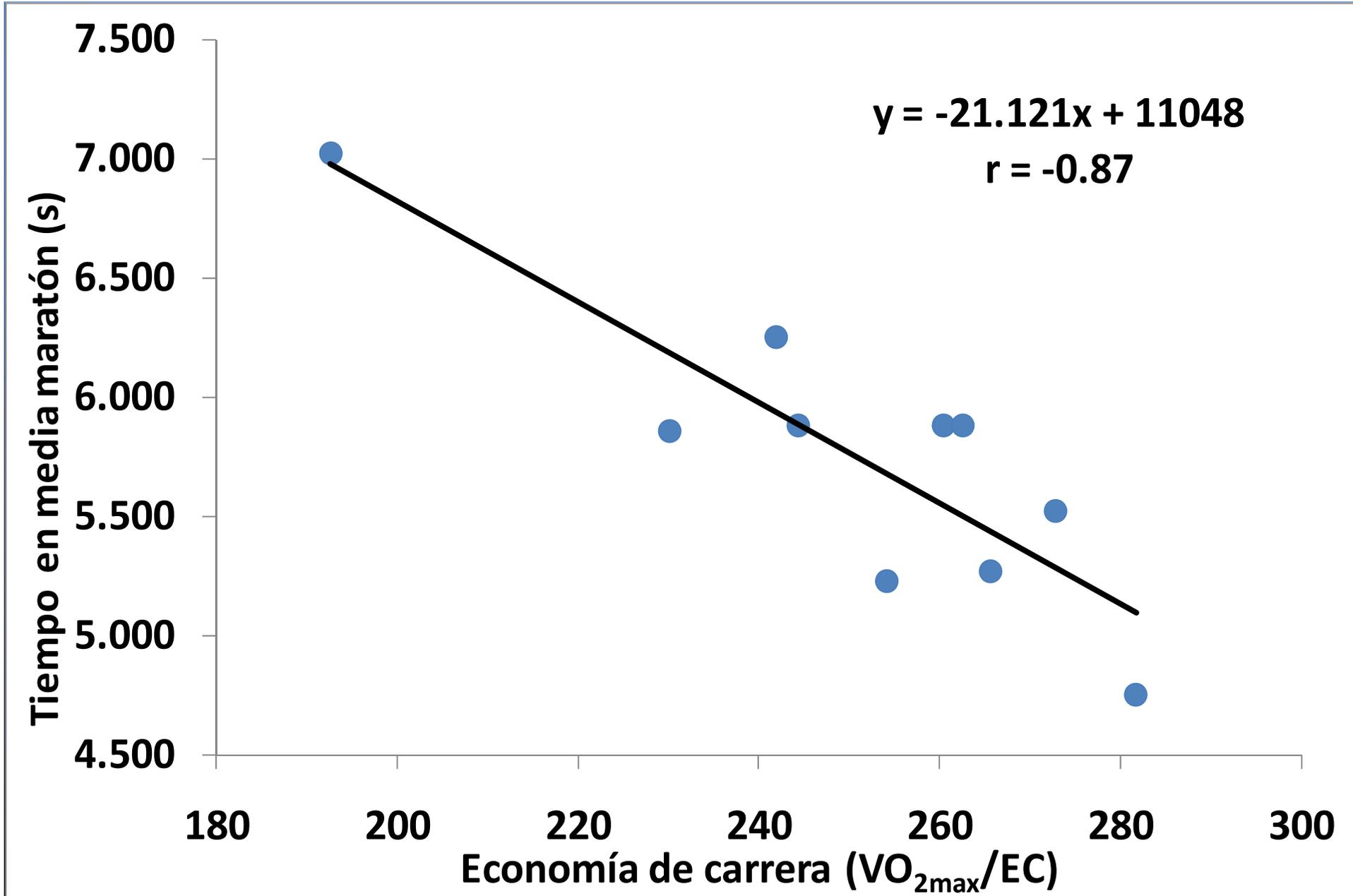
Tiempo de contacto y “duty cycle”

Leg stiffness



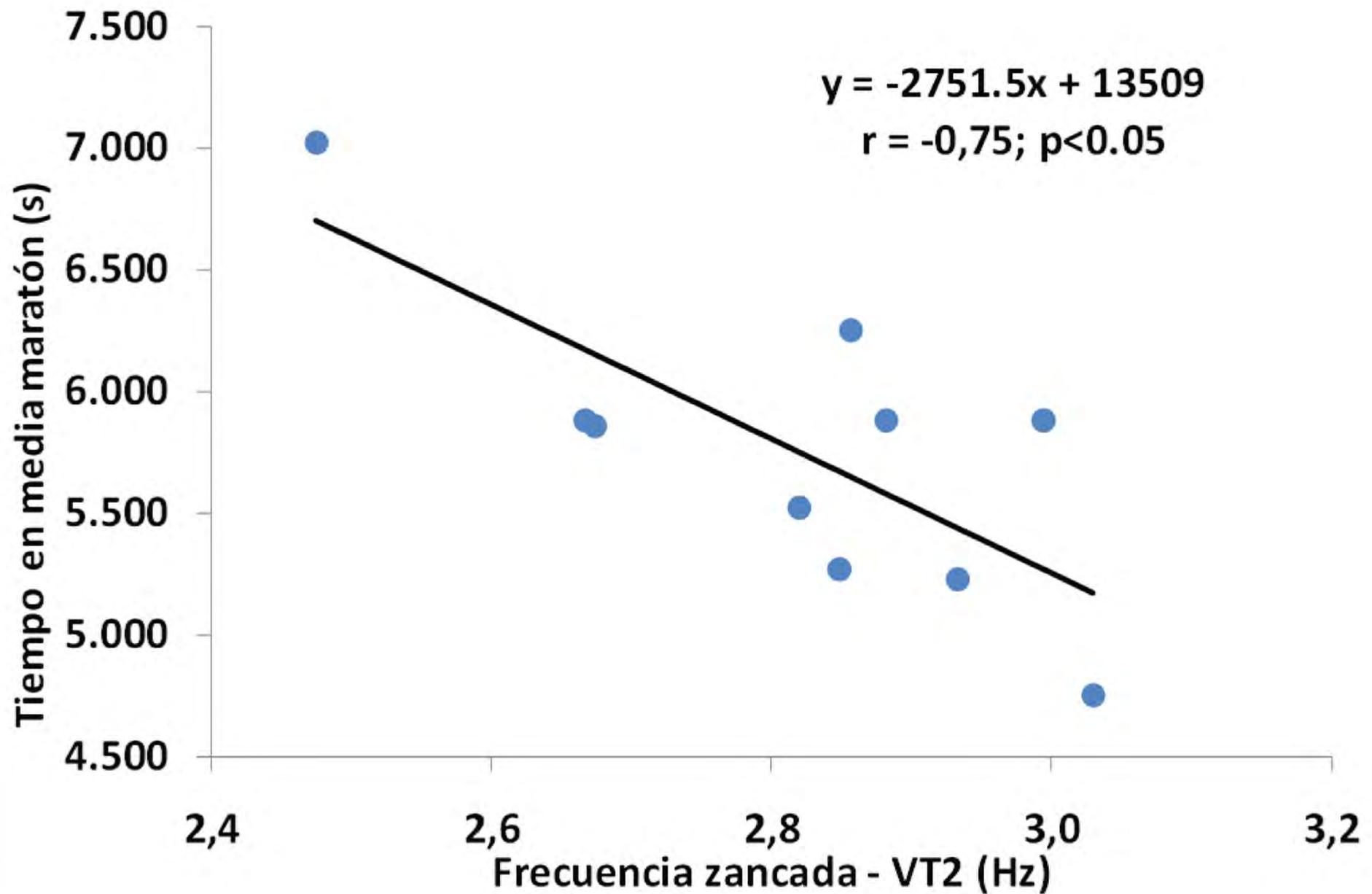
- Antropometría
- Batería de saltos
- Prueba de economía de carrera

- Prueba de esfuerzo



Storen et al. (2011)



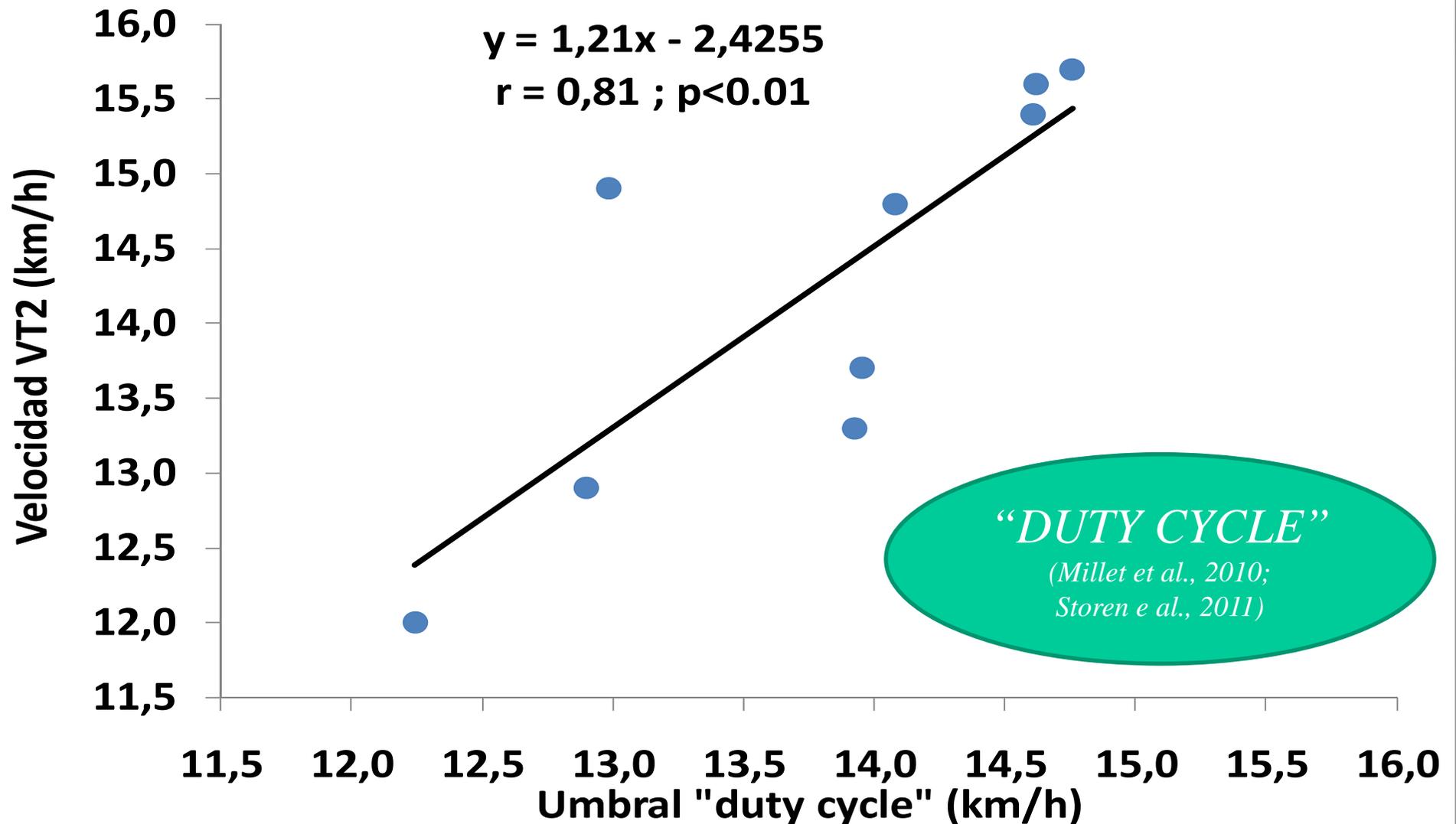


Cavanagh y Williams (1982), Morgan et al. (1994)



	Umbral Matemático		
	<i>TC</i>	<i>Fr</i>	<i>A</i>
Umbral Ventilatorio	0.74	0.50	0.79
<i>p</i>	*	0.17	**

Tomakidis y Léger
(1987)



SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA



Resolución de 27 de julio de 2011, de la Presidencia del Consejo Superior de Deportes, por la que se convocan ayudas a universidades, entidades públicas y entidades sin ánimo de lucro, para la realización de proyectos de investigación, estudios, organización de actos científicos y publicaciones periódicas en áreas de interés deportivo para el año 2012.



4-APOYO BIOMECÁNICO A LA VELOCIDAD Y SALTOS

PATENTE = 1



TÍTULO: Sistema telemétrico de cronometraje con fotocélulas láser.
MODALIDAD: Modelo de Utilidad
INVENTORES: Morante, J.C.; de Paz, M.; García- López, J.; Redondo, J.C.
NÚMERO DE SOLICITUD: U200301059
SITUACIÓN: DSD (B-24377020)

REGISTRO DE ACCESORIOS = 1



TÍTULO: SportSPEED
AUTORES: García-López, J.;
Morante, J.C.
TIPO: Programa de ordenador
REGISTRO N°: 2000/24/24505
FECHA/HORA: 19/02/02 (11:00)
N° INSCRIPCIÓN: 00/2001/335

PRUEBAS DE VELOCIDAD

Tiempo real electrónico 30 y 60 m. Aceleración y V. Máx. 10 m (doble haz).



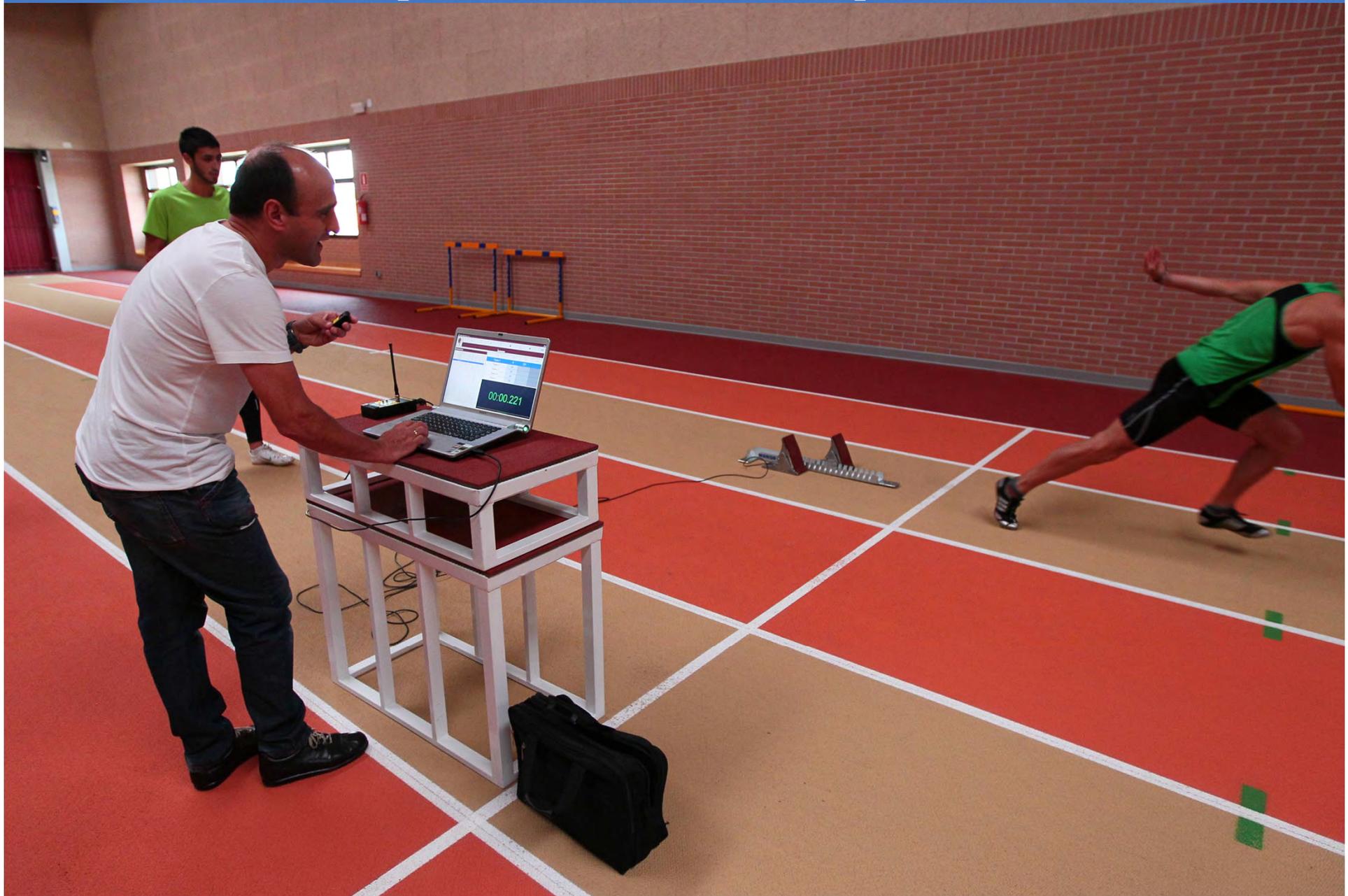
OTRAS APLICACIONES PRÁCTICAS: Registro y comparación de tiempos en la carrera con/sin vallas...



... permitirá tener una primera medida objetiva de eficacia técnica.



FUTURO: Señal auditiva real (pistola) y registro de tiempo de reacción
(implementar mecanismo de péndulo)



PRUEBAS DE SALTO

Velocidad aproximación/máxima, amplitud máxima/últimos pasos ...



5-APOYO BIOMECÁNICO CON ANÁLISIS CUALITATIVO

- El Análisis Cualitativo del movimiento es una corriente integral americana que se inició en los años 1930-40’.
- Todos los movimientos tienen una perspectiva cualitativa (ej. Entrenador) y cuantitativa (ej. Biomecánico).

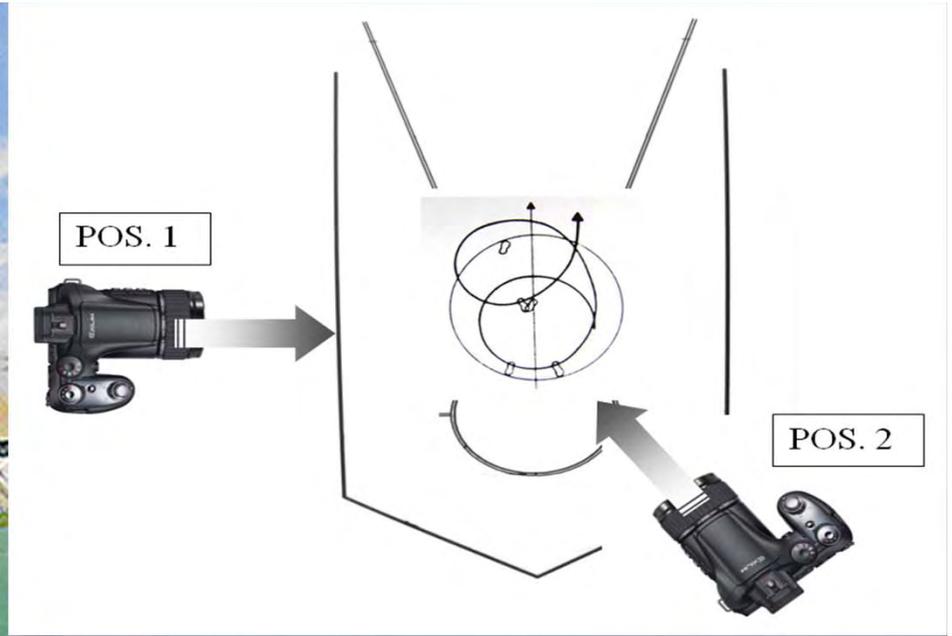
Cualitativo

Cuantitativo









Diploma de Estudios Avanzados (2011): Enrique Fernández Martínez

JORNADAS DE TRABAJO SOBRE TECNIFICACIÓN DEPORTIVA

CEARD de León. 27 y 28 de Octubre de 2011



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Juan García-López*

juan.garcia@unileon.es

**Facultad de Ciencias de la Actividad
Física y del Deporte. Universidad de León*