

Césped Artificial. Tipología y Función

Merxe Sanchis
I + D



Cáceres, 05/02/2010

mercedes.sanchis@ibv.upv.es

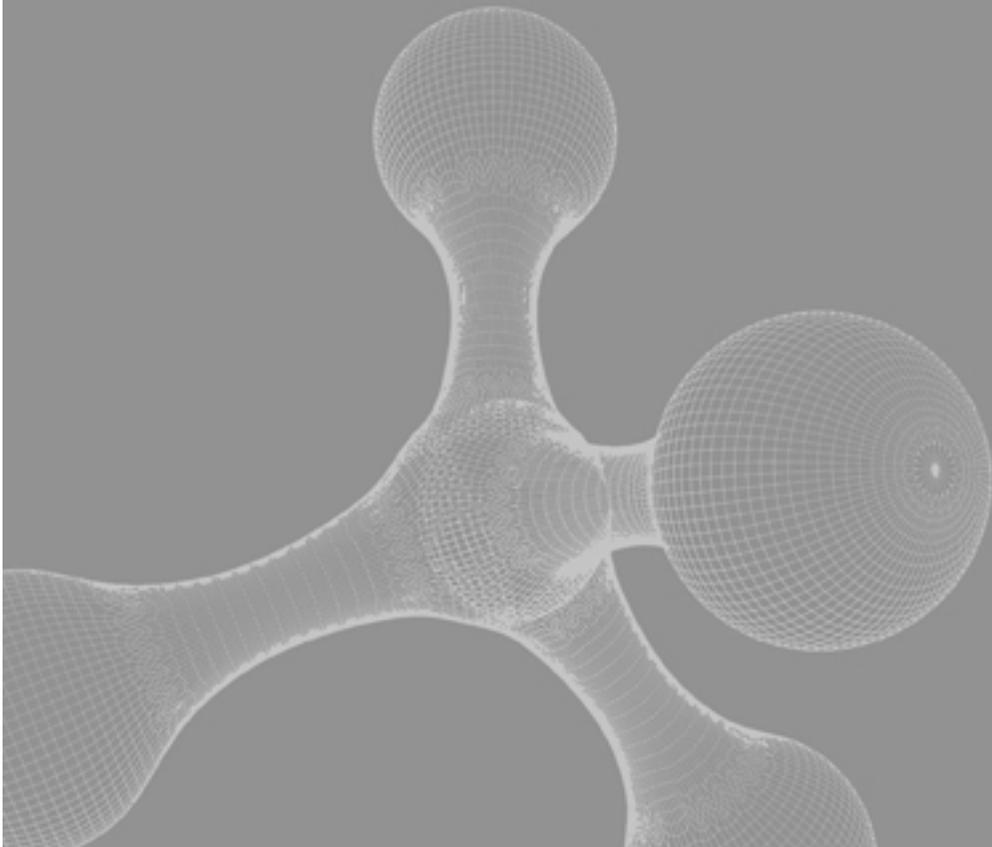


INSTITUTO DE
BIOMECAÁNICA
DE VALENCIA

- **Hierba artificial vs hierba natural**
- **Introducción histórica a la hierba artificial**
- **Tipologías de hierba artificial**
- **Función técnica**
- **Función deportiva**



Hierba natural
vs
Hierba artificial



Hierba natural vs hierba artificial

■ Costes de instalación y mantenimiento aproximado:

Estudio comparativo a 6 años		
	CÉSPED NATURAL	CÉSPED ARTIFICIAL
Costo de Construcción	280.000,00	470.000,00
Costo de Mantenimiento	220.000,00	7.500,00
Costo Total	500.000,00	477.500,00
Horas de Utilización	3.312	13.800
Costo por hora	150,97	34,60

Hierba natural vs hierba artificial

- Ventajas de la hierba artificial:
- Mayor necesidad de agua y mayor mantenimiento de la hierba natural respecto de la hierba artificial
- Mayor número de horas de uso de la hierba artificial respecto de la natural
- Menor uso implica necesidad de mayor número de campos

Hierba natural vs hierba artificial

- Ventajas de la hierba natural:
- Todas las tipologías de hierba artificial no son óptimas para la práctica de todas las disciplinas deportivas
- No está resuelto el problema de la abrasividad de la piel al deslizar sobre este tipo de pavimentos
- Menos contaminante
- Pavimento con un comportamiento ideal desde el punto de vista biomecánicos y que intentamos simular mediante la hierba artificial

Hierba natural vs hierba artificial

- Existen estudios que comparan el desarrollo del juego en campos de césped natural y artificial:
- FIFA estudió un total de 100 partidos (54 en hierba natural y 46 en hierba artificial):
 - 14 de la Champions League (césped natural)
 - 34 de la liga holandesa (17 natural y 17 artificial)
 - 52 del mundial sub-20 (29 artificial y 23 natural)

www.ibv.org



Hierba natural vs hierba artificial

■ Estudio FIFA:

	Natural		Artificial	
	Individual	Equipo	Equipo	Individual
Pases				
Pases totales	33.2	336	341	34.6
Pases correctos	27.4	275	268	27.3
Pases fallados	5.8	61	73	7.3
Pases hacia adelante	15.4	152	159	16.5
Pases hacia atrás	6.1	68	76	7.1
Pases de lado	11.7	117	107	11.1
Total pases cortos	7.5	83	91	9.0
Total pases medios	18.1	179	172	17.5
Total pases largos	7.6	74	79	8.1

www.ibv.org



Hierba natural vs hierba artificial

■ Estudio FIFA:

	Natural		Artificial	
	Individual	Equipo	Equipo	Individual
Ataque				
Goles	0.06	1.0	1.4	0.13
Número de disparos	1.04	12.9	14.1	1.39
Disparos entre los palos	39.7	41	39.8	39.3
Tiros desde el área	2.7	29.4	33.3	2.8
Corners totales	0.33	4.3	4.9	0.50
Fueras de juego	0.20	2.70	3.25	0.27

www.ibv.org



Hierba natural vs hierba artificial

■ Estudio FIFA:

Delantero	Natural	Artificial
Pases totales	22	22
Pases correctos	16	16
Pases hacia adelante	6	6
Balones recibidos	35	35
De cabeza	6	5
Entradas	1	1
Cortes de balón	3	3
Disparos	3	2

Medio derecha	Natural	Artificial
Pases totales	31	25
Pases correctos	24	17
Pases hacia adelante	13	12
Balones recibidos	43	38
De cabeza	3	3
Entradas	2	4
Cortes de balón	8	7
Disparos	3	2

- Este estudio demostró que es posible que el tipo de pavimento afecte más a unas posiciones de juego que a otras

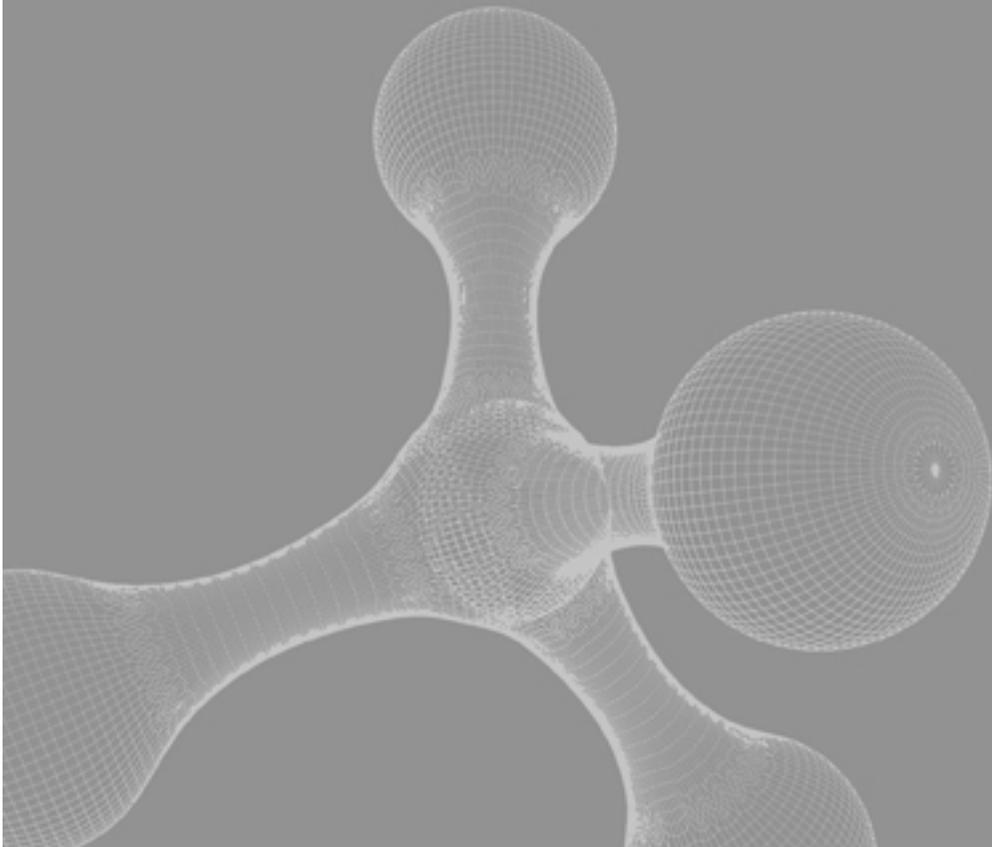
Hierba natural vs hierba artificial

- Hierba artificial con un comportamiento bastante similar a la hierba natural desde el punto de vista biomecánico
- El cambio de pavimento no afecta al desarrollo del juego en algunas posiciones (no existen diferencias significativas)

Conclusiones

- Los pavimentos deportivos de césped artificial han evolucionado mucho desde sus inicios
- Aceptación de este tipo de superficies como pavimento para el desarrollo de competiciones oficiales de algunas disciplinas deportivas
- Sin embargo esta aceptación no es total en el caso de algunos jugadores, entrenadores y equipos médicos
- Es necesario avanzar más en algunos aspectos como la abrasividad

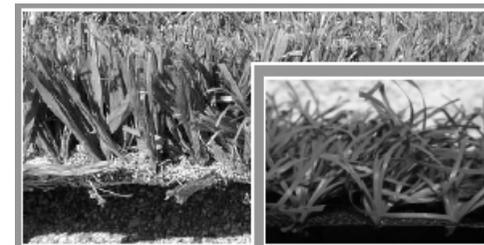
Introducción histórica a la hierba artificial



Introducción histórica a la hierba artificial

- La gestión deportiva tiene que hacer frente en los últimos años a la construcción y mantenimiento de instalaciones deportivas cuyos costes, en muchos casos, resultan demasiado elevados
- El elevado coste y complicado mantenimiento de los campos de fútbol de hierba natural, cuya utilización se ve reducida a un máximo de 3 horas diarias, hace que éstas instalaciones resulten poco rentables
- Este mercado ha experimentado un gran boom en los últimos años

www.ibv.org



Introducción histórica a la hierba artificial

- La hierba artificial se desarrolla en los años 60 como un sustituto de la hierba natural con el objetivo de solucionar problemas de mantenimiento, especialmente en instalaciones cubiertas
- En 1966 se instala el primer césped artificial de la liga de fútbol americano en el Astródomo de Houston (Texas) y en 1971 se instala un campo de hierba artificial en el Caledonian Park (U.K.)
- Es la utilización del césped artificial para el hockey en los JJ.OO. de Montreal (1976) lo que da un impulso muy importante para su utilización en diferentes deportes



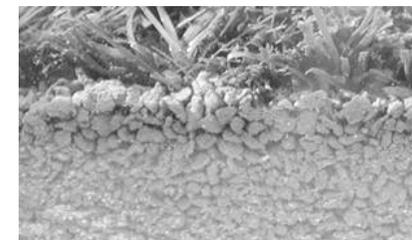
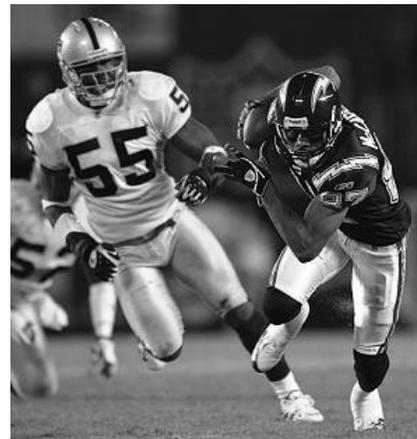
Introducción histórica a la hierba artificial

- Los primeros pavimentos de hierba artificial llamados de *primera y segunda generación*, se comportan de una forma muy diferente al clásico campo de hierba natural. Esto obligaba a utilizar calzado específico y variar la forma de juego debido al diferente comportamiento del balón
- En la actualidad estas diferencias están siendo cada vez más pequeñas : aparecen en el mercado *superficies de hierba artificial de tercera generación* con relleno de gránulos de caucho



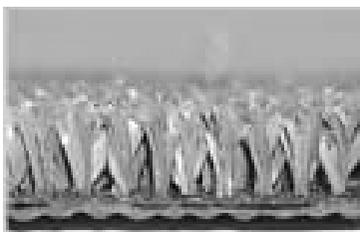
Introducción histórica a la hierba artificial

- La opinión generalizada, expuesta por jugadores y expertos, es que este tipo de campos permite jugar al fútbol en buenas condiciones, con el mismo calzado utilizado en campos naturales



Componentes constructivos

■ Primera generación



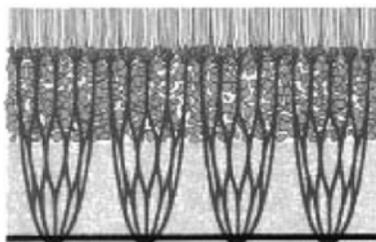
Base elástica + Fibra (Nylon o PP)

■ Segunda generación



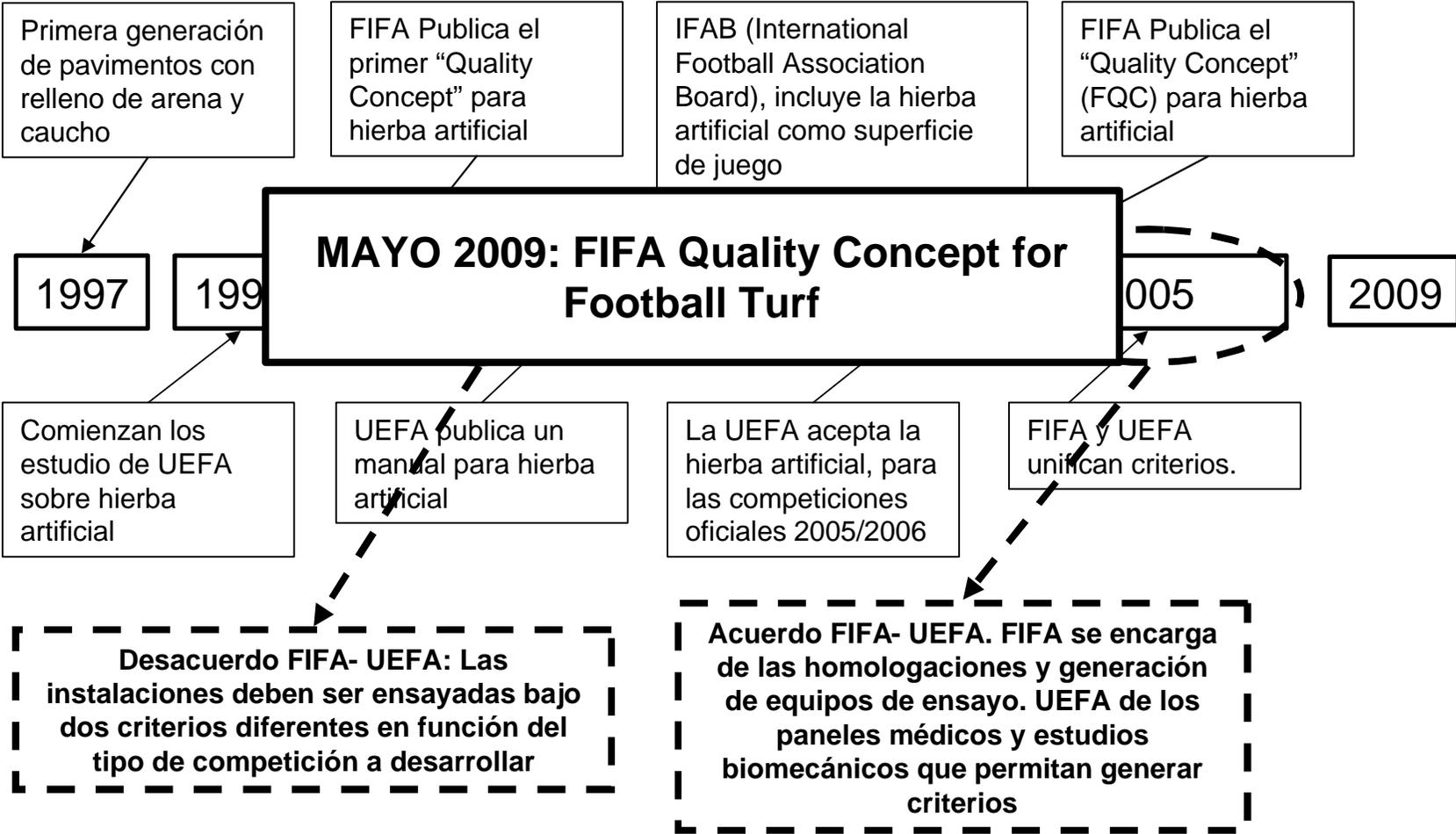
Base elástica + Fibra (PP) + relleno de arena

■ Tercera generación



Fibra (PE) + relleno de arena + relleno de caucho
(+ capa elástica en ocasiones)

Introducción histórica a la hierba artificial

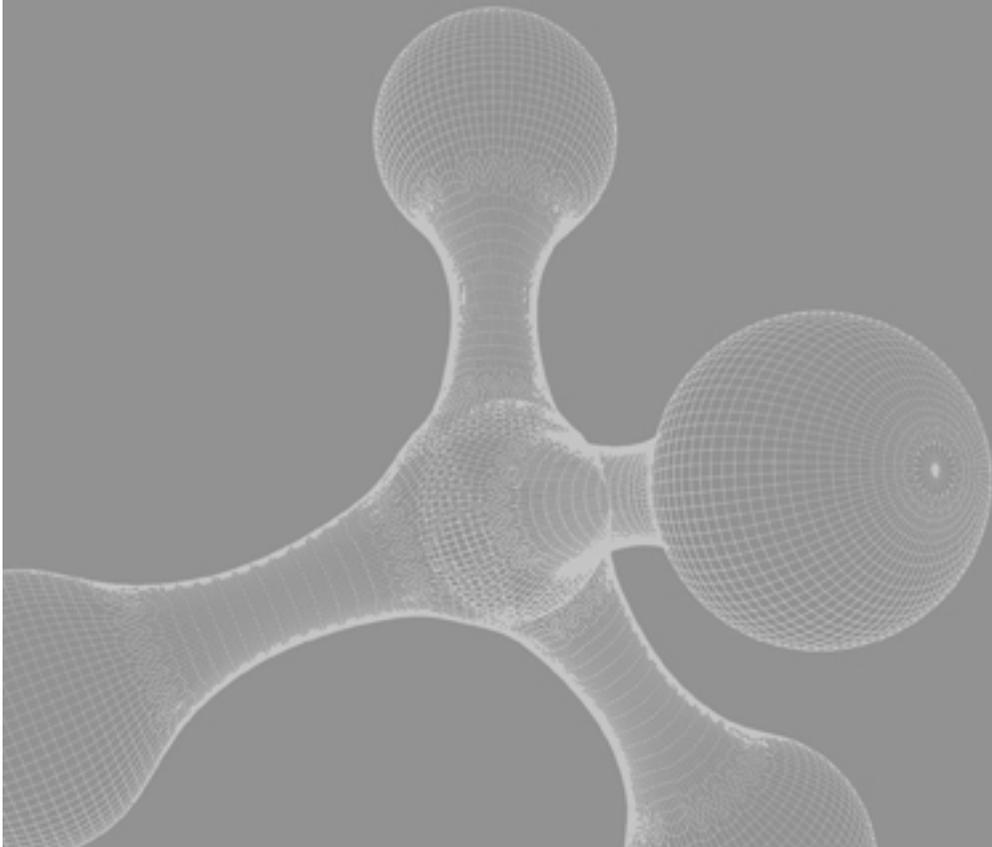


www.ibv.org

Introducción histórica a la hierba artificial

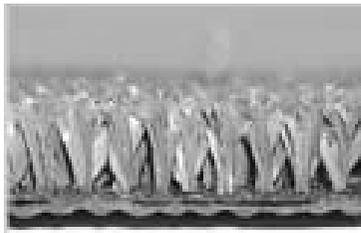
- En todo este proceso ha jugado un papel importante la cooperación entre los organismos reguladores y los centros de investigación y laboratorios de ensayo, en estrecha colaboración con los fabricantes, para desarrollar conocimientos y métodos de medida que han hecho posible obtener productos cada vez mejores
- La biomecánica ha desempeñado un papel fundamental en la mejora de los productos de hierba artificial que han perseguido alcanzar las prestaciones de la hierba natural, considerada como la superficie de referencia

Tipologías de hierba artificial



Componentes

- La fibra se obtiene mediante extrusión
- Normalmente de PE o PP (Dtex, puntadas) (monofilamento o fibrilado)
- Dicha fibra es cosida al backing mediante un proceso denominado tufting
- Tras el cosido se aplica una capa de latex/PU que actuará como adhesivo



Componentes

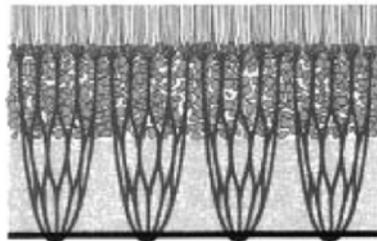
- Juntas: geotextil
- Material de relleno: arena
- Materiales de relleno:
 - SBR
 - EPDM
 - TPE
 - Naturales
 - ...



- Normalmente para la instalación del campo se carga primero con la arena y después con el caucho

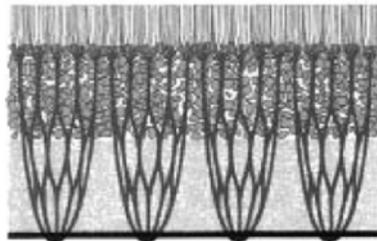
Estructuras

- En el caso de pavimentos de césped artificial para fútbol suelen ser moquetas con altura de fibra de 45-60 mm
- La carga de arena suele estar alrededor de 18-20 kg/m²
- La carga de caucho suele estar entre 15 y 20 kg/m²
- Se coloca en primer lugar la arena (que actúa como lastre) y en segundo lugar el caucho (que le da las propiedades biomecánicas)



Estructuras

- En el caso de pavimentos de césped artificial para rugby suelen ser moquetas con altura de fibra de 65-75 mm
- La carga de arena suele estar alrededor de 18-20 kg/m²
- La carga de caucho suele estar entre 20 y 25 kg/m²
- Se coloca en primer lugar la arena (que actúa como lastre) y en segundo lugar el caucho (que le da las propiedades biomecánicas)



Estructuras

- En el caso de pavimentos de césped artificial para tenis suelen ser moquetas con altura de fibra de 15-20 mm
- La carga de arena suele estar alrededor de 22-25 kg/m²
- Sin carga de caucho

Estructuras

- En el caso de pavimentos de césped artificial para pádel suelen ser moquetas con altura de fibra de 15-20 mm
- La carga de arena suele estar alrededor de 22-25 kg/m²
- Sin carga de caucho

Estructuras

- En el caso de pavimentos de césped artificial para hockey suelen ser moquetas con altura de fibra de 14-17 mm
- Sin carga de arena; se denominan campos de agua
- Se construyen con capa elástica

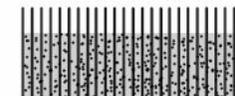
Estructuras

■ Estructuras propuestas en la norma UNE EN 15330-1:

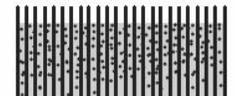
- Low
- Low to medium
- Medium
- Medium to high
- High



Primary uses	Multi-sports
Typical pile height (mm)	20 to 35
Typical level and type of infill	Fully filled, sand
Pile density/number of tufts	Medium
Infill height, %	80 to 90
Suitability for football	•••
Suitability for hockey	•••
Suitability for tennis	••
Suitability for rugby	Only suitable for non-contact rugby
Maintenance requirements	•••



Primary uses	Football and multi-sports
Typical pile height (mm)	35 to 40
Typical level and type of infill	Partly filled, rubber, sand
Pile density/number of tufts	Moderate
Infill height, %	60 to 80
Suitability for football	••••
Suitability for hockey	•••
Suitability for tennis	Not suitable
Suitability for rugby	•••
Maintenance requirements	•••••



Primary uses	Football
Typical pile height (mm)	40 to 55
Typical level and type of infill	Partly filled, rubber, sand
Pile density/number of tufts	low
Infill height, %	50 to 80
Suitability for football	•••••
Suitability for hockey	•
Suitability for tennis	Not suitable
Suitability for rugby	••••
Maintenance requirements	•••••

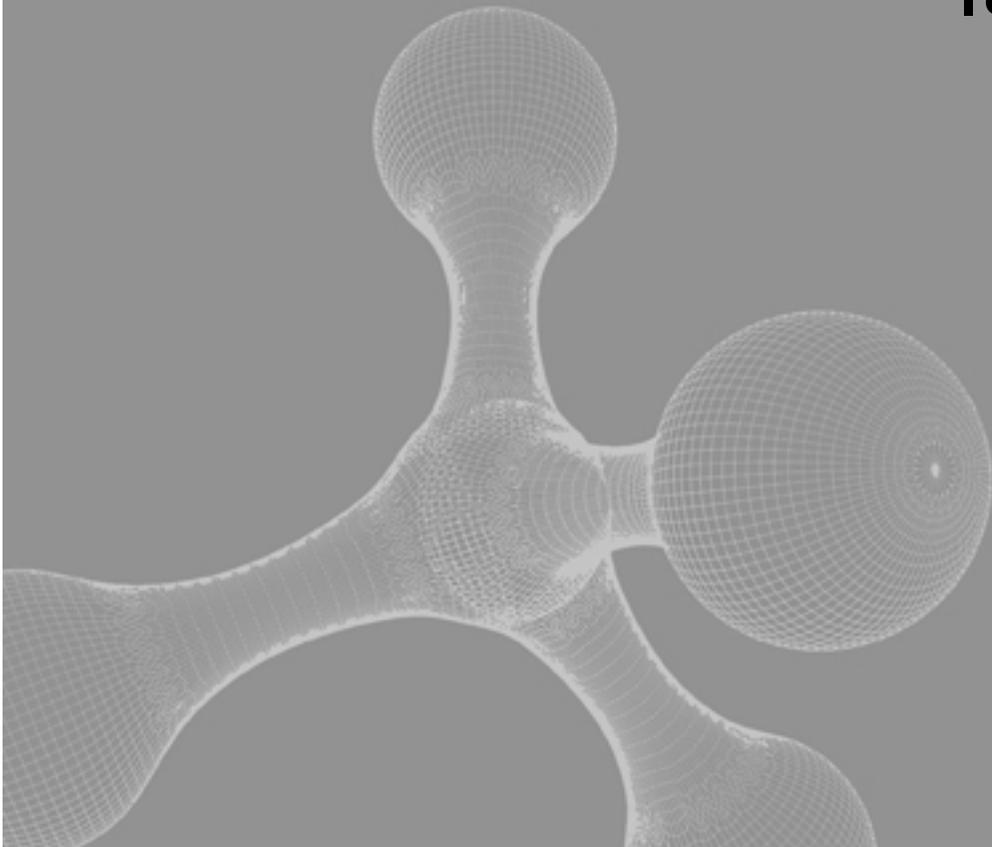


Primary uses	Football and rugby
Typical pile height (mm)	55 to 70
Typical level and type of infill	Partly filled, rubber, sand
Pile density/number of tufts	Low
Infill height, %	50 to 80
Suitability for football	•••••
Suitability for hockey	Not suitable
Suitability for tennis	Not suitable
Suitability for rugby	•••••
Maintenance requirements	•••••

Conclusiones

- **Existen muchas combinaciones para la obtención de un pavimento de césped artificial destinado a la práctica de diferentes deportes**
- **La solución constructiva adoptada no es importante siempre y cuando se consigan las propiedades biomecánicas óptimas tanto desde el punto de vista de la seguridad de los jugadores como de la espectacularidad en el juego, así como su conservación en el tiempo**

Función técnica de la hierba artificial



Introducción

- La función técnica incluye las propiedades que aseguran que el pavimento mantendrá su comportamiento durante un tiempo determinado en función del entorno y del uso al que va destinado.
- Cabe diferenciar entre función técnica:
 - De la capa soporte
 - Del pavimento deportivo

Introducción

- Los ensayos a realizar sobre la capa soporte son:
 - Drenaje
 - Planimetría
 - Pendientes
- Los ensayos a realizar sobre la superficie de juego son:
 - Simulación de desgaste mecánico (LISPORT)
 - Envejecimiento climático (UV)
 - Deformación residual y cambio de apariencia del caucho
 - Resistencia de juntas
 - Recomendaciones de los materiales de relleno

Ensayos sobre la capa soporte

DRENAJE

Pretende conocer la capacidad del soporte base para drenar agua y que no se produzcan encharcamientos.

Medición: Dos cilindros concéntricos que permiten el paso de agua entre ellos. Se obtiene el índice de infiltración (I).

$$I = \frac{h \cdot C}{t}$$

h = altura de disminución del nivel (mm)

t = tiempo (h)

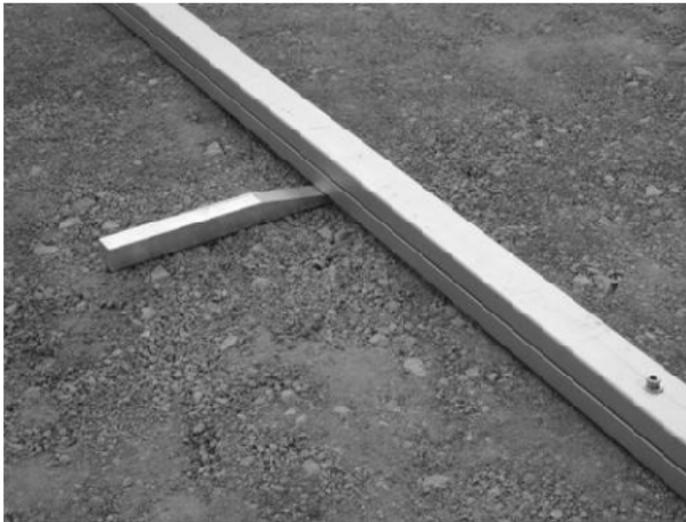
C = factor de conversión de la viscosidad del agua

Ensayos sobre la capa soporte

PLANIMETRÍA

Mide la regularidad del campo.

Medición: Regla de 3 m de longitud y una galga calibrada.



Ensayos sobre la capa soporte

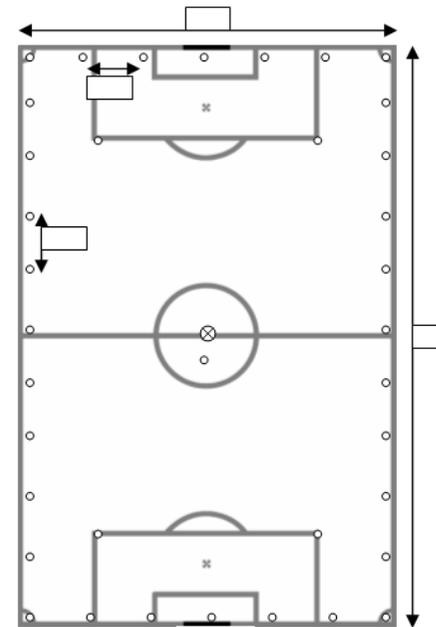
PENDIENTES

Verificación de que las pendientes no superan el 1%.

Medición: Marcar 24 puntos equidistantes en el perímetro del campo. Se miden alturas desde el centro del campo.



A



B

Ensayos sobre la superficie de juego

SIMULACIÓN DE DESGASTE MECÁNICO (LISPORT)

Se simula el desgaste mecánico sufrido por el césped artificial por el uso mediante la máquina Lisport de forma que es posible conocer la variación de las propiedades del pavimento con el uso.

Medición: Evaluación de las propiedades antes y después del desgaste.

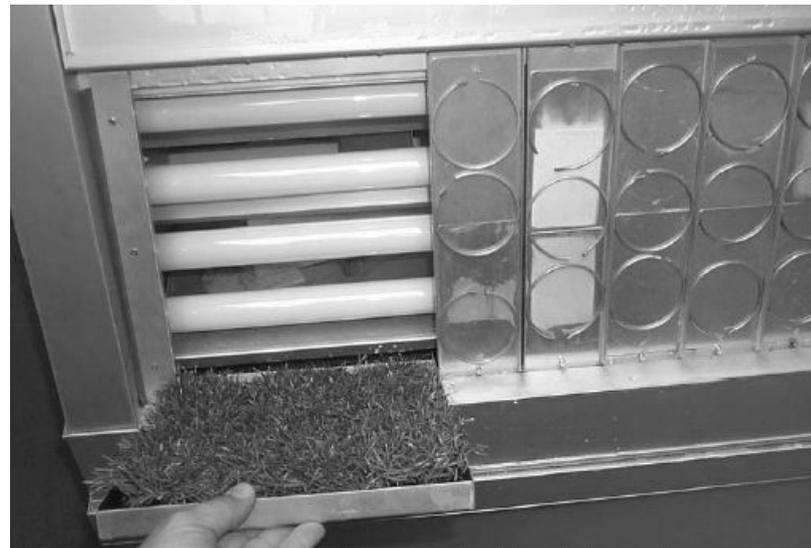


Ensayos sobre la superficie de juego

ENVEJECIMIENTO CLIMÁTICO (UV)

Se simulan las condiciones climáticas a las que se ve expuesto el césped mediante cámaras climáticas con lámparas UV.

Medición: Se evalúan cambios de color en la fibra y pérdida de propiedades.



Ensayos sobre la superficie de juego

DEFORMACIÓN RESIDUAL Y CAMBIO DE APARIENCIA DEL CAUCHO

Se realiza un ensayo de compresión sobre el caucho, evaluándose la fuerza necesaria para su deformación y el cambio de forma una vez que se retira la fuerza que lo deformaba.

Medición: Se obtiene la deformación comparando el espesor del relleno antes y 30 minutos después de cesar la fuerza de compresión. Las modificaciones en la forma se evalúan mediante análisis de imagen.

Ensayos sobre la superficie de juego

RESISTENCIA DE JUNTAS

Se realiza el ensayo de tracción sobre la junta hasta la rotura.
Medición: Máquina de ensayos convencional.



Ensayos sobre la superficie de juego

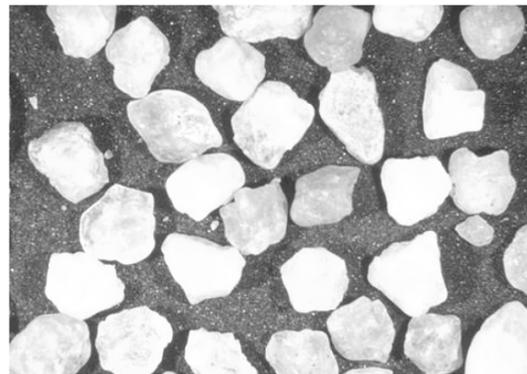
RECOMENDACIONES DE LOS MATERIALES DE RELLENO

Arena: morfología del grano redondeada y proporción de SiO_2 mayor del 96%.

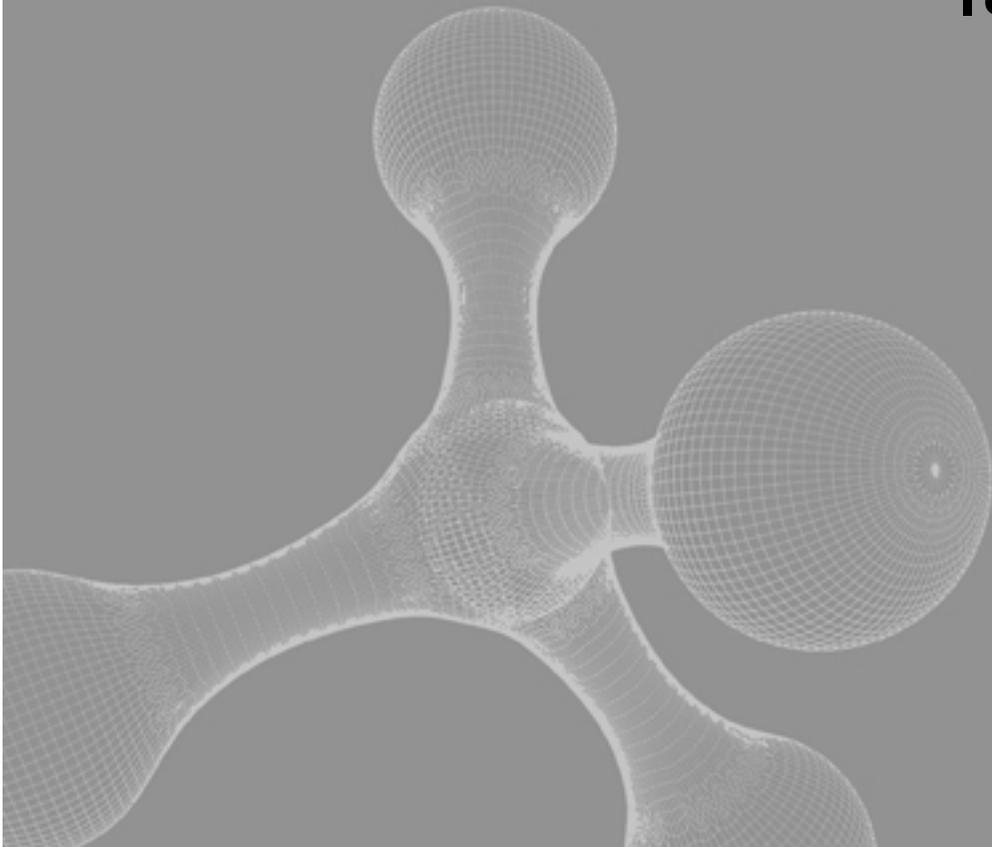
Medición: Análisis de imagen y análisis químico.

Caucho: porcentaje de granos finos (<0.5 mm) inferior al 5%.

Medición: Tamizado.



Función deportiva de la hierba artificial



Introducción

- La función deportiva abarca las propiedades del pavimento que pueden disminuir el riesgo de lesiones al mismo tiempo que facilitan el buen rendimiento del deportista en términos de marcas o vistosidad del juego (buen comportamiento del balón).
- Cabe diferenciar entre dos aspectos:
 - Interacción sujeto-pavimento
 - Interacción balón-pavimento

Introducción

- Los ensayos a realizar para evaluar la interacción sujeto-pavimento son:
 - Reducción de fuerzas
 - Deformación vertical
 - Tracción rotacional
 - Tracción lineal
 - Abrasión de la piel
 - HIC
- Los ensayos a realizar para evaluar la interacción balón-pavimento son :
 - Rodadura
 - Bote vertical
 - Bote angulado

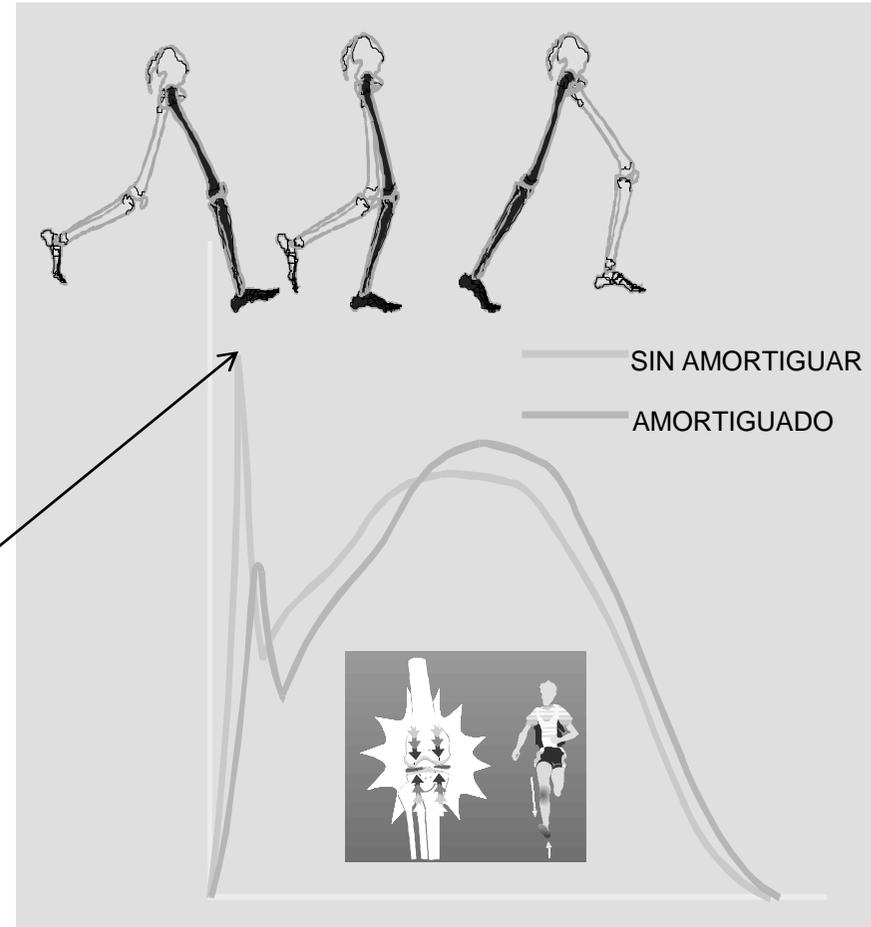
Interacción sujeto-pavimento

REDUCCIÓN DE FUERZAS

La fuerza de impacto da lugar a una onda de choque que se transmite a lo largo del sistema musculoesquelético hasta la cabeza.

El uso del pavimento deportivo busca reducir esta fuerza de choque, sobre todo en el impacto de talón por su magnitud y corta duración.

www.ibv.org

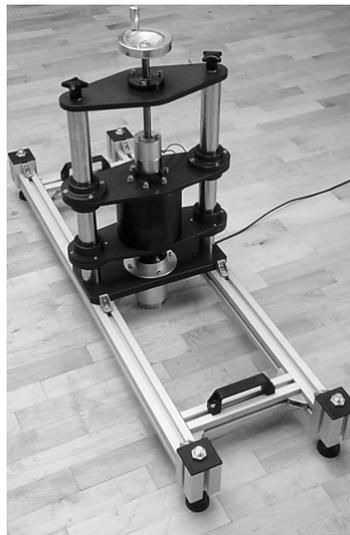
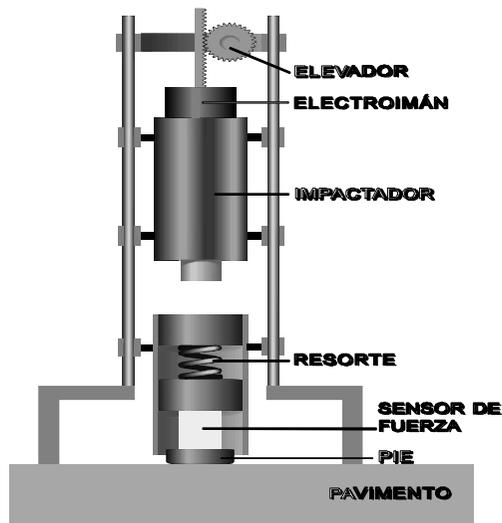


Interacción sujeto-pavimento

REDUCCIÓN DE FUERZAS

La habilidad para absorber impactos y la energía de restitución del impacto : *capacidad del pavimento de reducir los esfuerzos que soporta el deportista al correr o saltar.*

Medición: Atleta artificial con sensor de fuerza.



Interacción sujeto-pavimento

DEFORMACIÓN VERTICAL

Un segundo mecanismo de amortiguación de impactos es la deformación vertical que se produce en el pavimento durante la pisada.

Este parámetro debe controlarse además porque puede provocar inestabilidades que provoquen movimientos articulares inesperados produciendo lesiones, principalmente el esguince de tobillo.

Se relaciona también con discomfort y fatiga muscular

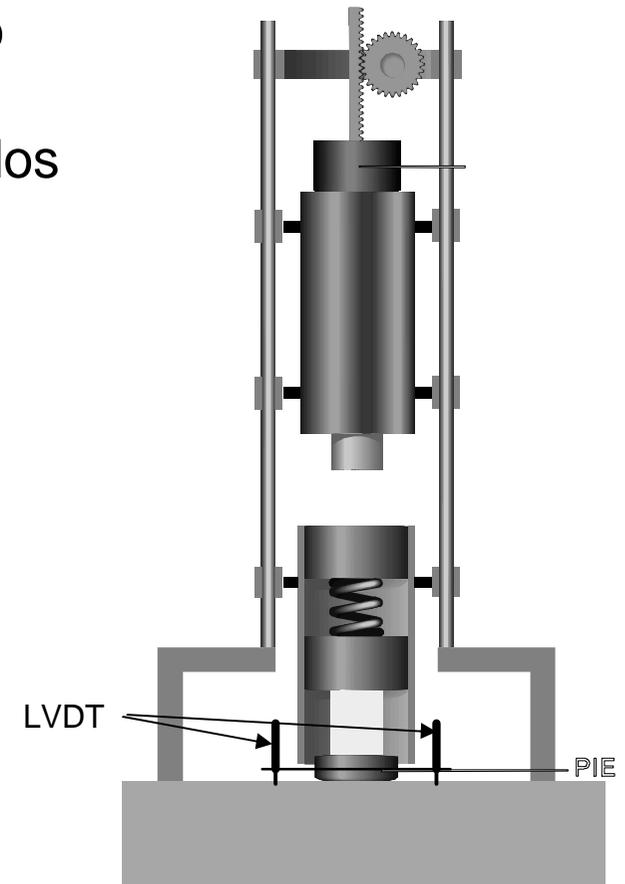
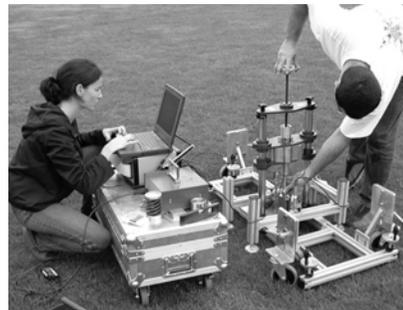
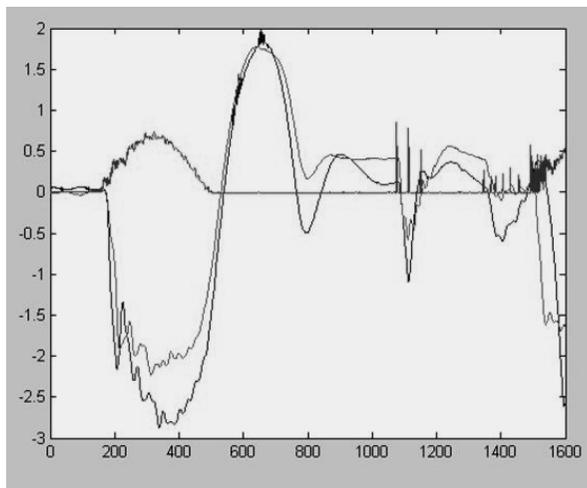


Interacción sujeto-pavimento

DEFORMACIÓN VERTICAL

Modificación de la geometría del pavimento como consecuencia de las acciones de los deportistas.

Medición: Atleta artificial con sensor de fuerza y dos sensores de deformación.



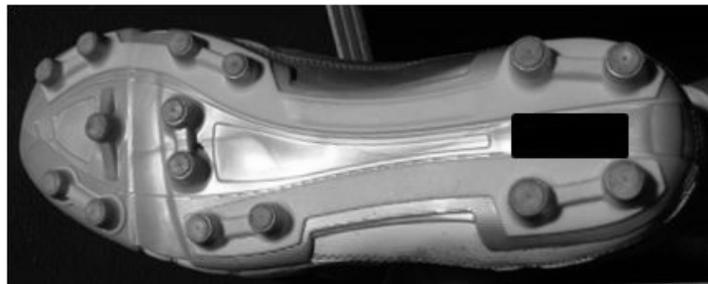
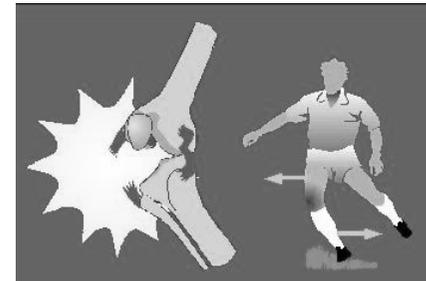
Interacción sujeto-pavimento

AGARRE/TRACCIÓN

Es un aspecto esencial, ya que nos permite desplazarnos

Si las fuerzas de "agarre" son excesivas se dificulta el giro y aumenta el riesgo de sobrecargas y lesiones (ligamento de rodilla)

Si son deficientes, existe el riesgo de deslizarse y caer. Además, la impulsión que se puede hacer con el calzado es baja por lo que disminuye el rendimiento.



Interacción sujeto-pavimento

TRACCIÓN ROTACIONAL

Agarre entre la suela del atleta y la superficie deportiva.

El coeficiente de fricción será suficiente para no resbalar ni excesivo para provocar lesiones en giros del deportista.

Medición: Equipo tracción rotacional + llave dinamométrica



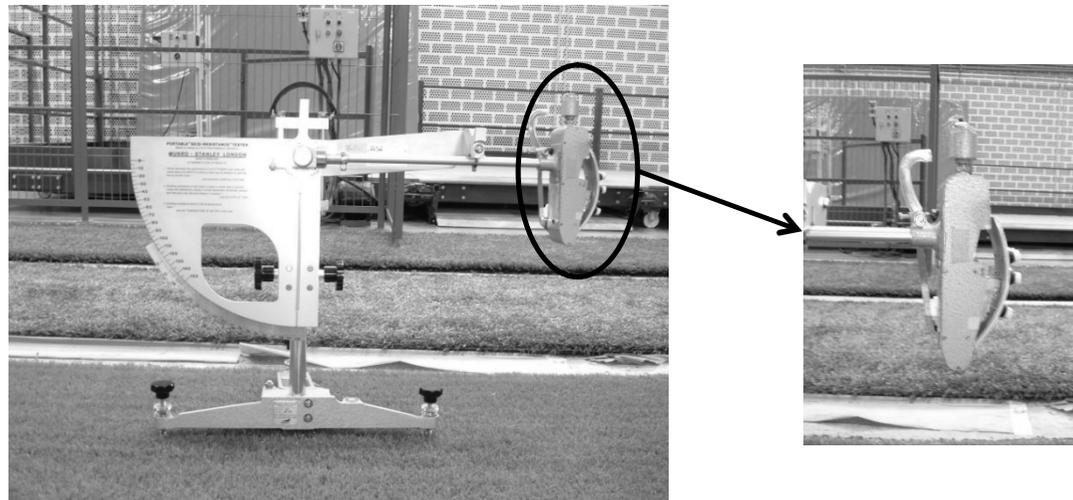
Interacción sujeto-pavimento

TRACCIÓN LINEAL

Agarre entre la suela del atleta y la superficie deportiva.

El coeficiente de fricción será suficiente para no resbalar ni excesivo para provocar lesiones en cambios de sentido del deportista.

Medición: Péndulo TRRL con pie de tacos



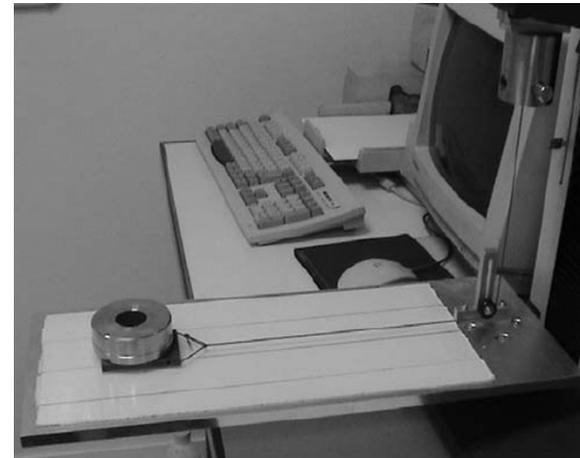
Interacción sujeto-pavimento

ABRASIÓN DE LA PIEL

Evaluación de la fricción entre el césped artificial y una silicona que simula la piel.

Tras el ensayo de fricción se evalúa el daño producido sobre la silicona.

www.ibv.org



Interacción sujeto-pavimento

HIC (Head Injury Criteria)

Mide la energía absorbida por el pavimento en los impactos provocados por una posible caída de cabeza de forma descontrolada. El objetivo es evaluar la altura crítica de caída. Se utiliza para homologar pavimentos para rugby.

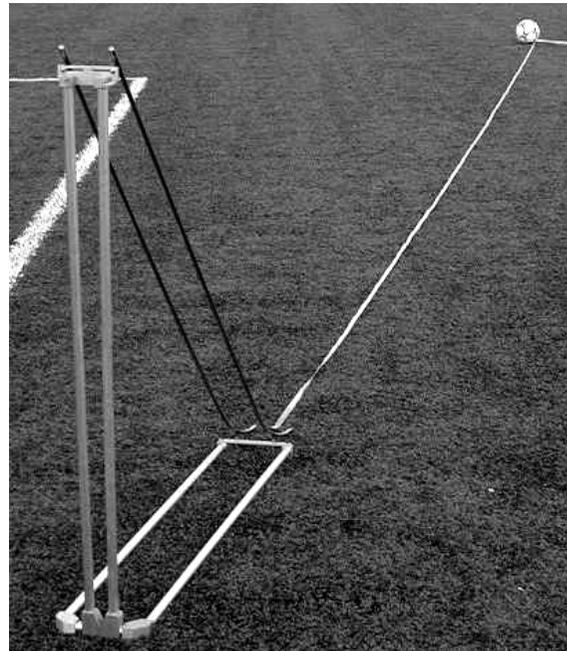
Medición: masa con caída libre con un acelerómetro.



Interacción balón-pavimento

RODADURA

Mide la distancia recorrida por la pelota desde el momento en que entra en contacto con el pavimento tras dejarla caer sobre una rampa con un inclinación y una altura fijadas.



Interacción balón-pavimento

BOTE VERTICAL

Relación entre la altura del bote del balón sobre le pavimento a evaluar y la que se obtiene con el mismo balón en suelo rígido.

Medición: se detecta el bote mediante sonido (micrófono y cronómetro).

$$H = 1.23 \cdot (t - \Delta t^2) \cdot 100$$



Interacción balón-pavimento

BOTE ANGULADO

Conocer cómo se comporta el balón al ser lanzado contra el pavimento con una velocidad y un ángulo determinados.

Medición: el balón es lanzado mediante un cañón y las velocidades medidas mediante un radar.

$$\text{Bote angulado (\%)} = \frac{S_2}{S_1} \cdot 100$$

www.ibv.org



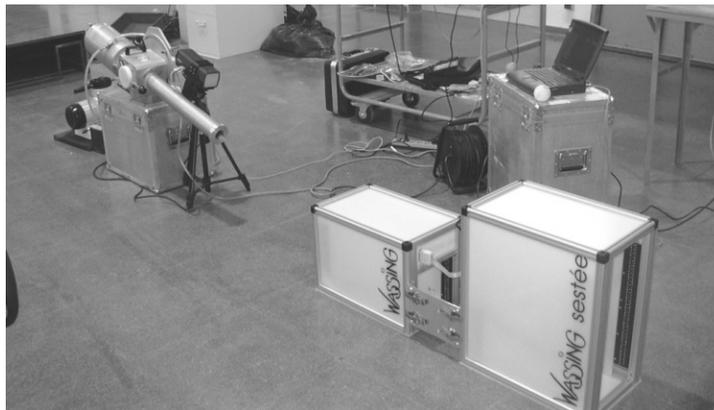
Interacción balón-pavimento

BOTE ANGULADO

Relación entre la altura del bote del balón sobre le pavimento a evaluar y la que se obtiene con el mismo balón en suelo rígido.

Medición: con pelota de baloncesto se detecta el bote mediante sonido (micrófono y cronómetro).

Con este ensayo se clasifican las pistas de tenis según la velocidad de la superficie.





Cuidamos tu calidad de vida

INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA
Universidad Politécnica de Valencia · Edificio 9C
Camino de Vera s/n · E-46022 · Valencia (ESPAÑA)
☎ +34 96 387 91 60 · Fax +34 96 387 91 69
ibv@ibv.upv.es · www.ibv.org



GENERALITAT VALENCIANA
CONSELLERIA D'INDÚSTRIA, COMERÇ I INNOVACIÓ

IMPIVA

