



# SUELOS, PAVIMENTOS E INSTALACIONES DEPORTIVAS ACCESIBLES

Gustavo Muñoz Pereda  
Arquitecto del Consejo Superior de Deportes

JORNADAS TECNICAS SOBRE ACCESIBILIDAD EN INSTALACIONES DEPORTIVAS - MADRID, 14 DE DICIEMBRE DE 2016

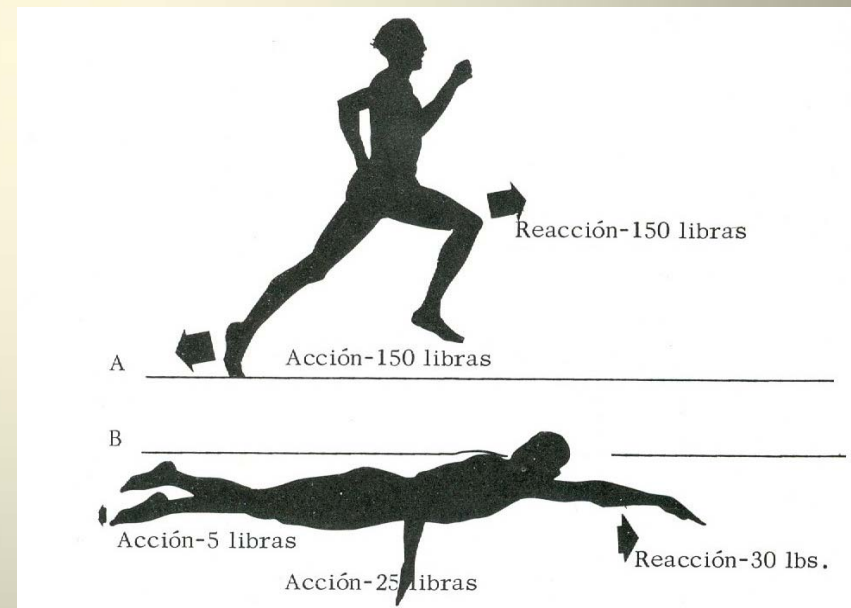
## ¿Por qué un PAVIMENTO DEPORTIVO?

Tercera Ley de Newton: Principio de acción - reacción: siempre que un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro este también ejerce una fuerza sobre él o reacción. Así una persona que camina, empuja hacia atrás el suelo y la reacción del suelo es empujarlo hacia adelante, por lo que se origina un movimiento de avance de la persona.

Pero hay que considerar como suelo todo soporte que responda a una fuerza, y este soporte puede ser gaseoso, líquido o sólido, según la densidad del mismo.

El suelo es la base para poder realizar una acción, un ejercicio, un deporte, ... sin el cual este no se podría ejecutar.

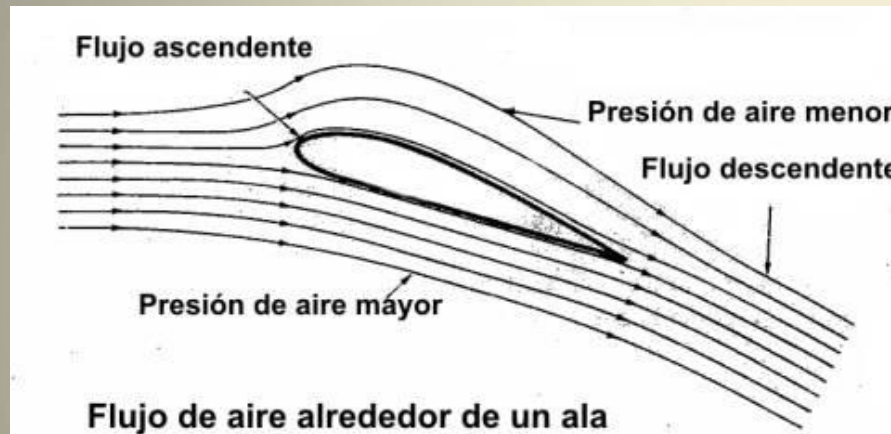
Según la RAE, suelo es, deportivamente, la superficie en la que se ejecutan ejercicios de suelo.



# TIPOS DE SUELOS SEGÚN EL MEDIO FÍSICO

## *MEDIO GASEOSO*

### TEOREMAS DE LA AERODINAMICA



Un paracaídas es un sistema de gran superficie y resistencia, que se emplea para reducir la velocidad y controlar un cuerpo en caída libre, expuesto a la gravedad.

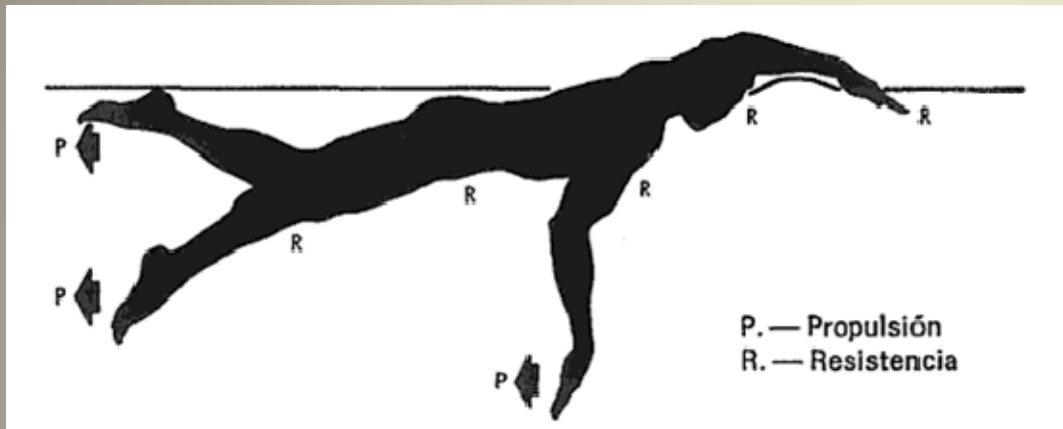
Teorema de Bernoulli, que describe la existencia de un flujo ascendente y, por tanto, sustentante debido a la diferencia de presión entre la cara superior y la inferior de un ala, que será mayor cuanto mayor sea la velocidad de esta.



MARCUTTI/STOCK/THINKSTOCK

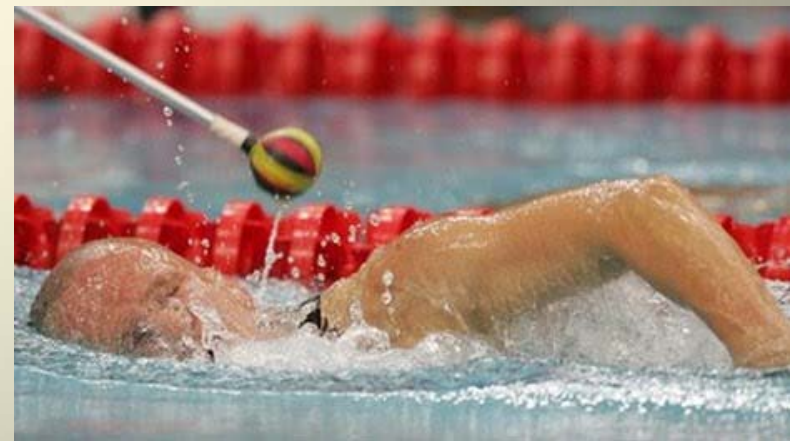
## TIPOS DE SUELOS SEGÚN EL MEDIO FÍSICO

### *MEDIO LIQUIDO*



En este caso el agua es el “suelo” en el que realizar una acción para obtener la propulsión de avance.

Tanta agua empujemos hacia atrás, tanto cuerpo es empujado hacia adelante.



## TIPOS DE SUELOS SEGÚN EL MEDIO FÍSICO

### *MEDIO LIQUIDO y DEPORTE*



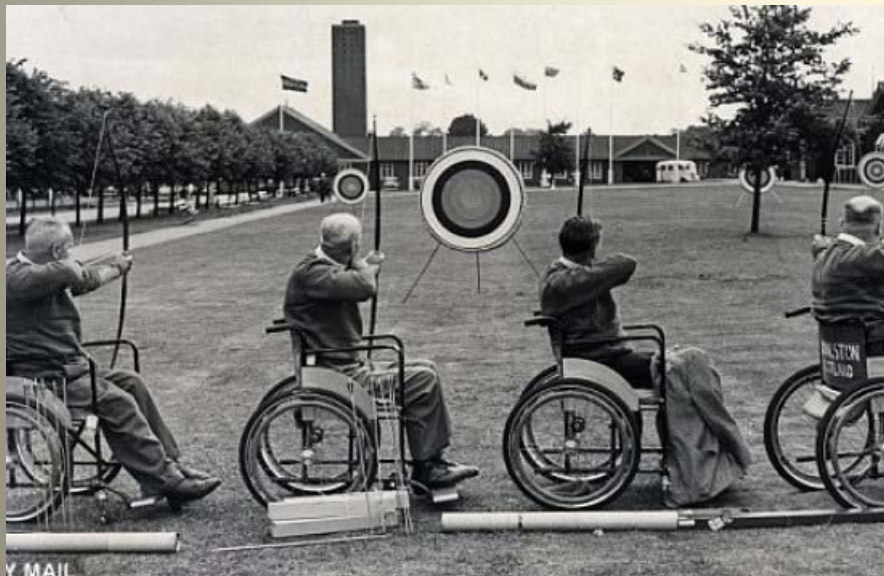
## TIPOS DE SUELOS SEGÚN EL MEDIO FÍSICO

### *MEDIO SOLIDO*

En este medio es donde comúnmente comprendemos el sentido de “suelo” y donde la aplicación del Principio de acción - reacción se entiende más claramente, al obtener un porcentaje de reacción muy similar ante una acción realizada.

Por este motivo, ante entrenamientos prolongados o intensivos, el riesgo de fatiga y de lesiones es muy alto, dificultando o impidiendo la actividad.

Algunos deportes que se realizan en medio sólido tan solo pueden recurrir a protecciones personales para limitar daños durante su ejecución.



## TIPOS DE SUELOS SEGÚN EL MEDIO FÍSICO

### *MEDIO SOLIDO*

Otras actividades cuentan con elementos y/o sistemas para reducir la reacción que pueden provocar patologías. Uno de los más comunes es el empleo de suelos especializados que amortiguan esta reacción y que denominamos “pavimento deportivo”. Por tanto, todo pavimento deportivo se caracteriza por disponer de un sistema que como respuesta, reduce la cantidad de energía que se le aplica.



## CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS DEPORTIVOS

- Protección del aparato locomotor del deportista.

- Mejora del rendimiento deportivo.



- Permiten adaptar el grado y tipo de reacción de la pisada del deportista y su contacto con la superficie de juego. Veremos más adelante como existen en el mercado, sistemas que permiten la graduación indicada o la idoneidad de unos u otros según la actividad a desarrollar.

- Facilitan el mantenimiento de la superficie de juego, alargando la vida de las condiciones del pavimento y así obtener un rendimiento constante.





## CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS SUELOS DEPORTIVOS (I)

- De Interacción superficial.

- \* Sobre el deportista

  - ~ Reducción de fuerzas y absorción de impactos.

  - ~ Deformación puntual o deformación superficial.

  - ~ Graduación del deslizamiento: rotacional y longitudinal.

  - ~ Resistencia a la rotación.

- \* Sobre el balón:

  - ~ Respuesta ante el bote de pelota: vertical y angular.

  - ~ Respuesta del balón rodante.

- Características de durabilidad:

- \* Resistencia a la huella permanente.

- \* Resistencia a impactos.

- \* Comportamiento bajo carga rodante.

- \* Resistencia de las juntas.

- \* Envejecimiento acelerado

- \* Resistencia a la tracción - Resistencia a clavos – Resistencia a la abrasión.

- \* Cambios dimensionales por agua, hielo, calor.

- \* Resistencia a la tracción de las fibras sintéticas.

- \* Envejecimiento climático acelerado.

## CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS SUELOS DEPORTIVOS (II)

- De características varias y medioambientales

- \* Planeidad.
- \* Determinación de espesores.
- \* Brillo – reflexión especular.
- \* Color.
- \* Anclajes.
- \* Cargas electrostáticas.
- \* Uniones a los pavimentos.
- \* Permeabilidad al agua.
- \* Pendientes.
- \* ...

Ver normas UNE EN referentes a los ensayos para la determinación de los parámetros que caracterizan los suelos deportivos, en:

<http://www.csd.gob.es/csd/estaticos/inst-dep/otras-esp-tecnicas/superficies-deportivas.pdf>

donde se especifican las condiciones que han de tener según los usos y tipos de superficies deportivas (página actualizada a abril de 2016).

## PAVIMENTOS MULTIUSOS DE INTERIOR (I)

Producto elástico compuesto por varias capas que, básicamente, son:

- capa superior, de acabado.
- elemento distribuidor de cargas.
- capa elástica deformante.

Dicho conjunto se apoya en una base portante.

### - PAVIMENTOS DE **ELASTICIDAD PUNTUAL** – características:

Superficie flexible

Respuesta al deslizamiento admisible si se limita la deformación.

Seguridad a la pisada admisible si se limita la deformación

Puede provocar cansancio en el deportista si no se limita la deformación.

No apropiado para soportar elementos rodantes (graderíos telescópicos)

No indicado para deportes que empleen ruedas.

### - PAVIMENTOS DE **ELASTICIDAD SUPERFICIAL** – características:

Superficie rígida.

Adecuada conducta al deslizamiento, según superficie de acabado.

Buena seguridad a la pisada.

Nivel bajo de huella dejada ante una carga.

Adecuado para soportar cargas rodantes.

No proporciona cansancio prematuro en el deportista.

Totalmente indicado para deportes que empleen ruedas.

Limitación de protección por dureza de suelo.



## PAVIMENTOS MULTIUSOS DE INTERIOR (II)

De la combinación de un tipo y otro, en distintos grados se pueden conseguir:

Pavimento con **Elasticidad superficial:**

- \* Pavimento elástico con rigidez a la flexión.
- \* Área de deformación grande.

Pavimento de **Elasticidad combinada:**

- \* Capa superior de elasticidad puntual.
- \* Área de deformación grande.

Pavimento de **Elasticidad mixta:**

- \* Capa superior con cierta rigidez.
- \* Área de deformación media.

Pavimento de **Elasticidad puntual:**

- \* Capa superior de elasticidad puntual.
- \* Área de deformación pequeña.



## PAVIMENTOS MULTIUSOS DE INTERIOR (III)

Página oficial de GERFLOOR dedicada a pavimentos deportivos para deporte adaptado.



*"The American team loved the Paralympic Floor. This is my third Paralympic Games so I've played on a lot of different types of flooring but this was by far my favourite. It was easy to move on which allowed for some really exciting play throughout the tournament! We wanted to roll it up and take it home with us."*

**Kendra Lancaster** - USA Olympic Committee - USA

### DISABILITY SPORTS

#### Floors for sports enjoyment!

- ▶ **Taralex™ Sports Floorings** are recognised all over the world for all types of sports. Cushioned floors, with high IPI values, are key features for sitting volleyball and other sitting sports.
- ▶ **Taralex™ multipurpose products** are also suitable for rolling sports.

Playing on a Taralex™ sports floor adds to the enjoyment of sport for ALL athletes!



### GERFLOR'S ANSWERS

**TARAFLEX™ MULTI-USE 6.2** Prof@CSOT D-Max+ CXP/HD

**D-Max+**

A sports floor adapted for wheelchairs and multisports

- ▶ A real sports floor in the **P1** category (complies with EN Standard 14904) 25 to 35% of shock absorption
- ▶ **Triple strength:** two fiberglass grids and one veil for an outstanding **indentation resistance**
- ▶ Excellent resistance to **rolling loads**

6.2mm P1

**TARAFLEX™ SURFACE** Prof@CSOT D-Max™

**2.1mm**

Ideal for rolling sports and heavy duty multipurpose usage

Offering an excellent grip/slide coefficient, Taralex™ Surface is available with the highly durable D-Max™ multi-layer surface for maximum durability and indentation resistance.

**TARAFLEX™ SPORT M PERFORMANCE** Prof@CSOT D-Max D-Max+ CXP/HD

**IPI = 82%**

**9mm** P2

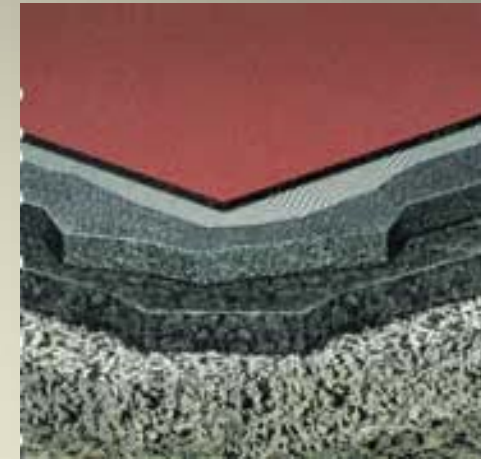
Protection and performance!

With an IPI of 82%, **Taralex™ Sport M Performance** brings high level of comfort for sitting athletes and participates to the enjoyment of sport!

## PAVIMENTOS SINTETICOS DE EXTERIOR (I)

De manera genérica, se configuran con las siguientes capas, de abajo a arriba:

- \* Riego de herbicida sobre el estrato resistente del terreno.
- \* Capa soporte no ligada, compuesta con áridos de espesor 15 cm, compactada.
- \* Capa soporte ligada formada por:
  - 1ª capa de sellado sobre la que se extiende un aglomerado asfáltico con árido 40 mm
  - 2ª capa de ligante sobre la que se extiende un micro aglomerado con árido 25 mm.
- \* Pavimento sintético de composición y espesor variable según tipo de deporte.



La elasticidad que siempre se busca en este tipo de pavimentos es puntual.



## PAVIMENTOS SINTETICOS DE EXTERIOR (II)

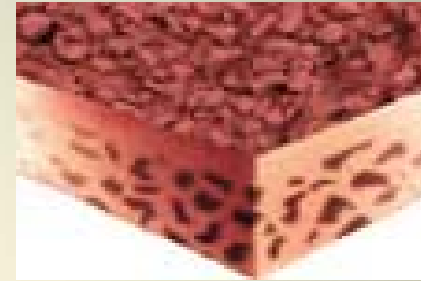
Para **ATLETISMO**:

resistente a zapatillas de clavos y rayos UV, semipermeables.

Pueden ser "in situ":

**Macizo / compacto** (e: 12 – 13 mm):

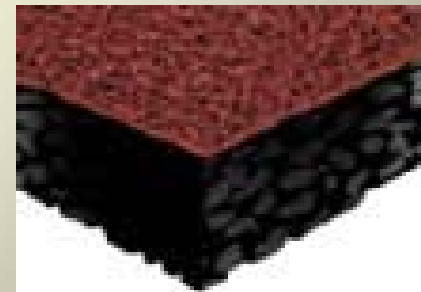
capa superficial de granulado de EPDM +  
capa elástica de granulados de caucho  
ligados con resina de poliuretano.



**Bicapa** (e: 13 mm): capa superficial de granulado  
de EPDM (4 mm) + capa elástica de granulados  
de caucho negro aglomerados con poliuretano  
monocomponente (9 mm).



**Proyectado** (5 mm): capa superficial granulado  
polvo EPDM (1 mm) y sellado + capa elástica de  
granulados de caucho negro ligados con  
poliuretano monocomponente (4 mm).



## PAVIMENTOS SINTETICOS DE EXTERIOR (III)

Para **ATLETISMO**: resistente a zapatillas de clavos y rayos UV, impermeables.  
Pueden ser “prefabricados”:

Caucho vulcanizado y estabilizado, con superficie gofrada, de espesores variables: 6, 8, 10, 13, 14 mm, adherido con resina de poliuretano a la capa soporte asfáltica.





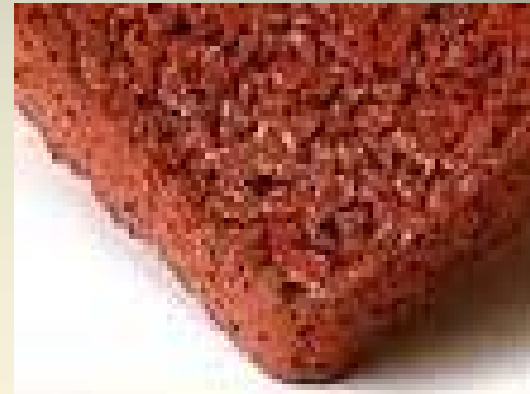
## PAVIMENTOS SINTETICOS DE EXTERIOR (IV)

**PISTA POLIDEPORTIVAS:** permeable y resistente a la abrasión.  
Pueden ser “in situ”:

**Monocapa:** Formado por granulado de EPDM aglomerado con resina de poliuretano (e: 7 mm).  
Puesto en obra preferentemente con extendedora.

**Bicapa:** Formado por capa superficial de granulado de EPDM aglomerado con resina de poliuretano, y capa de gránulos de caucho negro aglomerados con poliuretano (e: 9 mm).

**Proyectado:** semipermeable. Compuesto por capa superficial formada por un sellado de capas de poliuretano transparente + pinturas de poliuretano, que se sustenta en una capa inferior de granulados de caucho negro aglomerados con poliuretano bicomponente. (e: 7 – 9 mm)



## PAVIMENTOS SINTETICOS DE EXTERIOR (V)

### PISTA POLIDEPORTIVAS:

Pueden ser “prefabricados”:

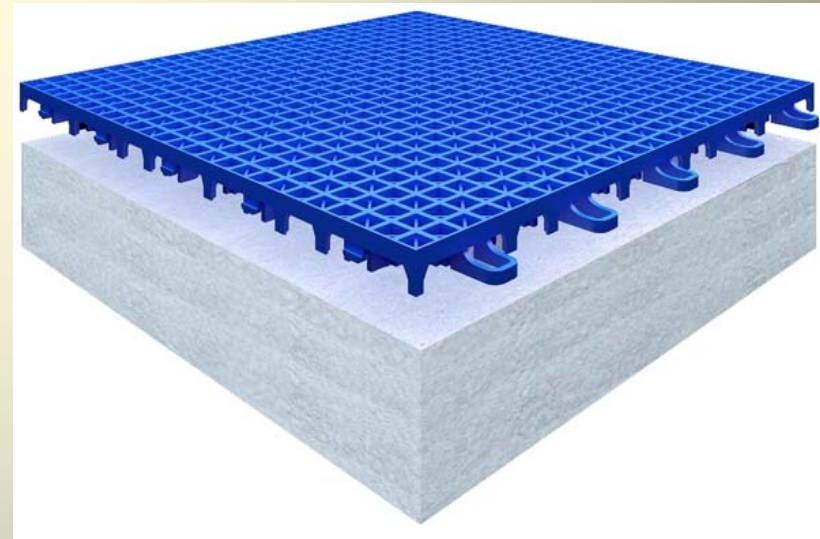
\* Impermeable y resistente a la abrasión.

Formado por capa de caucho calandrado y vulcanizado (con superficie grabada) y una capa inferior de caucho para la absorción de impactos, formado el conjunto por estos dos estratos de diferente elasticidad. Este pavimento se adhiere a la superficie asfáltica de base. (e: 6 – 8 mm).



\* Permeables y desmontables

Formado por losetas perforadas que se sustentan en su base mediante patillas distanciadas entre si y mediante las que se obtiene una cierta elasticidad. Existen numerosos tipos y modelos. No se emplea en competición.

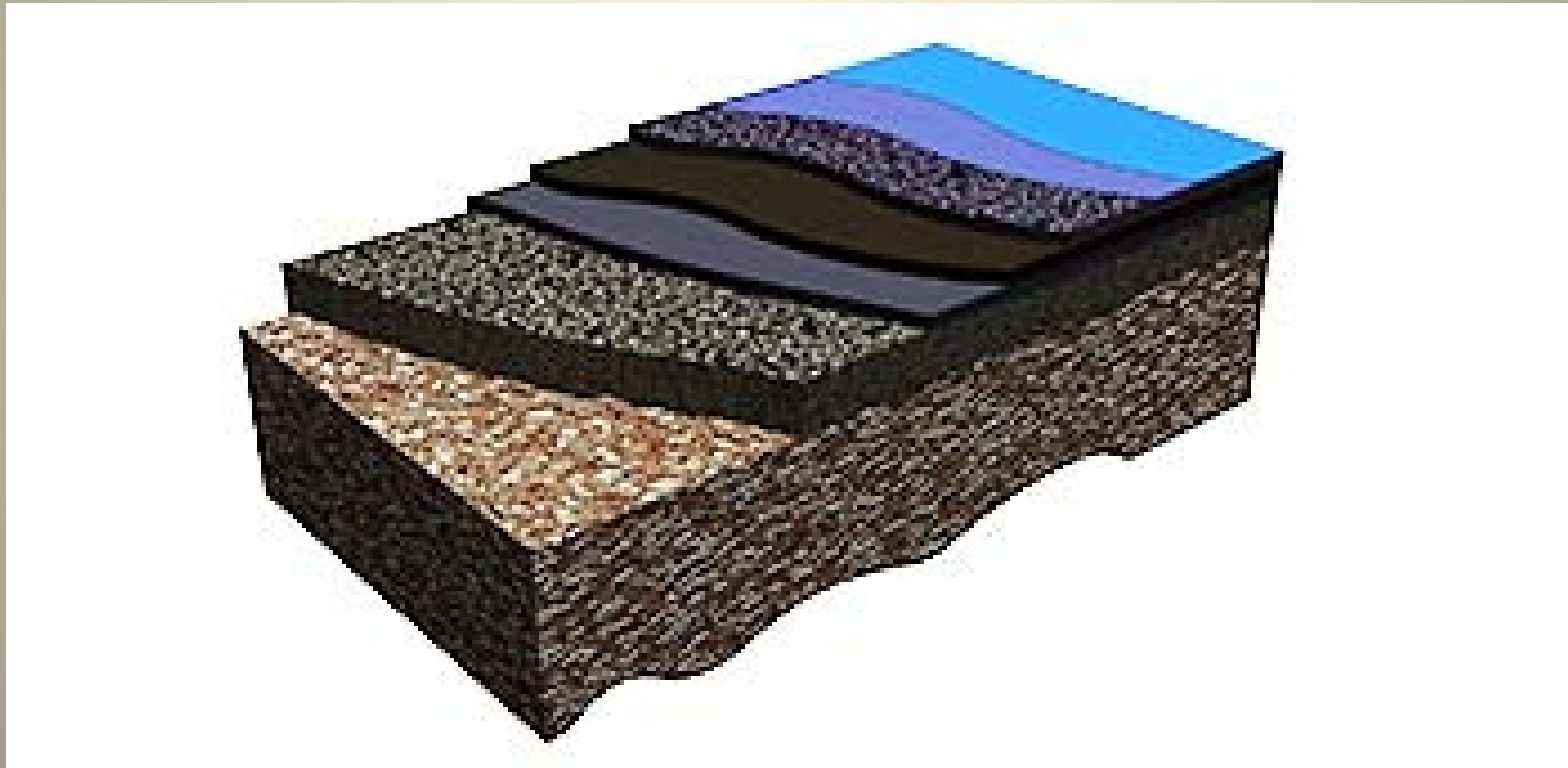


## PAVIMENTOS SINTETICOS DE EXTERIOR (VI)

### PISTAS POLIDEPORTIVAS, TENIS Y PATINES.

Pueden ser “in situ”:

Formado por capa de resinas acrílicas que puede incorporar partículas de caucho sobre una base de aglomerado asfáltico.



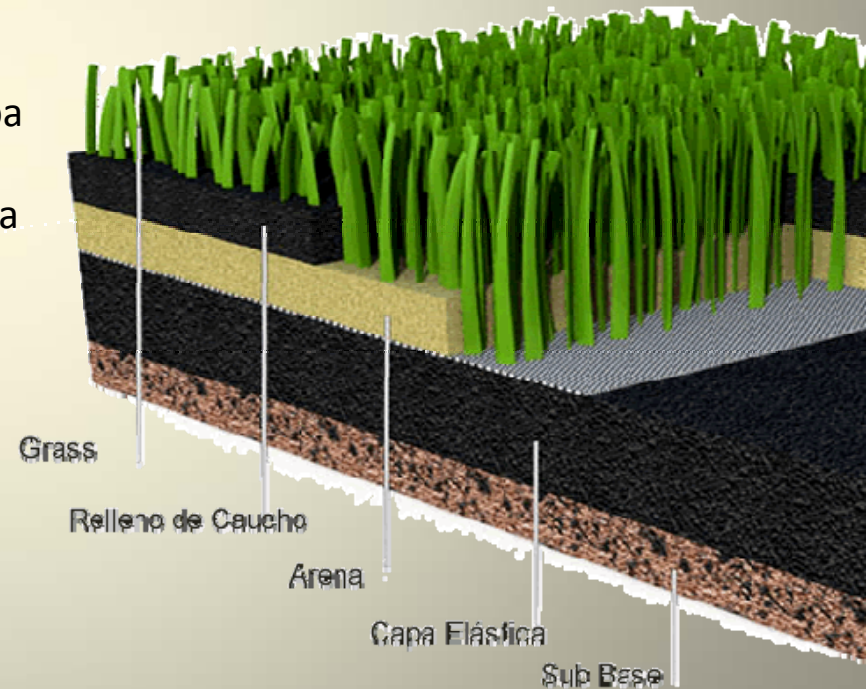
## PAVIMENTOS SINTETICOS DE EXTERIOR (VII)

### FUTBOL, TENIS, HOCKEY HIERBA, RUGBY

Se desarrollan sobre superficies de hierba natural o sintética o mixta como combinación de césped natural y artificial.

Si nos centramos en la hierba sintética, y partiendo de la estructura ya definida para pavimentos al exterior, sobre el sustrato asfáltico (preferible a su instalación sobre zahorras compactadas) se puede disponer:

\* Una base elástica formada por una capa prefabricada de caucho o ejecutada in situ, sobre la que se dispondría el césped artificial de fibra corta (12 – 14 mm).



## PAVIMENTOS SINTETICOS DE EXTERIOR (VIII)

### FUTBOL, TENIS, HOCKEY HIERBA, RUGBY

\* Un césped artificial de altura de fibra > 60 mm, sobre el que se extiende un granulado de caucho suelto y una capa de arena de sílice como lastre, que primordialmente se emplea para Fútbol y Tenis, aunque existen marcas que emplean el sistema anterior.



Para la fabricación de estos céspedes artificiales, se emplean fibras de polietileno o nylon, que se tejen sobre una urdimbre que se denomina backing quedando los penachos unidos a esa base mediante la aplicación de resinas de poliuretano que fijan el conjunto.

## DEPORTES PARALIMPICOS (I)

Según la página oficial del Comité Paralímpico Español, los deportes de verano, según el grado de discapacidad, son:

DEPORTES POR DISCAPACIDAD	Discapacidad visual	Discapacidad física		Parálisis cerebral, lesión cerebral	Discapacidad intelectual
		Discapacidad en extremidades, acondroplasia, etc.	Lesión medular, usuario de silla de ruedas		
<b>DEPORTES DE VERANO</b>					
<a href="#">Atletismo</a>	✓	✓	✓	✓	✓
<a href="#">Baloncesto SR</a>		✓	✓		
<a href="#">Boccia</a>			✓	✓	
<a href="#">Ciclismo</a>	✓	✓	✓	✓	
<a href="#">Esgrima SR</a>		✓	✓		
<a href="#">Fútbol-5</a>	✓				
<a href="#">Fútbol-7</a>				✓	
<a href="#">Goalball</a>	✓				
<a href="#">Halterofilia</a>		✓	✓	✓	
<a href="#">Hípica</a>	✓	✓	✓	✓	
<a href="#">Judo</a>	✓				
<a href="#">Natación</a>	✓	✓	✓	✓	✓
<a href="#">Piragüismo</a>		✓	✓	✓	
<a href="#">Remo</a>	✓	✓	✓	✓	
<a href="#">Rugby SR</a>			✓		
<a href="#">Tenis SR</a>		✓	✓		
<a href="#">Tenis de mesa</a>		✓	✓	✓	✓
<a href="#">Tiro con arco</a>		✓	✓	✓	
<a href="#">Tiro</a>		✓	✓		
<a href="#">Vela</a>	✓	✓	✓	✓	
<a href="#">Voleibol sentado</a>		✓			

## DEPORTES PARALIMPICOS (II)

La gran mayoría de los deportes desarrollados por personas con movilidad reducida no requieren de suelos específicos, adaptándose a los empleados por personas sin discapacidad, para modalidades iguales o similares. No obstante, en <http://www.csd.gob.es/csd/instalaciones/politicas-publicas-de-ordenacion/actuaciones-en-el-ambito-tecnico/superficies-deportivas-normas-europeas> se describen sus características y requisitos.

El empleo de una silla de rueda exige que el grado de rozamiento - deslizamiento entre la silla y el suelo sean adecuados y siempre lo serán en tanto en cuanto cumplan dicha característica entre calzado y suelo.

La base elástica, según el grado, puede alterar el comportamiento de la rueda por lo que es más conveniente hacerlo sobre superficies duras o con elasticidad reducida.

La posibilidad de vuelco será debida a la acción del deportista y muy difícilmente por falta de agarre de la goma de la rueda y el pavimento.



## DEPORTES PARALIMPICOS (III)

Deportes puramente paralímpicos como la Boccia o Bocha, se pueden desarrollar en pistas de interior, sin ninguna exigencia particular para el pavimento.





## DEPORTES PARALIMPICOS (IV)

El Goalball y el Fútbol 5 o Fútbol Sala para ciegos, igualmente pueden ser practicados en espacios polideportivos cubiertos y no cubiertos respectivamente, pero siempre que el pavimento deportivo no altere la percepción sonora emitida por el balón.



## DEPORTES PARALIMPICOS (V)

Podemos afirmar que las exigencias de un pavimento para deporte adaptado no son tan significativas como para requerir de espacios de uso exclusivo, pudiéndose desarrollar en instalaciones polideportivas comunes.

Ciertas modalidades adaptadas requieren de condicionantes totalmente compatibles con los usos corrientes, y que están dirigidos a que los sentidos del deportista no se vean alterados para conseguir su más aguda percepción.

Se hace referencia a:

- \* la absorción acústica del pavimento y del espacio deportivo en general o con una reverberación inadecuada; a las salas anexas con un aislamiento acústico inaceptable, ...
- \* al mayor contraste en el marcaje de pistas y campos para su percepción en personas con limitaciones visuales, y del pavimento con los paramentos verticales de la Sala.
- \* a la uniformidad en la iluminación de pistas, de manera que no representen áreas muy contrastadas con otras próximas.

## DEPORTES PARALIMPICOS DE INVIERNO (VI)

Según la página oficial del Comité Paralímpico Español, los deportes de invierno por grado de discapacidad, son:

Estas actividades no requieren de un pavimento especial, pues es en el hielo y la nieve el suelo deportivo donde se desarrollan.

DEPORTES POR DISCAPACIDAD	Discapacidad visual	Discapacidad física		Parálisis cerebral, lesión cerebral	Discapacidad intelectual
		Discapacidad en extremidades, acondroplasia, etc.	Lesión medular, usuario de silla de ruedas		
<b>DEPORTES DE INVIERNO</b>					
<a href="#">Esquí alpino</a>	✓	✓	✓	✓	
<a href="#">Esquí nórdico</a>	✓	✓	✓	✓	
<a href="#">Biatlón</a>	✓	✓	✓	✓	
<a href="#">Curling SR</a>			✓	✓	
<a href="#">Hockey</a>		✓	✓		
<a href="#">Snowboard</a>		✓			

## DEPORTES PARALIMPICOS DE INVIERNO (VII)



Con mi agradecimiento a la Federación Española de Municipio y Provincias, así como a la Fundación ACS, por la oportunidad que me han brindado al permitir poner otro granito de arena en la batalla de la accesibilidad que, aunque seguro que será ganadora, se está retrasando excesivamente la obtención de la tan preciada igualdad y en aprender que lo normal es ser diferente.

Muchas gracias por su atención.