

# DESARROLLO DE TÉCNICAS DE VALORACIÓN FUNCIONAL. APLICACIONES EN LA EVALUACIÓN Y DESARROLLO DE AYUDAS TÉCNICAS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDADES

(Por Javier Sánchez-Lacuesta, Responsable de la Sección de Tecnología de la Rehabilitación. Grupo de Biomecánica Médica del IBV)

## INTRODUCCIÓN

Se define rehabilitación como el desarrollo del máximo potencial físico, psicológico, social, profesional, educacional y de ocio de una persona, condicionado por su discapacidad fisiológica o anatómica y por limitaciones impuestas por el entorno. Las ayudas técnicas constituyen las diversas soluciones tecnológicas que facilitan dicho proceso y asimismo contribuyen al soporte de la existencia de la persona rehabilitada en sus actividades diarias. Todas ellas se engloban en lo que hoy denominamos Tecnología de la Rehabilitación (TR).

- **Introducción.**
- **Desarrollo de técnicas de valoración de ayudas técnicas.**
- **Ejemplos de evaluación de ayudas técnicas.**

La TR, en un sentido más amplio, se ocuparía de proporcionar y aplicar soluciones tecnológicas en el desarrollo de productos de consumo, de manera que puedan ser utilizables por poblaciones especiales. Las ayudas técnicas son esenciales para la integración y reintegración de personas con discapacidades, aumentando su autonomía personal y facilitando su participación en actividades cotidianas.

De hecho, se calcula que entre 26 y 30 millones de personas utilizan en el ámbito de la CE dispositi-

vos y sistemas desarrollados a partir de la tecnología de la rehabilitación. Así, la producción de elementos constitutivos de ortesis, prótesis y otras ayudas técnicas apenas existe en España a pesar del volumen económico que asocian. Sólo en la red asistencial adscrita al Servicio Valenciano de Salud (SVS) este capítulo presupuestario ascendió en 1993 a 2.197 millones de pesetas, aunque las prestaciones que corresponden a la Administración Sanitaria incluyen tan sólo algunas ortesis, prótesis y ayudas técnicas a la deambulación, mientras que el resto de la cobertura en



ayudas técnicas compete a los Servicios Sociales dependientes del INSERSO y de la Consejería de Trabajo y Servicios Sociales, en el caso concreto de la Comunidad Valenciana. En cualquier caso, durante 1994 se ha procedido a la transferencia plena de competencias en materia de Asuntos Sociales desde el INSERSO a algunas comunidades autónomas, por lo que la responsabilidad sobre la selección, adaptación y utilización de los productos vinculados a la TR recaerá también sobre dichas administraciones, que deberán establecer, de acuerdo a las necesidades a cubrir y a los recursos que para ello dispongan, los procedimientos que mejor contribuyan a desarrollar su política en materia de asistencia sanitaria y social.

La oferta de productos TR es en nuestro país menos amplia que en otros más desarrollados de nuestro entorno. La industria nacional, a excepción de algunas áreas concretas, es escasa, quedando cubierto el mercado por empresas pequeñas y medianas de elevado componente importador-comercial y carentes, en general, de personal técnico capaz de poner en marcha la fabricación de un determinado producto, especialmente si es innovador. Por otra parte, la demanda en este terreno es poco exigente, tal vez debido a la insuficiente formación del paciente medio, unida a la poca motivación de los especialistas asistenciales involucrados, obligados a utilizar productos de importación en cuya definición no han podido participar.

Sin embargo, algunos hechos apuntan hacia perspectivas favorables. Por parte de las empresas, existe un cierto interés en mejorar su imagen a través de aspectos diferenciadores que permitan aumentar su competitividad. Algunas de ellas están incluso dispuestas a abordar el desarrollo de nuevos productos con proyección internacional, como de hecho ha venido ocurriendo en los últimos años, a través de desarrollos tecnológicos específicos concebidos en

el IBV. La existencia de diversas federaciones empresariales como FENIN (Federación Nacional de Empresas de Instrumentación Científica, Médica, Técnica y Dental) y FEDOP (Federación Española de Ortesistas y Protésistas) facilita el acceso a información estratégica y el emprendimiento de acciones globales dirigidas al sector.

En cuanto a los usuarios de la TR, se muestran enormemente receptivos ante cualquier iniciativa en este campo, a través de las diferentes asociaciones de discapacitados que los representan.

Por su parte, la Administración, a través de las instituciones con responsabilidad en materia sanitaria y de asuntos sociales: Centro Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas (CEAPAT), dependiente del INSERSO, Consejería de Trabajo y Asuntos Sociales, en su función de dar respuesta adecuada a la problemática de los individuos discapacitados, tanto en su vertiente social como en lo concerniente a la mejora de la gestión económica asociada, se encuentra sensibilizada y dispuesta a apoyar iniciativas en este sentido.

Finalmente, el interés que la TR despierta a nivel europeo queda

reflejado en la intensa actividad normativa al respecto registrada en los últimos años. Así, la Organización de Normalización Internacional (ISO) cuenta con la Comisión Técnica ISO/TC 173 "Technical Systems and Aids for Disabled or Handicapped Persons", el Comité Europeo de Normalización (CEN) dispone de la comisión CEN/TC293 "Technical Aids for Disabled Persons" y, a nivel nacional, dentro de AENOR existe, en el seno de la Comisión Técnica de Normalización CTN 111, una subcomisión dedicada a "Sistemas y Ayudas Técnicas para Discapacitados y Minusválidos".

En base a estas premisas se creó en el Instituto de Biomecánica de Valencia una sección de I+D centrada en la tecnología de la Rehabilitación, cuyo objetivo es catalizar la dinamización de este mercado, inmaduro y poco activo, mediante una estrategia adecuada de investigación y desarrollo de productos. Al margen de este objetivo global, se realizan acciones específicas encaminadas a la mejora de la competitividad de las empresas del sector TR que así lo solicitan, así como a satisfacer la demanda de formación detectada entre los especialistas del ámbito de la rehabilitación.

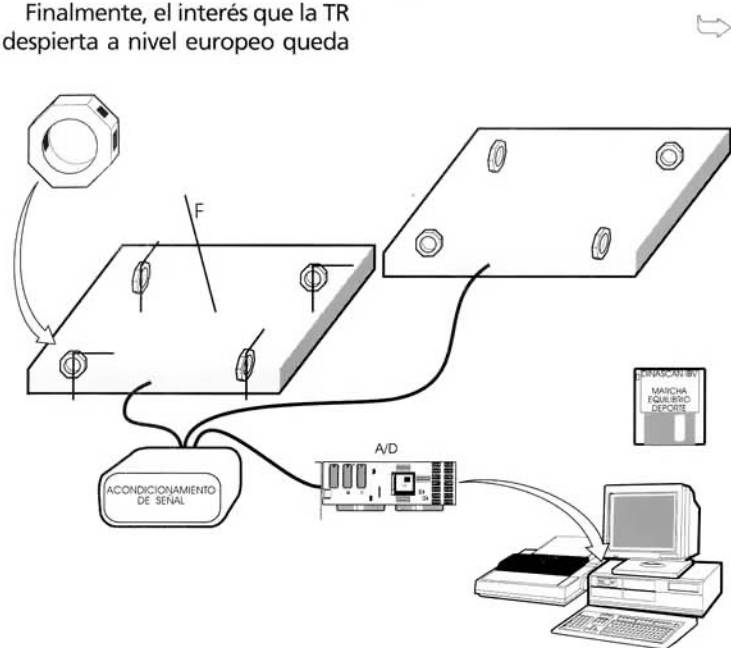


Fig.1. Plataforma dinamométrica

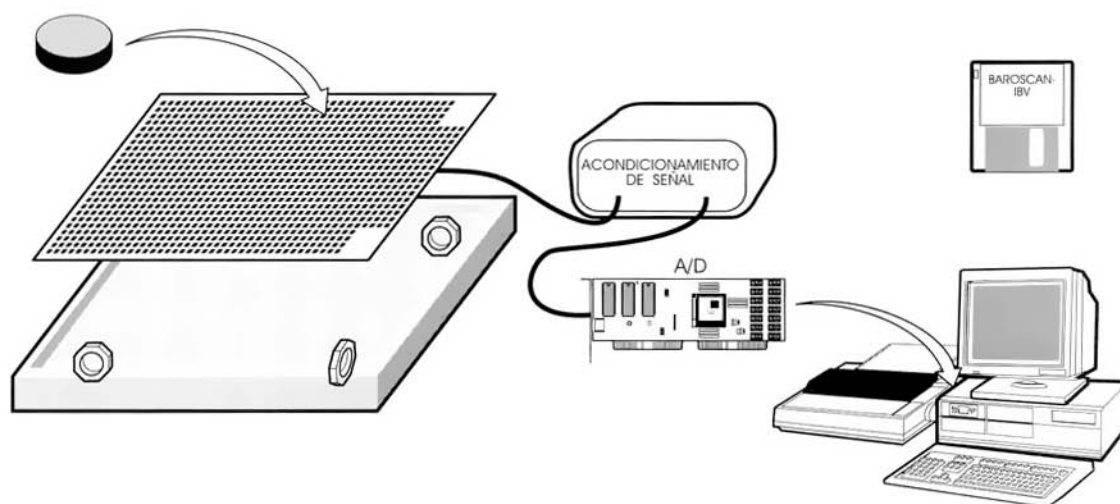


Fig.2. Podómetro

## DESARROLLO DE TÉCNICAS DE VALORACIÓN DE AYUDAS TÉCNICAS

De forma paralela al resto de actividades se desarrollan en el Instituto herramientas capaces de cuantificar y evaluar todos los parámetros implicados en el estudio y evaluación de patologías y sistemas relacionados con la Tecnología de la Rehabilitación. Del conjunto de desarrollos realizados en el IBV directamente implicados con esta temática son:

- Plataformas dinamométricas.
- Podómetro.
- Plantillas instrumentadas.
- Sistema flexible de registro de presiones.
- Sistema para el registro de presiones en la interfase muñón-prótesis.
- Raquímetro extensométrico.
- Sistema de fotogrametría VIDEO 3-D.
- Sistema de análisis de variables dimensionales basado en el empleo de técnicas de digitalización 3-D mediante ultrasonidos.
- Antropómetro.

### Plataforma dinamométrica.

Es un equipo electrónico que permite el registro de las cargas de reacción ejercidas por un individuo sobre el medio exterior -normalmente sobre el suelo- durante la ejecución de un movimiento o gesto determinado, posibilitando su análisis posterior. La plataforma dinamométrica incorpora cuatro transductores de fuerza sobre los que apoya una placa con una elevada relación rigidez/peso que define la superficie sobre la que se ejercen las cargas a analizar, de manera que sea posible medir las fuerzas resultantes en las tres direcciones del espacio, calculando, al mismo tiempo, el momento torsor aplicado y el centro de presiones verticales.

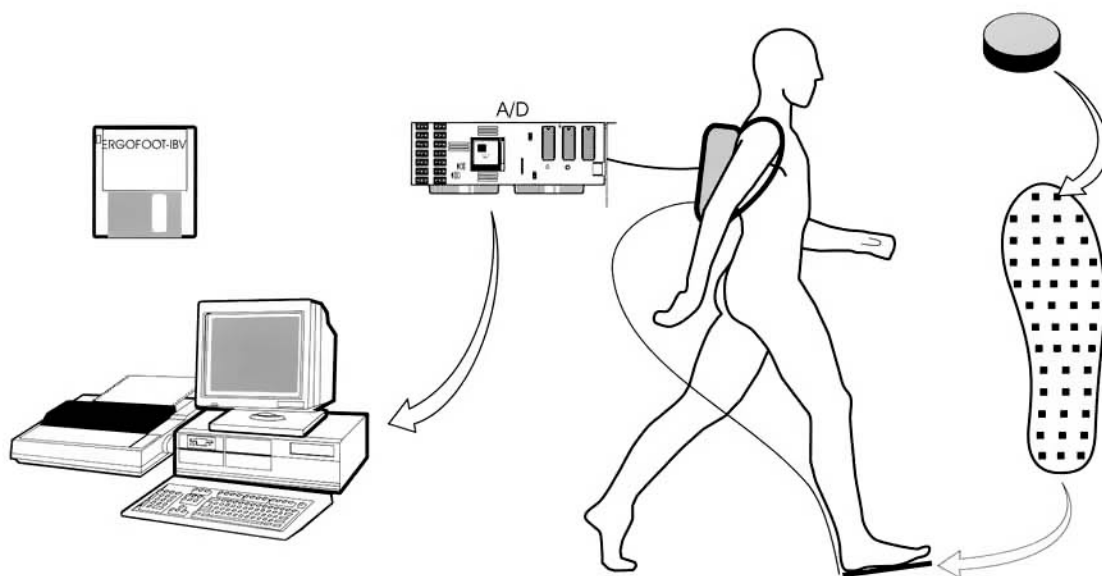
Una de las principales aplicaciones de las plataformas dinamométricas es el análisis de la marcha humana y el diseño de ayudas técnicas a la deambulación en un sentido amplio, tales como calzado, ortesis y prótesis, para lo que es aconsejable utilizar dos al objeto de registrar independientemente las cargas de reacción asociadas al apoyo de cada miembro inferior. Otra aplicación frecuente es la valoración del equilibrio postural y sus alteraciones, observando la evolución

del centro de presiones -aproximadamente coincidente con el centro de gravedad del cuerpo del sujeto en estudio- a través de la realización de diferentes pruebas de equilibrio.

### Podómetros

Es un equipo electrónico para el registro y análisis de la distribución de presiones en el apoyo del cuerpo humano -normalmente de la planta del pie- sobre una superficie plana durante la ejecución de un movimiento o gesto -habitualmente a lo largo de un apoyo asociado al desplazamiento del cuerpo o a la bipedestación estática-. Para tal propósito se recurre a una matriz de 1024 transductores de presión, dispuestos sobre una superficie de 20X40 cm, que permiten determinar la evolución dinámica, a lo largo del apoyo, de las presiones de contacto y calcular la componente vertical de la fuerza aplicada y su baricentro. Además, es posible su integración en una plataforma dinamométrica, lo que permite registrar y tratar simultáneamente la información asociada a la distribución de presiones verticales y las cargas resultantes en las tres direcciones del espacio, y a partir de estos datos calcular estimativamente la distribución de tensiones cortantes en la superficie de contacto.





**Fig. 3. Plantillas instrumentadas**

Entre sus múltiples aplicaciones destacan el estudio y valoración de presiones durante la marcha humana, así como el diseño de ortesis y calzado.

**Plantillas instrumentadas**

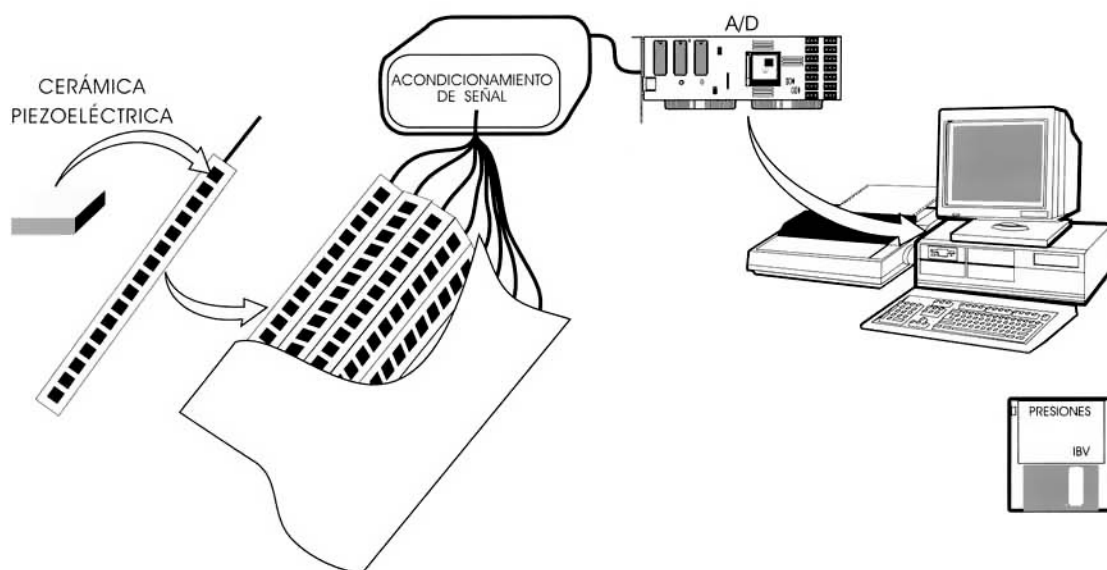
Se trata de un sistema que, al igual que el podómetro, permite el análisis dinámico de la distribución de presiones durante el apoyo del pie, aunque en esta ocasión el sujeto estará calzado. Para ello, se

introduce una plantilla flexible en el zapato que dispone de 64 transductores de presión distribuidos selectivamente; es decir, con una mayor concentración de sensores en las zonas que corresponden a las áreas de la planta del pie de mayor interés.

De modo semejante al podómetro, la cadena de medida y tratamiento asociada a esta plantilla instrumentada faci-

ta la determinación de los mapas de presiones a lo largo del tiempo de apoyo, el cálculo de la componente vertical de la fuerza resultante y la evolución del baricentro.

Entre otras aplicaciones, cabe destacar su uso en el análisis de calzado y ortesis y, en general, en la valoración de ayudas técnicas a la deambulación.



**Fig. 4. Sistema flexible de registro de presiones**

**Sistema flexible de registro de presiones.**

Es un sistema para la determinación del mapa de presiones en la interfase cuerpo humano-medio exterior en el contacto con objetos de diferentes geometrías: muebles, sillas de ruedas, herramientas, etc.

Para ello dispone de un sistema de registro de pequeño espesor -a fin de no modificar la respuesta biomecánica en la interfase-, mecánicamente flexible y, en consecuencia, adaptable como si de una "piel" se tratase a la forma del elemento cuya interacción con el cuerpo humano pretenda estudiarse. Este sistema de registro, concebido modularmente, permite la incorporación de bandas en las que se emplazan sensores de presión basados en cerámicas piezoeléctricas que configuran, dependiendo del número y tamaño de las bandas que se utilicen, una superficie de registro adaptable al propósito de medida que se persiga: tamaño, resolución superficial, etc.

La principal, aunque no úni-

ca, aplicación de este equipo es el estudio de la magnitud y distribución de presiones en asientos, respaldos y reposabrazos de sillas y sillones, estableciendo criterios de confort relacionados con los registros de presiones obtenidos. En el capítulo de asesoramiento técnico se mostrará una aplicación concreta de registro de presiones para la valoración de diferentes cojines antiescaras.

**Sistema para el registro de presiones en la interfase muñón-prótesis.**

Es un desarrollo realizado para la empresa Otto-Bock que permite el registro y análisis dinámico de la distribución de presiones en la interfase de contacto entre el muñón de un amputado y el encaje de la prótesis que utilice, al objeto de adaptar su geometría a la morfología del muñón y a los requerimientos mecánicos que exija su uso. Para este propósito se sitúan un máximo de 16 tiras independientes, que albergan 16 sensores de presión cada una, alrededor del muñón en estudio, lo que permite determinar, con suficiente resolución, la distribución de presiones

en la superficie de contacto con el encaje a evaluar.

Como resulta evidente, la aplicación de este equipo de análisis es el diseño y la adaptación de los encajes protésicos a las características individuales de cada amputado, teniendo en consideración la forma del muñón, las características mecánicas que ofrece y el tipo de actividades que vaya a desempeñar, lo que determinará también el alineamiento de la prótesis y los parámetros de ajuste que permitan los mecanismos de que se halle dotado.

**Raquímetro extensométrico.**

Se trata de un dispositivo para determinar la forma del raquis en el plano sagital, permitiendo un registro prolongado en el tiempo que facilite tanto el análisis de la forma de la columna vertebral y, en consecuencia, de la postura adoptada por el sujeto que lo porte, como del movimiento que realice durante la realización de determinadas actividades.

La principal aplicación es el

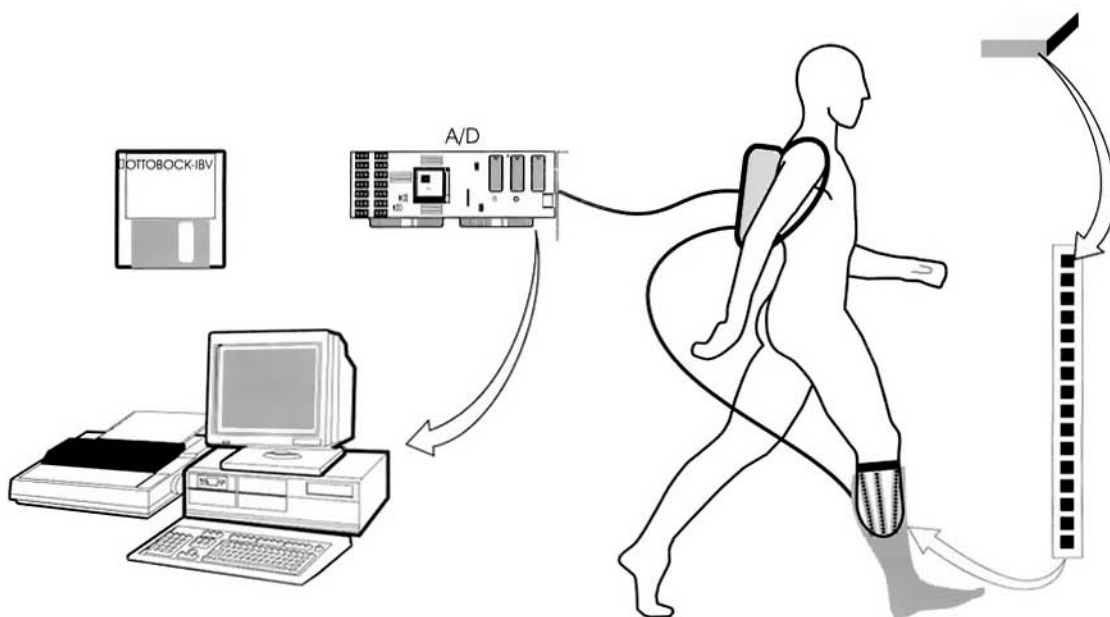
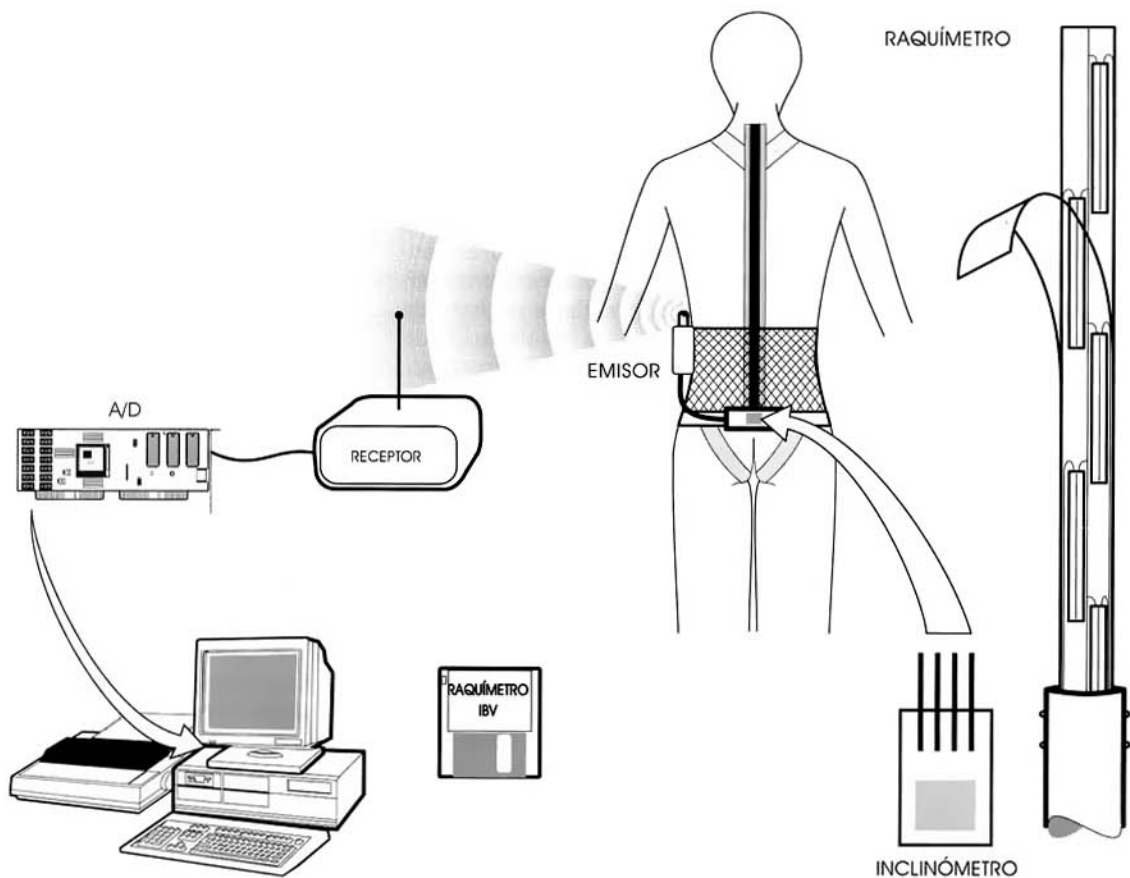


Fig. 5. Sistema para el registro de presiones en la interfase muñón-prótesis





**Fig. 6. Raquímetro extensométrico**

análisis de la postura del raquis en posición sedente, obteniéndose registros continuos de ángulos dorsales y lumbares. A partir de estos registros pueden realizarse medidas de movilidad, duración de las posturas más frecuentes, correcciones conseguidas con sistemas ortésicos, etc.

**Sistema de fotogrametría vídeo 3D .**

Este sistema está basado en la utilización de técnicas de visión artificial que permiten reconocer automáticamente la posición de unos marcadores reflectantes situados sobre los puntos anatómicos o complementos que asocie el cuerpo del sujeto sometido a estudio, definiendo la configuración del modelo alámbrico del cuerpo humano sobre el que se implementan los datos registrados para desarrollar el análisis biomecánico. Todo esto supone en términos prácticos una gran comodidad de uso, pese a que dicho uso se vea limitado a deter-

minados ámbitos.

El proceso de digitalización automática necesita la ubicación de marcadores reflectantes sobre el cuerpo del sujeto en estudio, lo que restringe su uso a ambientes de laboratorio. Como consecuencia, su empleo se orienta al análisis de movimientos no demasiado rápidos, como es la marcha humana, tanto en condiciones de normalidad como en patologías, así como la modificación de dichos movimientos al emplear sistemas ortésicos y protésicos.

**Sistema de análisis de variables dimensionales basado en el empleo de técnicas de digitalización 3D mediante ultrasonidos.**

Se trata de un equipo para la medición de la posición espacial de puntos mediante la utilización de ultrasonidos. El principio técnico en el que se basa este sistema consiste en determinar el tiempo de retraso entre la emisión de una

señal ultrasónica desde un emisor situado en la posición cuyas coordenadas pretenda averiguarse y la recepción de esa señal en un receptor -micrófono-.

Conocida la velocidad de propagación del sonido en el aire y medido el tiempo de retraso emisión-recepción, se calcula la distancia relativa emisor-receptor como producto de ambos valores. Dado que el principio técnico en que se basa este sistema requiere conocer con precisión la velocidad en el aire del sonido y puesto que esta velocidad depende de factores tales como la velocidad del aire, el grado de humedad, la presión atmosférica y la temperatura, resulta imprescindible calibrar el sistema mediante la medición de puntos de coordenadas conocidas. Para determinar la posición de objetos pueden utilizarse varios emisores solidarios a su superficie que se hacen funcionar de modo secuencial.



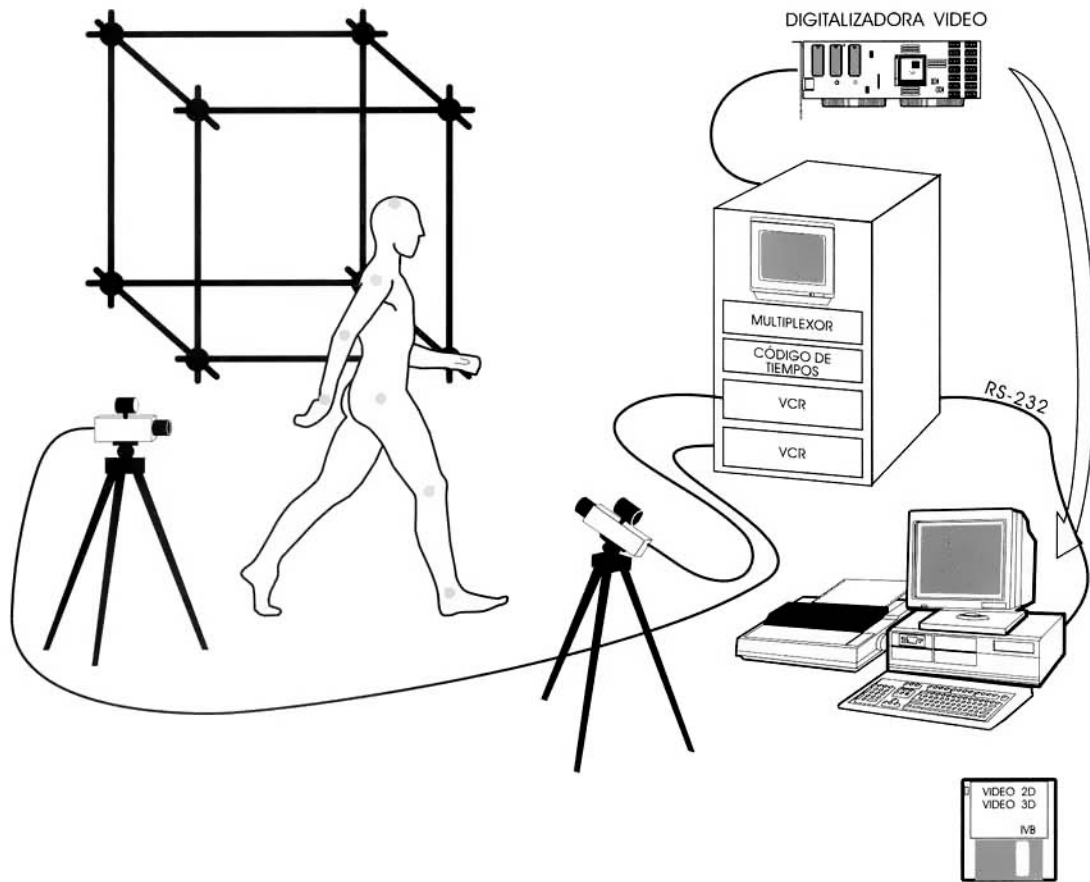


Fig. 7. Sistema de fotogrametría vídeo 3D

La aplicabilidad de esta técnica es muy variada, destacando su empleo en la determinación de distancias entre los extremos de los segmentos cor-

porales de un sujeto, a fin de caracterizar geoméricamente su modelo alámbrico, su uso en la medición de objetos como, por ejemplo, muebles, ayudas

técnicas, el reconocimiento y registro de trayectorias y formas irregulares, ya sean anatómicas o no.

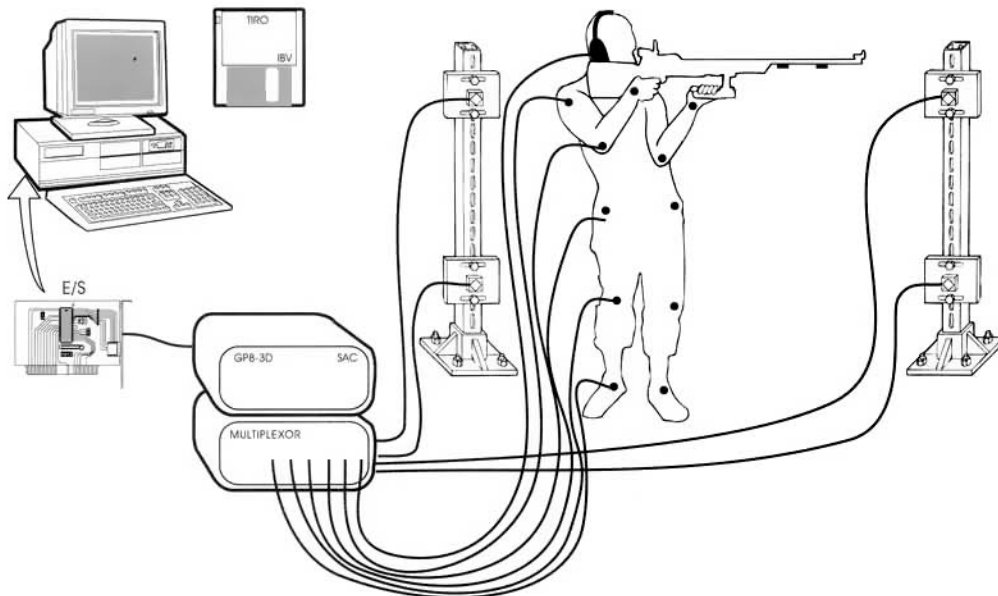
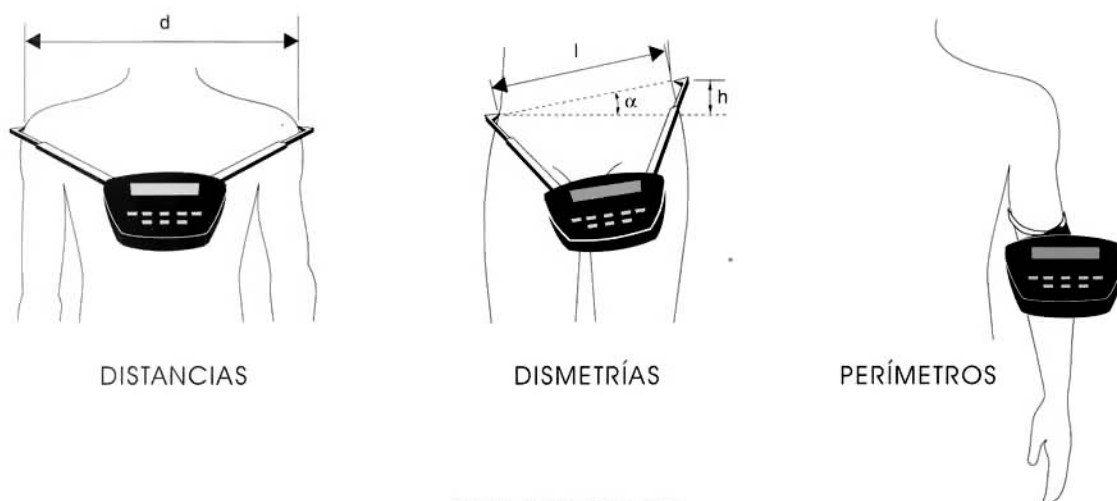


Fig. 8. Sistema de análisis de variables dimensionales basado en el empleo de técnicas de digitalización 3D mediante ultrasonidos



**Fig. 9. Antropómetro**

**Antropómetro.**

Es un sistema electrónico de medida concebido para determinar la posición relativa entre dos puntos corporales -distancia, diferencia de cota, ángulo formado por la línea que los une con la horizontal- así como el perímetro de segmentos corporales.

Para satisfacer estos objetivos, se ha diseñado un equipo instrumental que simplifica el proceso de toma de medidas, confiriendo una gran versatilidad a su uso. Al mismo tiempo, esta técnica asegura la repetibilidad en la toma de medidas, evitando la frecuente subjetividad que los métodos tradicionales asocian, permite la estandarización de los procesos a seguir mediante el establecimiento previo de protocolos, facilita el almacenado de los datos generados en memoria y su transmisión a un ordenador para su tratamiento posterior, y posibilita la ampliación futura a otros tipos de medidas al tratarse de un sistema modular.

Su aplicación potencial es muy importante en campos profesionales distintos como la ortoprotésica, la pediatría, los "screenings" clínicos, etc; es decir, en todas aquellas áreas que exijan la medición fiable y precisa de variables dimensionales asociadas a segmentos corporales.

**EJEMPLOS DE EVALUACIÓN DE AYUDAS TÉCNICAS**

La valoración de ayudas técnicas se enmarca dentro de las actividades de asesoramiento que el IBV realiza, ya sea dirigidas a empresas privadas, preocupadas por conocer e incrementar la calidad de sus productos, o a otros organismos, como la Consejería de Sanidad y Consumo de la Generalitat Valenciana, interesada en disponer de criterios biomecánicos para la adquisición de productos ortoprotésicos y ayudas técnicas.

Como un primer ejemplo presentamos un estudio de valoración técnica comparativo de cojines antiescaras realizado para una empresa valenciana. Las funciones esenciales que debe cumplir un cojín para silla de ruedas son:

- Proporcionar un apoyo estable desde el que el usuario pueda realizar sin dificultad un amplio rango de tareas.
- Dar confort, ayudar a mejorar la postura, facilitando los cambios posturales oportunos durante sedestaciones prolongadas, y absorber los impactos que puedan producirse al desplazar la silla de ruedas sobre superficies irregulares.

- Reducir la concentración de presiones en los tejidos superficiales, evitando la formación de úlceras por presión.

El proceso de selección de un cojín debe entenderse como parte del proceso de prescripción de una silla de ruedas. El grado de adecuación de un cojín antiescaras como sistema de prevención de ulceraciones vendrá determinado por una serie de factores, algunos inherentes al cojín, y otros directamente relacionados con las interfases sujeto-cojín y cojín-silla de ruedas. Los factores comúnmente reconocidos como determinantes de la funcionalidad del cojín son los siguientes:

- Distribución de presiones en la interfase sujeto-cojín: se considera el factor principal desencadenante del proceso de ulceración, pues la pérdida de vascularización debida a presiones excesivas conduce al deterioro de los tejidos superficiales.
- Acumulación de humedad y suciedad.
- Temperatura: que puede suponer una demanda adicional para el sistema metabólico del sujeto.
- Cargas transversales o cortantes: son consecuencia de las fuerzas de fricción y de gradientes de presiones ele-





vados, y desempeñan un papel importante en la pérdida de vascularización tisular.

- Estabilidad: la falta de estabilidad conduce al disconfort y supone una demanda metabólica importante para el sujeto, especialmente en desplazamientos.
- Amortiguación.
- Peso y manejabilidad: especialmente relevante en usuarios con cierta autonomía y fuerza limitada.
- Cubierta: modifica las características del cojín, afectando a la distribución de presiones. Incide, además, en otros factores, como la temperatura y acumulación de humedad y suciedad.
- Durabilidad: resistencia al lavado, al fuego, al engancho, etc.
- Coste, estética y otros factores.

La valoración realizada en el IBV se ha centrado en el estudio de la distribución de presiones, ya que es uno de los factores clave a la hora de seleccionar el cojín más adecuado. En cada uno de los cojines analizado se estandariza el estudio en los distintos sujetos y se mide mediante un sistema de registro de presiones formado por 256 captadores de presión, formando una matriz de 16X16. La distancia entre captadores es de 2.5 cm. Es de espesor muy pequeño, no alterando el comportamiento normal del sujeto al sentarse sobre el cojín. Una vez sentado el sujeto en una posición estandarizada se mide el porcentaje del peso corporal que está apoyando sobre el cojín, así como la estabilidad de la postura. En cada sujeto y cojín analizado se obtiene:

- Un mapa de registro de presiones en todo el cojín.
- La presión máxima alcanzada.
- La presión media sobre el cojín.
- La superficie del cojín que ha utilizado el usuario.
- El centro de gravedad de esa distribución de presiones.

Un análisis de estos datos a partir de software propio permite obtener:

	pmáx (g/cm <sup>2</sup> )	pmed (g/cm <sup>2</sup> )	área (cm <sup>2</sup> )	gmáx (g/cm <sup>3</sup> )	peso (kg)
ROHO	201	83	707	52	1.2
VIRO2	140	63	932	36	2.5
VIRO3	141	61	954	35	4.0

**Tabla 1. Tabla resumen correspondiente a un análisis de cojines antiescara**

Código	medidas	rango medio de flexo-extensión	diferencia
3	15	75.066667	-17.00
5	15	77.933333	-14.13
2	15	83.466667	-8.60
4	15	85.200000	-6.87
1	15	89.333333	-2.73
0	15	92.066667	0

**Tabla 2: Rango medio de flexo-extensión (grados) para las diferentes condiciones.**

- La presión máxima en las tuberosidades isquiáticas, en la región sacrocoxígea, en los muslos y en los trocánteres mayores.
- Un mapa de gradientes de presión en todo el cojín.
- El gradiente máximo en las tuberosidades isquiáticas, en la región sacrocoxígea, en los muslos y en los trocánteres mayores.

El proceso se realiza en diez individuos, repitiendo las medidas tres veces con cada uno, para cada uno de los cojines a evaluar. Este tamaño de muestra es suficiente para obtener resultados altamente significativos. Un análisis de la varianza de los datos de presión y gradiente indica cómo influye el tipo de cojín sobre las presiones máximas, sobre el gradiente de presiones máximo, y sobre las presiones y gradientes en cada una de las zonas conflictivas (tuberosidades isquiáticas, zona sacrocoxígea, caderas y muslos).

A continuación se presenta una tabla resumen (tabla 1), en este caso correspondiente al análisis de 3 cojines, en el que aparecen reflejados: presión máxima, presión media, área, gradiente máximo y peso.

En conclusión y en este ejemplo, desde el punto de vista de la distribución estática de presiones, el cojín 1 es el que presenta los peores resultados, arrojando presiones máximas y medias más altas, con mayor gradiente de presiones y menor superficie de reparto de las mismas. Por contra, resultaría más manejable, desde el punto de vista del peso del cojín. Actualmente se está trabajando en la puesta a punto de otros protocolos de ensayo capaces de evaluar el resto de parámetros que se han citado previamente a la hora de definir un cojín.

Como segundo ejemplo de



actividad de asesoramiento comen-  
taremos el siguiente estudio com-  
parativo entre cinco modelos de  
ortesis lumbosacras, solicitado por  
una empresa del sector.

Habitualmente, este tipo de  
ortesis se prescribe para pacientes  
con desórdenes en el raquis  
lumbosacro. El dolor de espalda,  
para la mayoría de pacientes que  
lo experimenta, es de etiología  
desconocida, pudiendo establecerse  
la causa de la dolencia tan sólo  
en un número reducido de casos.  
El tratamiento ortésico constituye  
un esfuerzo más en los intentos de  
solucionar un problema clínico muy  
importante.

Las principales funciones de una  
ortesis lumbar pueden resumirse  
en las siguientes:

1. Servir como recuerdo al pacien-  
te para que limite los movi-  
mientos y la actividad de la zona  
lumbar.
2. Actuar como soporte y vehículo  
de aplicación de presiones ab-  
dominales (que deberían ali-  
viar de alguna forma las cargas  
impuestas al raquis lumbar).
3. Proporcionar una inmoviliza-  
ción eficiente de la porción su-  
perior del raquis lumbar y del  
área toracolumbar (con ortesis  
toraco-lumbo-sacras).
4. Mantener la espalda en una  
postura recta y confortable por  
aplicación del principio de apo-  
yo en tres puntos.

Para valorar la efectividad mecá-  
nica de una ortesis lumbosacra  
blanda (faja) se deben separar dos  
efectos diferentes que resultan de  
las funciones antes descritas: la  
descarga mecánica de las estructu-  
ras del tronco y la restricción de  
movimientos. A su vez, en la res-  
tricción de movimientos deben  
considerarse dos aspectos: la res-  
tricción intervertebral, y la movi-  
lidad global, esto es, la limitación  
que se impone a la flexo-exten-  
sión, a la inclinación lateral, y a la  
rotación.

En nuestro estudio se pretendió  
realizar la evaluación funcional de  
los diferentes modelos de ortesis

lumbosacras mediante el análisis  
de los rangos de movimiento  
globales en flexo-extensión e incli-  
nación lateral.

La experimentación se realizó so-  
bre cinco sujetos varones, de edades  
comprendidas entre los 24 y los 29  
años, ninguno de los cuales presen-  
taba historial previo de dolor lum-  
bar.

Se utilizaron cinco modelos de  
ortesis lumbosacras proporcionados  
por la empresa solicitante del estu-  
dio.

Para la medida del rango de  
movilidad en el plano sagital (flexo-  
extensión) se utilizó la técnica del  
doble inclinómetro, validada me-  
diante radiografía en diferentes  
estudios de la literatura. El rango  
de inclinación lateral se valoró  
análogamente. Una vez realizadas  
las medidas, se procedió al análisis  
estadístico de las siguientes varia-  
bles, realizándose un análisis de la  
varianza con los factores sujeto y  
condición:

- Rango total de flexo-extensión
- Rango de flexión
- Rango de extensión
- Rango total de inclinación  
medio-lateral

- Ángulo de flexo-extensión neu-  
tra

En la tabla 2 se presenta el resul-  
tado del análisis del rango total de  
flexo-extensión.

Puede observarse que las ortesis  
que provocan mayor limitación a  
la movilidad en el plano sagital  
corresponden a los números 3 y 5.  
En el extremo contrario, el grupo  
menos limitador lo constituirían  
los modelos 2, 4 y 1, sin que este  
último presente diferencias signi-  
ficativas con respecto al ensayo sin  
ortesis.

Gráficamente, el efecto produ-  
cido por cada una de las condicio-  
nes en el rango total de flexo-  
extensión puede observarse en la  
figura 10.

Somos conscientes de la tarea  
ingente que aún queda por desa-  
rrollar en este área, pero creemos  
que con la puesta en común de  
información y el trabajo conjunto  
de los diferentes profesionales  
involucrados estaremos en condi-  
ciones de dar una respuesta ade-  
cuada que satisfaga las expectati-  
vas del amplio colectivo de perso-  
nas que, hoy por hoy, utiliza estas  
ayudas. □

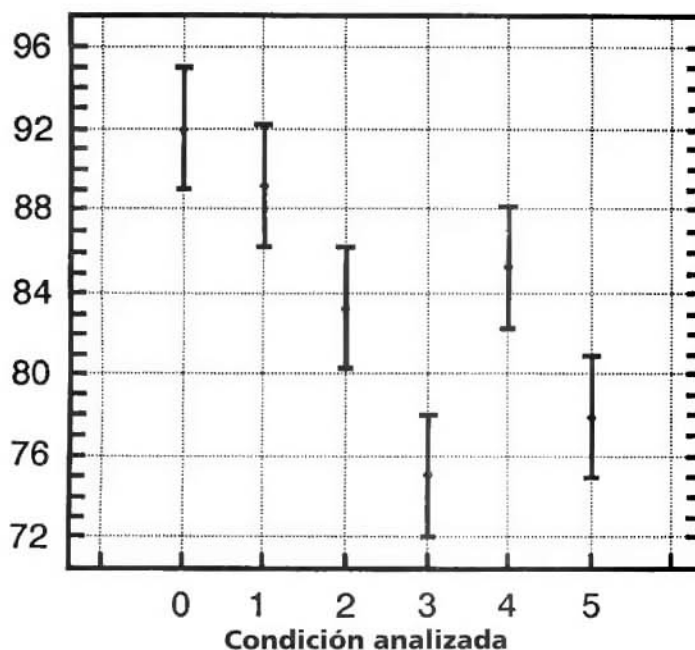


Fig. 10. Intervalos de confianza al 95% para el  
rango medio de flexo-extensión.