

DEPARTAMENT D'ACTIVITAT FÍSICA I ESPORT

ESTUDIO DE LOS TRINQUETES DE *PILOTA VALENCIANA*,
SEGÚN CRITERIOS EPIDEMIOLÓGICOS, DE OPINIÓN Y
BIOMECÁNICOS.

ANA MARÍA MONTANER SESMERO

UNIVERSITAT DE VALÈNCIA
Servei de Publicacions
2010

Aquesta Tesi Doctoral va ser presentada a València el dia 30 de novembre de 2010 davant un tribunal format per:

- Dr. Roberto Ferrandis Ferrer
- Dr. Pedro Pérez Soriano
- Dr. José Campos Granell
- Dr. Isaac Estevan Torres
- Dr. Enrique Alcántara Alcover

Va ser dirigida per:

Dr. Javier Gámez Payá

Dr. Salvador Llana Belloch

©Copyright: Servei de Publicacions
Ana María Montaner Sesmero

Dipòsit legal: V-3363-2011

I.S.B.N.: 978-84-370-7998-1

Edita: Universitat de València

Servei de Publicacions

C/ Arts Gràfiques, 13 baix

46010 València

Spain

Telèfon:(0034)963864115

VNIVERSITAT Đ VALÈNCIA

Facultat de Ciències de l'Activitat Física i l'Esport



**ESTUDIO DE LOS TRINQUETES DE *PILOTA*
VALENCIANA, SEGÚN CRITERIOS
EPIDEMIOLÓGICOS, DE OPINIÓ Y BIOMECÁNICOS**

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

Dña. Ana María Montaner Sesmero

Codirigida por:

Dr. D. Salvador Llana Belloch

Dr. D. Javier Gámez Payá

Valencia, 2010

*A Bene, Pau y Joan
por su amor incondicional.
Os quiero.*

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas y entidades que de una manera u otra han ayudado en la realización de esta Tesis Doctoral:

En primer lugar, a mis directores de Tesis, al Dr. D. Salvador Llana Belloch, por confiar en mí desde el principio, por sus consejos y apoyo constante, por su dedicación, y sobre todo, por animarme en todo momento en la realización de este trabajo. Al Dr. D. Javier Gámez Payá, por elegirme para participar en este proyecto y ayudarme a desarrollar mi labor dentro del IBV.

También quisiera manifestar mi gratitud a todos los compañeros del IBV, con los que he compartido muchas horas de trabajo y también de buenos momentos. A David Rosa y Enrique Alcántara por su inquietud investigadora y honradez en el trabajo. A los compañeros de laboratorio por su colaboración en la realización de los ensayos mecánicos. A los compañeros del departamento de *Diseño Orientado a las Personas* (DOP), por su asesoramiento en la confección de las encuestas y determinación de las muestras. A Sara y a Toni, y en especial a mi hermano Carles con quien comparto inquietudes y aprendizajes, por todos los buenos momentos que pasamos juntos y por el entusiasmo que demuestra en todos mis trabajos.

A Emilio Lledó, quiero agradecerle sus aportaciones y ayuda desinteresada en la revisión bibliográfica.

A los *trinqueteros* por cedernos sus instalaciones para realizar los ensayos y a los *pilotaris* por su colaboración y predisposición en la realización de los diferentes estudios.

A la Dirección General de Deportes de la Comunidad Valenciana por su apoyo a la investigación y desarrollo del deporte de *pilota*.

A mi familia, a mi padre, a mis hermanos Virginia y Carles que siempre me han apoyado. A mi abuela y a mi madre, os echo de menos. También a Pau y a Joan por las horas robadas y por tener siempre una sonrisa para mí.

Y como siempre, a Bene por creer en mí y darme la confianza necesaria para alcanzar todos mis propósitos, por ayudarme en todo momento, por darme estabilidad y ofrecerme el amor por el que desde hace tiempo le estoy muy agradecida.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ORIGEN DE LA TESIS	1
--------------------------------------	----------

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. EL JUEGO DE PELOTA	2
2.1.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA	2
2.1.2. EL TRINQUETE.....	6
2.1.2.1. Definición	6
2.1.2.2. Características dimensionales, geométricas y estructurales	6
2.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS MODALIDADES JUGADAS EN EL TRINQUETE.....	9
2.1.3.1. Características comunes a ambas modalidades	9
2.1.3.2. <i>Escala i corda</i>.....	11
2.1.3.3. <i>Raspall</i>.....	12
2.1.4. EPIDEMIOLOGÍA EN LOS DEPORTES DE PELOTA.....	13
2.1.4.1. Localización de las lesiones en pelota vasca y deportes de raqueta.....	13
2.1.4.2. Tipología de lesión en deportes de raqueta.....	14
2.2. BIOMECÁNICA APLICADA A LOS PAVIMENTOS DEPORTIVOS	15
2.2.1. INTRODUCCIÓN.....	15
2.2.2. ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL JUGADOR Y EL PAVIMENTO.....	16
2.2.2.1. Amortiguación (Absorción de impactos)	16
2.2.2.2. Fricción.....	22
2.2.3. ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN DE LA PELOTA CON EL PAVIMENTO.....	35
2.2.3.1. Bote vertical del balón o pelota	35
2.2.3.2. Bote angulado de la pelota.....	37
2.2.3.3. Rodadura de la pelota.....	39

2.3. EL DISEÑO ORIENTADO AL USUARIO (DOU) APLICADO AL ESTUDIO DE LOS TRINQUETES DE <i>PILOTA VALENCIANA</i>	40
---	----

2.4. CONCLUSIONES DEL ESTADO DEL ARTE	43
---	----

3. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

3.1. OBJETIVOS DE LA TESIS	44
----------------------------------	----

3.2. PLAN DE TRABAJO	45
----------------------------	----

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE MOLESTIAS

CORPORALES.....	48
-----------------	----

4.1.1. VARIABLES ANALIZADAS.....	48
----------------------------------	----

4.1.2. INSTRUMENTOS DE MEDIDA UTILIZADOS.....	48
---	----

4.1.3. DISEÑO DE EXPERIENCIAS.....	49
------------------------------------	----

4.1.3.1. Elaboración de una base de datos de jugadores	49
--	----

4.1.3.2. Confección de las encuestas epidemiológicas y recogida de la información	49
--	----

4.1.3.3. Descriptivos de la muestra de jugadores de <i>pilota valenciana</i>	50
--	----

4.1.4. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	52
--------------------------------------	----

4.2. ANÁLISIS DE LOS TRINQUETES DE *PILOTA VALENCIANA*.....

4.2.1. ESTUDIO DE OPINIÓN - IDENTIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES.....	53
---	----

4.2.1.1. Grupos de discusión	53
------------------------------------	----

4.2.1.2. Aspectos analizados	53
------------------------------------	----

4.2.1.3. Instrumentos de medida utilizados.....	54
---	----

4.2.1.4. Diseño de experiencias	54
---------------------------------------	----

4.2.1.5. Tratamiento de datos	54
-------------------------------------	----

4.2.1.6. Resultados de los grupos de discusión	55
--	----

4.2.2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA DE TRINQUETES DE <i>PILOTA</i>	56
4.2.2.1. Determinar la calidad de los trinquetes	56
4.2.2.2. Muestra de <i>pilotaris</i>	56
4.2.2.3. Recogida de la información	57
4.2.2.4. Tratamiento de los datos.....	57
4.2.2.5. Resultados.....	57
4.2.3. ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE TRINQUETES.....	58
4.2.3.1. Aspectos analizados	58
4.2.3.2. Instrumentos de medida utilizados.....	59
4.2.3.3. Diseño de experiencias	59
4.2.3.4. Tratamiento estadístico.....	60
4.2.4. ESTUDIOS MECÁNICOS.....	61
4.2.4.1. Variables analizadas.....	62
4.2.4.2. Instrumentos de medida utilizados.....	63
4.2.4.3. Diseño de experiencias	64
4.2.4.4. Tratamiento de datos	70
4.3. TRATAMIENTO CONJUNTO DE DATOS	70

5. RESULTADOS

5.1. ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE MOLESTIAS CORPORALES.....	71
5.1.1. RESULTADOS SOBRE LA PERCEPCIÓN DE MOLESTIAS CORPORALES.....	71
5.1.1.1. Análisis descriptivo de la percepción de molestias corporales.....	71
5.1.1.2. Análisis diferencial de la percepción de molestias corporales.....	76
5.2. ANÁLISIS DE LOS TRINQUETES DE <i>PILOTA VALENCIANA</i>	77
5.2.1. RESULTADOS DEL ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE TRINQUETES.....	77
5.2.1.1. Análisis descriptivo del estado de los trinquetes.....	77

5.2.1.2. Análisis descriptivo de las propuestas de mejora de los trinquetes	90
5.2.1.3. Análisis diferencial del estado de los trinquetes.....	92
5.2.2. RESULTADOS DE LAS VARIABLES MECÁNICAS ANALIZADAS.....	94
5.2.2.1. Análisis descriptivo de las variables mecánicas.....	94
5.2.2.2. Análisis diferencial de las variables mecánicas en función de la calidad del trinquete	95
5.2.2.3. Parámetros de referencia (rangos numéricos) para definir trinquetes de calidad	100
5.3. TRATAMIENTO CONJUNTO DE DATOS.....	101
5.3.1. RESULTADOS DE LA RELACIÓN ENTRE VARIABLES MECÁNICAS Y DE OPINIÓN (SUBJETIVAS)	101
5.3.1.1. Resultados de correlación entre las variables de opinión de los jugadores y las variables mecánicas relacionadas con el pavimento.....	101
5.3.1.2. Resultados de correlación entre las variables de opinión de los jugadores sobre el pavimento y las variables mecánicas relacionadas con la interacción de la pelota en el pavimento.....	102

6. DISCUSIÓN

6.1. ANÁLISIS DE LAS MOLESTIAS CORPORALES QUE SUFREN LOS <i>PILOTARIS</i>	103
6.2. ASPECTOS MÁS DESTACADOS DE LOS GRUPOS DE DISCUSIÓN.....	107
6.3. VALIDEZ DE LA SELECCIÓN DE TRINQUETES.....	107
6.4. ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE TRINQUETES.....	107
6.4.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DE LOS TRINQUETES.....	107
6.4.2. ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA DEL TRINQUETE.....	112
6.5. ESTUDIO MECÁNICO DE TRINQUETES.....	114

7. CONCLUSIONES

7.1. CONCLUSIONES METODOLÓGICAS.....	117
7.2. CONCLUSIONES DERIVADAS DE LOS RESULTADOS.....	117
7.2.1. EN RELACIÓN A LAS MOLESTIAS CORPORALES DE LOS <i>PILOTARIS</i>	117
7.2.2. EN RELACIÓN AL ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE TRINQUETES.....	118
7.2.3. EN RELACIÓN AL ESTUDIO MECÁNICO DE TRINQUETES	118
7.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	119

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	120
8.2. NORMATIVA CITADA	128

9. ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA UTILIZADA EN EL ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE MOLESTIAS CORPORALES	129
ANEXO 2. CONSENTIMIENTO FIRMADO POR LOS <i>PILOTARIS</i>.....	134
ANEXO 3. GUIÓN UTILIZADO EN EL GRUPO DE DISCUSIÓN.....	135
ANEXO 4. ENCUESTA UTILIZADA EN EL ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE TRINQUETES.....	136

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fresco griego que representa la *fenninde*, antecedente de la actual modalidad de *llargues*.

Figura 2. Partida de *jeu de paume* utilizando raquetas.

Figura 3. Jugadores disputando una partida de cesta-punta.

Figura 4. El juego de *pilota* durante el siglo XIX.

Figura 5. Partes de un *trinquet* de *pilota valenciana*.

Figura 6. Detalle de los *blaus* en la muralla del trinquete.

Figura 7. El *dau*.

Figura 8. Partida de *escala i corda* (izquierda) y de *raspall* (derecha) disputadas en el trinquete.

Figura 9. Protecciones empleadas por los jugadores y material para elaborarlas.

Figura 10. Jugador de *raspall* realizando una *raspada*.

Figura 11. Representación de la *ferida*: forma de realizar el saque en *escala i corda*.

Figura 12. Localización y porcentaje de dolencias de los jugadores de Pelota Vasca (Gaméz *et al.* 2004).

Figura 13. Patrón de fuerzas de reacción durante la carrera.

Figura 14. Atleta Artificial de Berlín (izquierda) y Atleta artificial de Stuttgart (derecha).

Figura 15. Instrumentación utilizada para analizar la amortiguación realizando drop test con sujetos.

Figura 16. Péndulo utilizado para medir la fricción longitudinal.

Figura 17. Carro de deslizamiento.

Figura 18. Máquina de fricción longitudinal-IBV de monitorización neumática.

Figura 19. Instrumental diseñado por el BAM para medir el deslizamiento.

Figura 20. Aparato de tracción.

Figura 21. Aparato de deslizamiento de Stuttgart.

Figura 22. Máquina de fricción rotacional – IBV de monitorización neumática.

- Figura 23. Esquema explicativo del Modelo de Cross.
- Figura 24. Wassing Sestée.
- Figura 25. Rampa utilizada para el análisis de la rodadura en campos de fútbol.
- Figura 26. Circuito de slalom normalizado para registrar variables biomecánicas en la ejecución de movimientos deportivos (Brizuela, 1996).
- Figura 27. Viñeta que ejemplifica la filosofía del DOU (Page *et.al.*,2001).
- Figura 28. Modelo de interacción con los niveles de estudio.
- Figura 29. Plan de trabajo de la Tesis Doctoral.
- Figura 30. Gráfica resultante del ensayo de amortiguación sobre loseta de Monóvar.
- Figura 31. Péndulo TRRL.
- Figura 32. Máquina de Fricción Rotacional.
- Figura 33. Wassing Sestée.
- Figura 34. Cañón neumático.
- Figura 35. Localización de los puntos de ensayo en el ensayo de fricción por deslizamiento.
- Figura 36. Puntos de ensayo en las juntas de las losetas según tipo de disposición de las mismas.
- Figura 37. Localización de los puntos de ensayo en el ensayo de fricción rotacional, bote angulado en el pavimento y bote vertical.
- Figura 38. Colocación del cañón y del Wassing Sestée.
- Figura 39. Localización de los puntos de ensayo en el ensayo de bote angulado en pared.
- Figura 40. Posición del cañón y del Wassing Sestée en el ensayo de bote angulado en pared.
- Figura 41. Dibujo del instrumental utilizado en el ensayo de bote vertical.
- Figura 42. Mapa del cuerpo humano y molestias más frecuentes.
- Figura 43. Periodo de convalecencia según la zona dañada.
- Figura 44. Gráfico de frecuencia-importancia de las lesiones sufridas por los *pilotaris*.
- Figura 45. Descripción del estado de los trinquetes: zonas en las que se pierde de vista la pelota durante el vuelo en el grupo de trinquetes en “buen estado”.

Figura 46. Valoración general del pavimento en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Figura 47. Valoración del estado de conservación del techo en los trinquetes.

Figura 48. Valoración general del trinquete en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Figura 49. Diferencias significativas entre trinquetes en “buen y mal estado” para la variable coeficiente de fricción rotacional del piso.

Figura 50. Diferencias significativas entre trinquetes en “buen y mal estado” para la variable coeficiente de fricción longitudinal del piso.

Figura 51. Diferencias ($p=0,06$) entre trinquetes en “buen y mal estado” para la variable altura del primer bote.

Figura 52. Diferencias significativas entre trinquetes en “buen y mal estado” para la variable velocidad de salida de la pelota en el bote angulado sobre el piso.

Figura 53. Diferencias significativas entre trinquetes en “buen y mal estado” para la variable f (fricción) de las paredes en el bote angulado.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Incidencia de lesión en función de la estructura anatómico-funcional afectada (modificado de Caine *et al.*, 1996).

Tabla 2. Nivel competitivo de los sujetos encuestados.

Tabla 3. Descripción de la muestra: experiencia y dedicación a la actividad.

Tabla 4. Descripción de la muestra: posición de juego.

Tabla 5. Descripción de la muestra: modalidades de *pilota valenciana* practicadas.

Tabla 6. Resultados de los grupos de discusión y entrevistas a jugadores agrupado en “familias” de necesidades.

Tabla 7. Trinquetes seleccionados para la realización del estudio.

Tabla 8. Descriptivos generales de los jugadores encuestados.

Tabla 9. Variables y ensayos relacionados con la interacción entre el jugador y el pavimento.

Tabla 10. Variables y ensayos relacionados con la interacción del bote de la pelota en los elementos del trinquete (paredes y pavimento).

Tabla 11. Jugadores con alguna molestia corporal.

Tabla 12. Jugadores con molestias en el miembro inferior.

Tabla 13. Tipo de lesión en cuanto a elementos anatómico-funcionales afectados.

Tabla 14. Zonas de incidencia de molestias en función de la posición de juego.

Tabla 15. Zonas de incidencia de molestias en función de la modalidad practicada.

Tabla 16. Molestias según el nivel deportivo.

Tabla 17. Análisis no paramétrico de la varianza – Kruskal Wallis entre las molestias y el nivel deportivo.

Tabla 18. Descripción del estado de los trinetes: estado de conservación en el grupo de trinetes en “buen estado”.

Tabla 19. Descripción del estado de los trinetes: estado de conservación en el grupo de trinetes en “mal estado”.

Tabla 20. Descripción del estado de los trinetes: valoración de cómo *mienten* las paredes en el grupo de trinetes en “buen estado”.

Tabla 21. Descripción del estado de los trinetes: valoración de cómo *mienten* las paredes en el grupo de trinetes en “mal estado”.

Tabla 22. Descripción del estado de los trinetes: valoración de cómo *escupe* el rebote del resto y de cómo les gustaría que *escupiera* en el grupo de trinetes en “buen estado” y en el grupo de trinetes en “mal estado”.

Tabla 23. Descripción del estado de los trinetes: nivel de deslumbramiento de los focos en el trinquete.

Tabla 24. Descripción del estado de los trinetes: uniformidad del pavimento en el grupo de trinetes en “buen estado” y en el grupo de trinetes en “mal estado”.

Tabla 25. Descripción del estado de los trinetes: fricción del pavimento y de cómo les gustaría que fuera en el grupo en “buen estado” y en el grupo de trinetes en “mal estado”.

Tabla 26. Descripción del estado de los trinquetes: bote vertical de la pelota en el pavimento y de cómo les gustaría que fuera en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Tabla 27. Descripción del estado de los trinquetes: valoración de cómo *escupe* el pavimento y cómo les gustaría que “escupiera” en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Tabla 28. Descripción del estado de los trinquetes: cantidad de pelotas que devuelven las galerías en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Tabla 29. Descripción de la valoración subjetiva de los trinquetes: valoración de los espacios auxiliares en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Tabla 30. Descripción de la valoración subjetiva de los trinquetes: valoración de la estética en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Tabla 31. Descripción de la valoración subjetiva de los trinquetes: valoración del riesgo de lesión en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Tabla 32. Descripción de las propuestas de mejora de los trinquetes: estandarización de las medidas del trinquete.

Tabla 33. Descripción de las propuestas de mejora de los trinquetes: colocación de las gradas en el trinquete.

Tabla 34. Descripción de las propuestas de mejora de los trinquetes: forma de la careta.

Tabla 35. Descripción de las propuestas de mejora de los trinquetes: color preferido para el pavimento del trinquete.

Tabla 36. Problemas de los trinquetes según los jugadores en función del grupo analizado ($p < 0.05$). Leyenda (✓: adecuado; ✗: inadecuado; <: menor; >: mayor; ↑: alta; ↓: baja).

Tabla 37. Propuestas de mejora de los trinquetes según los jugadores en función del grupo analizado ($p < 0.05$). Leyenda (✓: adecuada; >: debe ser mayor).

Tabla 38. Resultados descriptivos de las variables mecánicas.

Tabla 39. Resultados de las ANOVAS para las variables de los ensayos mecánicos.

Tabla 40. Rangos numéricos de las variables mecánicas para caracterizar trinquetes de buena calidad, en función de las variables que muestran diferencias significativas.

Tabla 41. Requisitos mecánicos para una futura norma de trinquetes de *pilota valenciana*.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ORIGEN DE LA TESIS

La elección de los estudios de Licenciada en Educación Física fue para mí una cuestión vocacional, pues de siempre me ha gustado practicar diferentes deportes: natación, atletismo, baloncesto, etc., sin embargo, el primer contacto con el deporte de *pilota* fue gracias a un grupo de compañeros de la carrera, que como yo ahora, eran y son grandes amantes de este deporte.

Por otra parte, los primeros contactos con la biomecánica tuvieron lugar en la Facultad de Educación Física y del Deporte de la Universidad de Valencia donde cursé dos asignaturas relacionadas con esta disciplina: “Biomecánica del Movimiento Humano” y “Biomecánica Aplicada al Deporte de Alto Rendimiento”, ambas impartidas por el Dr. D. Gabriel A. Brizuela Costa.

En el año 2003 finalicé mis estudios del programa de doctorado: 987-122 A “Educación Física y Deporte”, y asesorada por el profesor Dr. D. Salvador Llana Belloch, me presenté a una beca de colaboración en el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV): “centro de *I+D* cuyo objetivo es el fomento y la práctica de la investigación científica, el desarrollo tecnológico, el asesoramiento técnico y la formación de personal cualificado en biomecánica”. La incorporación a este centro en el área de *I+D*, en la sección de Material y Equipamiento para el Deporte y el Ocio, se produjo de la mano del Dr. D. Javier Gámez Payá, fue entonces cuando se inició realmente mi actividad investigadora en el mundo de la biomecánica deportiva. Durante mis dos años de estancia en el IBV, pude trabajar en diversas líneas de investigación relacionadas con el material y equipamiento deportivo, siendo la referida al estudio de la *pilota valenciana* a la que mayor tiempo y esfuerzo dediqué.

El proyecto “Estudio de la *Pilota Valenciana*” se inició en el 2003, contando con la financiación de la Generalitat Valenciana. Esta iniciativa tenía varios subproyectos, siendo el estudio de los trinquetes de *pilota*, el que se iniciaba con mi llegada al IBV. Estas dos circunstancias, junto con mi interés y motivación por el tema hicieron que me decantara por esta línea de investigación para el desarrollo de la Tesis Doctoral. Todo ello sin olvidar, la predisposición e interés mostrado por los dos codirectores de la misma, el Dr. D. Javier Gámez, mi tutor en el IBV y responsable del proyecto, y el Dr. D. Salvador Llana, que fue quien me inició en la investigación, dirigiendo también mi proyecto de doctorado.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1. EL JUEGO DE PELOTA

2.1.1. BREVE RESEÑA HISTÓRICA

La *pilota valenciana* es un deporte tradicional del que existen referencias circunscritas al Reino de Valencia desde el siglo XIV. Sin embargo, las primeras referencias a los juegos de pelota surgen en la antigüedad clásica. Así, hay datos históricos que sitúan la génesis del deporte de pelota en la antigua Grecia. En esta época, existía una modalidad de pelota llamada *fenninde* (figura 1), muy similar a las *llargues*, una de las modalidades más antiguas de *pilota valenciana*, que continúa practicándose en la actualidad (Conca, García, Gimeno, Llopis, Naya y Pérez, 2003; Conca y Pérez, 1999). En la Roma clásica los juegos de pelota continúan evolucionando y surgen 4 nuevas modalidades: la *follis*, la *trigonalia*, la *paganica* y el *harpastum* (Conca *et al.*, 2003). Según Millo (1976), el *harpastum* es el antecedente de la actual modalidad de *raspall*.



Figura 1. Fresco griego que representa la *fenninde*, antecedente de la actual modalidad de *llargues*.

En la Península Ibérica, existen referencias que evidencian que el juego de pelota se practicaba desde tiempos remotos. Sin embargo, fue en Francia alrededor del siglo XII donde el juego de pelota comienza a adquirir una gran popularidad, consolidándose como el *jeu de paume* o juego de palma. El juego consistía en golpear con la mano una pelota esférica que pesaba unos 29 gramos y era practicado principalmente por nobles y reyes (Millo, 1976). Para poder jugar en días de lluvia, se empezaron a construir salas cubiertas de unos 30 m. de largo por 12 m. de ancho, con un tejado que cubría la galería lateral donde se sentaba el público, protegido por una especie de malla. El terreno de juego estaba embaldosado y dividido en dos partes por una red central (Conca *et al.*, 2003). Estas primeras canchas podrían ser el origen de las instalaciones de pelota y trinquetes actuales.

La generalización del *jeu de paume* por el territorio francés se produjo en el transcurso de los siglos XIII y XIV. Asimismo, en otros países europeos como Inglaterra e Italia se empezaron a practicar juegos de pelota, siendo en este último, donde probablemente se introdujo por primera vez el uso de las raquetas y las palas (Larumbe, 1991). De la misma manera, la excesiva dureza de la pelota propició la introducción de las palas en el *jeu de paume*, ya en el siglo XV (figura 2). Un siglo más tarde, se empezaron a emplear las raquetas de cuerda, convirtiéndose estos acontecimientos en los primeros antecedentes del tenis actual (Conca *et al.*, 2003; Larumbe, 1991).

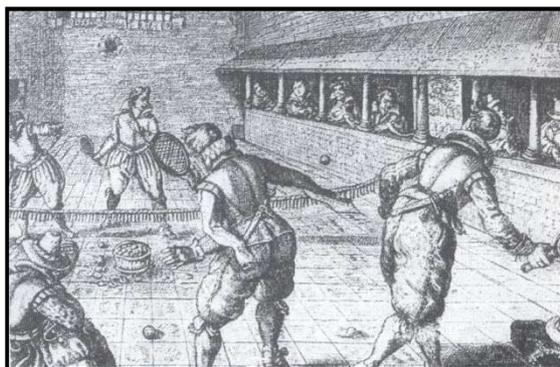


Figura 2. Partida de *jeu de paume* utilizando raquetas.

En Francia, el aumento del número de recintos de juego revelaba el buen momento que atravesaba el juego de pelota en el siglo XVI. Únicamente en París ya había 250 canchas de juego, 40 en Orleáns y 25 en Potiers, así como en prácticamente todos los castillos de la época. Se llamaba *jeu de paume* si se jugaba en los trinquetes o recintos cerrados, en cambio, si el juego tenía lugar al aire libre se conocía como *long paume*, modalidad que poseía unas características muy similares al *joc de llargues* valenciano.

De la época de esplendor del *jeu de paume* francés se pasó a un periodo de decadencia tras la revolución francesa, hasta tal punto, que a mediados del siglo XIX, tan solo había un local abierto en París (Conca *et al.*, 2003). Sin embargo, en España, durante los siglos XV, XVI y XVII se continuó jugando a una modalidad muy similar a les *llargues* (Millo, 1976).

En Valencia, las primeras referencias al juego de pelota datan de principios del siglo XIV (Conca *et al.*, 2003). Era un deporte muy arraigado en la sociedad valenciana, prueba de ello, era que lo practicaban tanto nobles como plebeyos, sin embargo, al igual que en Francia, fue objeto de numerosas prohibiciones, como por ejemplo la prohibición de jugar en las calles de Valencia en el año 1391 (Conca *et al.*, 2003). No obstante, a pesar de las prohibiciones, en el territorio valenciano se mantuvieron las características del juego más antiguo, les *llargues*: se juega sin implementos, sólo con la mano y los jugadores se

encuentran enfrentados entre sí. Esta modalidad, heredada en la época medieval, ha mantenido su pureza a lo largo de los siglos, evolucionando a otras modalidades exclusivas de la *pilota valenciana* como *l' escala i corda*, el *raspall*, las *galotxas*, el *rebot* y la *perxa* entre otras. Mientras, en otras partes de España, como el País Vasco, la pelota a mano fue perdiendo su pureza con modificaciones como la aparición del frontón, el cambio en la forma de juego, la utilización de implementos como la pala, la paleta o la cesta-punta (figura 3) (Conca *et al.*, 2003; Conca *et al.*, 1999).



Figura 3. Jugadores disputando una partida de cesta-punta.

La primera documentación sobre trinquetes en el territorio valenciano también procede del siglo XIV (Conca *et al.*, 2003). Durante el siglo XVI se prohíbe jugar en la calle, lo cual motiva la creación de numerosos trinquetes. En esta centuria los nobles que jugaban *pilota*, lo hacen en sus trinquetes particulares, surgiendo en la ciudad de Valencia un gran número de instalaciones: el de Cavallers, Centelles, Ciurana, etc. Por otra parte, el pueblo llano, si quería evitar los problemas del juego *al carrer* podía acudir a los trinquetes populares como el de Trabuquet o el de Na Segarra. También se construye un trinquete en Alicante, en el cual jugaban los aficionados de las clases altas de la sociedad. Pero no sólo se jugaba en las capitales, sino también en otros pueblos, como por ejemplo en el trinquete de Murla, en la comarca de la Marina Alta (Alicante) (Conca *et al.*, 2003; Conca *et al.*, 1999).

En el siglo XVIII los trinquetes además de posibilitar el juego de pelota, servían para sufragar los gastos de conventos y hospitales, que solían arrendarlos en subastas públicas. Esta circunstancia hizo aumentar el número de trinquetes (Conca *et al.*, 2003; Conca *et al.*, 1999).

Durante el siglo XIX se produce un gran auge de la *pilota valenciana* (figura 4). Se multiplica la construcción de trinquetes por toda la geografía valenciana. Destacar el trinquete de la calle Pelayo en Valencia, construido el 20 de agosto de 1868 y considerado la catedral de la *pilota valenciana*. En todos los trinquetes se jugaba a *llargues*, empleando una pelota de vaqueta y un guante de cuero. Hacia el final de este siglo se introduce la cuerda divisoria (Conca *et al.*, 2003).



Figura 4. El juego de *pilota* durante el siglo XIX.

A principios del siglo XX, el *joc de pilota* se había extendido a todas las comarcas valencianas, aumentando el número de trinquetes, entre ellos, destacar el Zurdo de Gandía, construido en 1952 y considerado el segundo más importante, después de Pelayo. En cambio, en Valencia capital desaparecieron muchos trinquetes, dando paso a otras instalaciones deportivas, los polideportivos municipales (Conca *et al.*, 2003).

En la actualidad algunos municipios han construido *carrers* artificiales y trinquetes (Conca *et al.*, 2003). Además, según la orden de 2 de marzo del año 2000, en los centros escolares de nueva creación la zona docente quedará constituida por el gimnasio, polideportivo cubierto compuesto por los módulos: sala polideportiva, frontón, trinquete y *galotxa*, implantándose de esta manera nuevos espacios para la práctica de la *pilota valenciana*, generalizándose al *resto* de centros de forma progresiva (DOGV nº 3703).

No obstante, y a pesar de lo indicado en el párrafo anterior, cabe señalar que existen numerosas instalaciones abandonadas, inutilizadas y sin remodelar (Gámez y Alcántara, 2006), lo cual indica que existe un parque de trinquetes muy deteriorado.

2.1.2. EL TRINQUETE

2.1.2.1. Definición

Las diferentes modalidades de *pilota valenciana* pueden ser practicadas al *carrer* o dentro de un recinto de juego específico conocido como *trinquet*. La *Federació de Pilota Valenciana* [1986], define el *trinquet*, como la “instalación deportiva específica para la práctica de la pelota valenciana en las modalidades de juego directo” (figura 5).

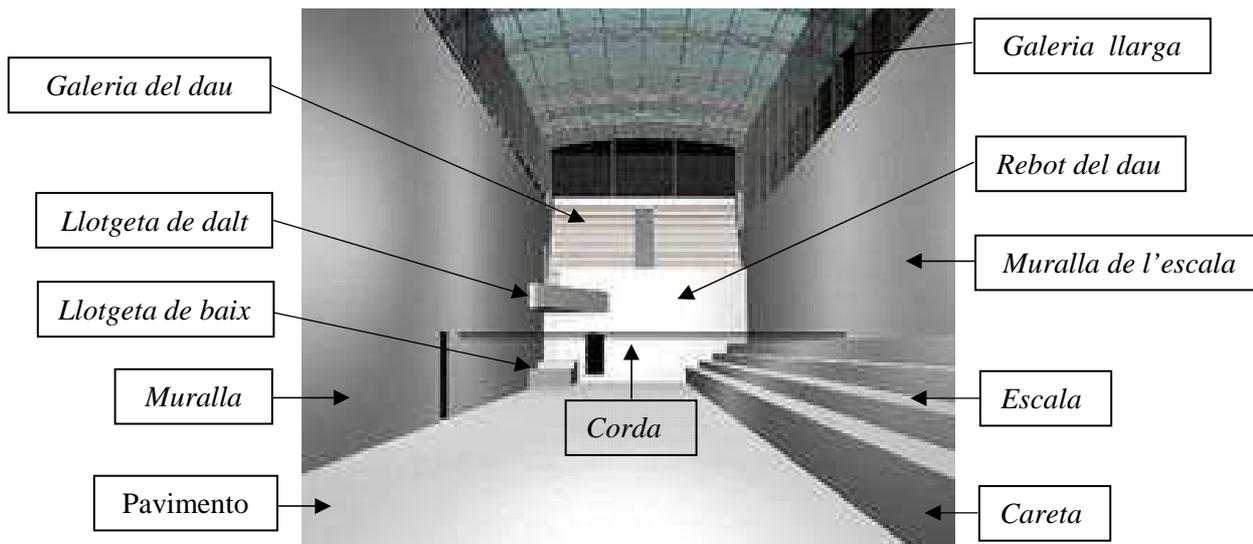


Figura 5. Partes de un trinquet de pilota valenciana.

2.1.2.2. Características dimensionales, geométricas y estructurales

Según el reglamento de la *Federació de Pilota Valenciana*, el trinquet es un edificio de forma rectangular limitado por cuatro paredes, cuyas dimensiones son variables de unas instalaciones a otras. Existen trinquetes cubiertos con materiales sintéticos que permiten la entrada de la luz, otros poseen una tela metálica que impide la pérdida de las pelotas y también existen instalaciones descubiertas. Destacar que algunos trinquetes tienen iluminación artificial, lo que permite extender la práctica a horario nocturno o en días en los que la iluminación natural es escasa.

- **La cancha de juego**

La cancha o superficie de juego queda definida por las murallas, dos *rebots* frontales (del *resto* y del *dau*) y la *escala*. Esta superficie es plana y horizontal en las instalaciones cubiertas, mientras que en las descubiertas presenta una ligera pendiente ($\sim 0.5\%$) para evacuar las aguas. El pavimento puede ser de hormigón, terrazo y piedra natural o *bateig*, este último es el más idóneo (Vilalta, 1986).

La longitud oscila entre los 43 y los 59 metros, existiendo un mayor número de trinquetes entre 54 y 58 metros de largo. La amplitud total, incluyendo la *escala*, varía entre los 7 y los 11 metros (Conca et al., 1999; Vilalta, 1986).

- **Las murallas, la escala y los rebots**

Las *murallas* son las paredes laterales del trinquete. Una de las *murallas* tiene adosada una *escala* de cuatro peldaños, el primero de los cuales presenta una mayor pendiente hacia la cancha para asegurar la caída de la pelota. En la *escala* se observa la *careta* o parte vista de los frentes de los escalones (Conca et al., 2003; Vilalta, 1986).

Las dos *murallas* están marcadas por unas rayas verticales denominadas *blaus*. Estas líneas están numeradas del 0 al 9 empezando por el *dau*, dividiendo el trinquete en partes iguales y únicamente sirven para orientar. La altura de los *blaus* oscila entre los 2 y los 2.5 metros y los colores predominantes son el rojo, el azul o el negro (figura 6).



Figura 6. Detalle de los *blaus* en la muralla del trinquete.

Los paramentos frontales son los *rebots*, uno en la parte del *dau* y otro en el *resto*, con una altura de entre cuatro y seis metros, en los trinquetes que no hay *galería* del *resto* aumenta su altura. Por encima de estas paredes se encuentran las *galerías* y también se sitúan la puerta de acceso y la de los vestuarios.

- **Elementos del terreno de juego: *dau*, la *pedra*, el *tamborí* y la *corda***

El *dau* está situado en el ángulo que forma la *escala* con el frontón, quedando definido por dos rectángulos, uno en la pared del *rebot* y el otro en el pavimento. Las dimensiones del *dau* son las siguientes: 3.05 m. de ancho en el pavimento, 2.76 m. de largo, 2.20 m. de alto y 2.69 m. de ancho en el *rebot* (figura 7).



Figura 7. El *dau*.

La *pedra* o punto de ejecución del saque está marcada en el pavimento por un círculo o una baldosa, normalmente de mármol para garantizar un bote limpio, lo cual le da un color diferente al resto. Este elemento queda situado en el campo contrario a 1.50 -1.60 m. por detrás de la *corda* y entre 1 y 1.20 m. de la *escala*.

Los *tamborins* son chaflanes de piedra, cemento o mármol sin pulir, que se localizan en los ángulos que forman las paredes de los *rebots* con el pavimento. En la pared del *resto* ocupa toda su longitud, mientras que en la pared opuesta, puede ocupar todo el paramento o tan solo lo que ocupa el *dau*.

La *corda* es un elemento que define el terreno de juego, se ubica ligeramente desplazado hacia el *dau* a una altura aproximada de 1.90 m.

- **Las *galeries***

En un trinquete existen tres *galeries*: la *llarga*, la del *dau* y la del *resto*. La *galeria llarga* recibe esta denominación porque está ubicada a lo largo de todo el trinquete, pudiendo situar espectadores en toda su longitud. Estas *galeries* pueden situarse a ambos lados de la instalación, pero su localización más idónea es en el lado de la *escala* para no interferir en el juego y mejorar la visibilidad. La *galeria* del *dau* está situada encima del *rebot del dau* y dependiendo de su morfología las pelotas pueden salir rebotadas al impactar en ellas. Por último la *galeria* del *resto* está encima del *rebot del resto*, en algunos trinquetes no existe esta *galeria*.

- **Las *llogetes* o *palquets***

Las *llogetes* son zonas en las que se pueden colocar los espectadores, existiendo dos en un trinquete: la *llogeta de baix*, situada en el ángulo formado por la *muralla* y el *rebot del dau*, la cual invade parcialmente la cancha y con las mismas características que la anterior, pero situada en la parte superior, la *llogeta de dalt*.

- **Otros elementos: el marcador y los *banquets***

El marcador se coloca encima de la *galería del resto* y puede ser manual o electrónico. Por otro lado, los *banquets* son asientos para el público que se colocan debajo de la *corda*.

2.1.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS MODALIDADES JUGADAS EN EL TRINQUETE

2.1.3.1. Características comunes a ambas modalidades

El deporte de *pilota valenciana* posee una gran variedad de modalidades de juego. Estas pueden ser practicadas en la calle (*al carrer*), dentro del trinquete o indistintamente en los dos sitios, como por ejemplo la modalidad de *raspall*. Cabe señalar que la mayoría de autores consultados cita tres modalidades que son practicadas principalmente en el trinquete: la *escala i corda*, el *raspall* y el *rebot* (Llopis, 1999; Millo, 1976; Moreno, 1992; Soldado, 1999).

Sin embargo, a pesar de ser tres las modalidades que se pueden jugar en los trinquetes, se podría decir que en la actualidad las dos modalidades más practicadas en este recinto son la *escala i corda* y el *raspall* (Olaso, 1994) (figura 8). A continuación se ofrece una breve explicación de cómo se juega a estas dos modalidades.

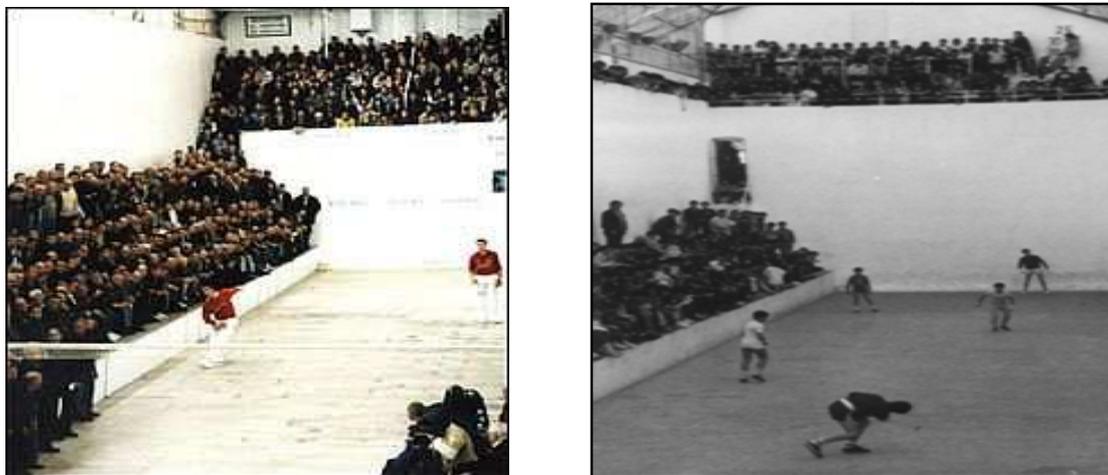


Figura 8. Partida de *escala i corda* (izquierda) y de *raspall* (derecha) disputadas en el trinquete.

- **Los jugadores**

Una partida de *escala i corda* o de *raspall* siempre es disputada por dos equipos formados por parejas o por tríos. Sin embargo, el número de jugadores puede variar existiendo enfrentamientos en desigualdad numérica, como por ejemplo parejas contra tríos, o también se puede jugar de forma individual lo que se conoce con el nombre de desafío.

Por otro lado, en función de la posición que ocupan los jugadores en el terreno de juego se pueden diferenciar el *resto* que son los que están más cerca de los *rebots* y dominan los golpes después de que la pelota toque la pared; el *mitger*, jugador ágil y dominador de la volea y el *punter*, que se sitúa el más adelantado.

- **El material e indumentaria de juego**

A nivel profesional, en estas dos modalidades se juega con *pilota* de vaqueta. Estas pelotas se fabrican de manera artesanal con piel de toro y suelen tener las siguientes características (Conca *et al.*, 2003): 42 milímetros de diámetro, 138 milímetros de circunferencia y entre 40 y 42 gramos de peso.

Para protegerse la mano de los golpes de la pelota, los jugadores utilizan como protección un guante y encima de éste se colocan de manera artesanal otras piezas como cartas, planchitas de metal, *tesamoll*, *didals*, etc. Una vez elaborado la protección se cubre con esparadrapo (figura 9).



Figura 9. Protecciones empleadas por los jugadores y material para elaborarlas.

Por último, indicar que la indumentaria de los jugadores está constituida por pantalones blancos, camiseta blanca y una faja roja o azul para diferenciar a los equipos.

- **La puntuación y los golpes**

El objetivo es conseguir cuatro *quinzes* (15, 30, *val* y *joc*), con dos de diferencia sobre el contrario para ganar el juego (*joc*).

Existen diferentes formas de jugar (golpear) la pelota siendo las principales las siguientes: la *volea*, el *bot de braç*, el *manró*, el *bot i volea*, *de bragueta*, el *carxot*, la *caiguda d'escala* y el *rebot*. Además en *raspall* hay un golpeo específico conocido como la *raspada* (figura 10).



Figura 10. Jugador de *raspall* realizando una *raspada*.

2.1.3.2. *Escala i corda*

Los dos equipos se sitúan enfrentados y separados entre sí por una cuerda (*corda*) situada en el centro del trinquete. Los equipos intentaran pasar la pelota por encima de la *corda* al terreno del contrario jugándola al aire o al primer bote, si no lo consiguen el contrario se apuntará un *quinze*.

En esta modalidad se inicia la partida con un saque llamado *ferida*, que consiste en un golpeo de precisión, pues la pelota tiene que golpear la *pedra* (A), pasar por encima de la *corda*, golpear la *muralla* (B), tocar la *escala* (C) y caer dentro del *dau* (D, D', E) (figura 11).

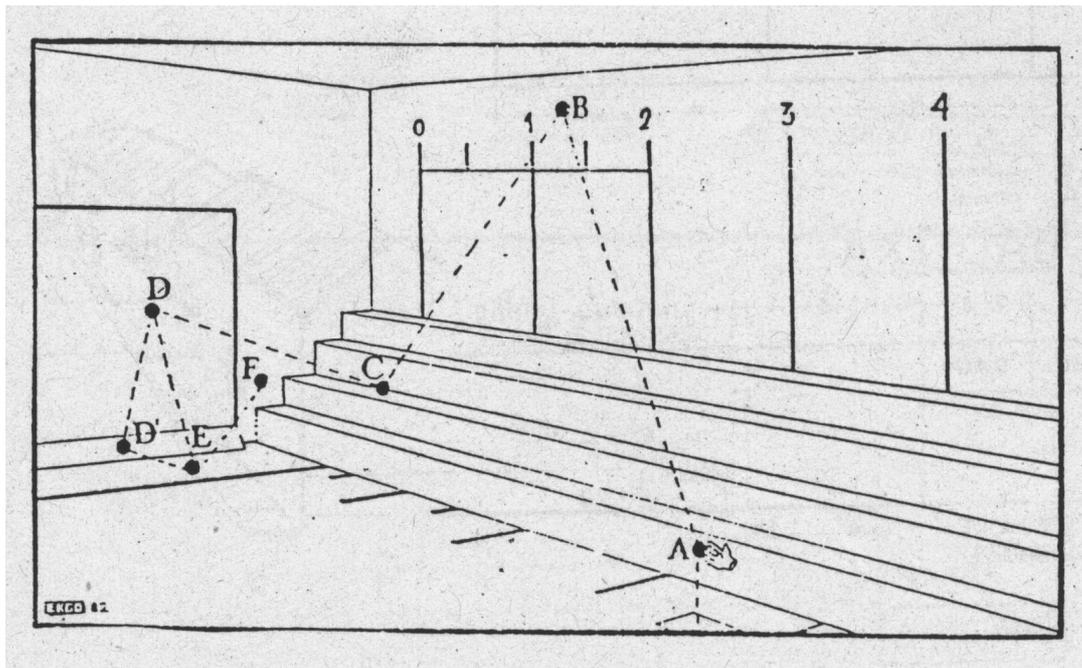


Figura 11. Representación de la *ferida*: forma de realizar el saque en *escala i corda*.

Las partidas se juegan a 12 juegos (60 tantos). Además en cada juego los jugadores se situaran en una parte del terreno, estando un juego en la zona del *dau* y el siguiente en el *resto*.

2.1.3.3. *Raspall*

Los dos equipos se sitúan enfrentados de manera que uno estará en la zona del *dau* y el otro en la del *resto*, cambiando de disposición al finalizar cada juego.

El juego se inicia con el *traure* que es un saque realizado después de botar la pelota en el *dau*, en el cual, lo importante es imprimir una gran fuerza a la pelota para que salga a velocidad elevada. Se ha encontrado que jugadores profesionales sacando de *carxot* lanzan la pelota a una velocidad media de 177 km/h y de 159 km/h con el *manró* (Soler, Navarro y Brizuela, 2001). Una vez puesta en movimiento, la pelota podrá ser jugada al aire y por tierra no existiendo limitación en el número de botes. Un equipo conseguirá un *quinze* cuando la pelota toque el *tamborí* del adversario, así como enviando la pelota a las *llogtes* o a la *galeria del dau*.

En el trinquete las partidas suelen disputarse al mejor de 5 juegos (25 tantos).

2.1.4. EPIDEMIOLOGÍA EN LOS DEPORTES DE PELOTA

No se han encontrado estudios epidemiológicos en la literatura científica sobre *pilota valenciana*. Sin embargo, existen otros deportes que poseen una estructura de juego similar al juego de *pilota*, como la pelota vasca o los juegos de raqueta en los que sí se han realizado investigaciones sobre epidemiología. Los jugadores de *pilota* realizan movimientos, gestos y golpes similares a los practicantes de los deportes citados anteriormente. Por ello, los datos de las lesiones sufridas en estos deportes pueden ser indicativos a la hora de llevar a cabo el estudio epidemiológico en *pilota valenciana*.

Cabe señalar, que tradicionalmente se ha utilizado el término “epidemiología” en trabajos que recababan información relativa a las lesiones y molestias de distinta índole. El término se utilizaba con independencia del método de recogida de datos (entrevistas personales, encuestas o bases de datos de servicios médicos). En la actualidad existe una corriente de utilizar el término “epidemiología” sólo para aquellos estudios en los que un médico ha verificado el tipo de lesión que indica el deportista. No obstante, no es algo totalmente consolidado y aceptado, motivo por el cual, en la presente Tesis Doctoral se utilizan indistintamente los términos “epidemiología” y “percepción de molestias corporales”

2.1.4.1. Localización de las lesiones en pelota vasca y deportes de raqueta

Los estudios epidemiológicos realizados en pelota vasca muestran un elevado índice de lesiones en las manos de los pelotaris, dado que un 82,4% de los jugadores sufren lesiones en esta zona corporal (Gámez, Montaner, Astorgano y Alcántara, 2004). Otros autores han estudiado las lesiones específicas de las manos de los pelotaris, hallando un gran número de patologías en esta región del cuerpo como el Síndrome de Raynaud (Letamendía, 1993), los edemas (Letamendía, 1995) o los hematomas (Baudet y Laporte, 1994; Laporte, 1996). Por otra parte, según Gámez y colaboradores (2004) otra zona de gran incidencia de lesión en los jugadores de pelota vasca es el raquis, concretamente la zona lumbar con un 24% de lesividad y la región dorsal, donde un 20% de manistas padecen lesiones o molestias (figura 12).

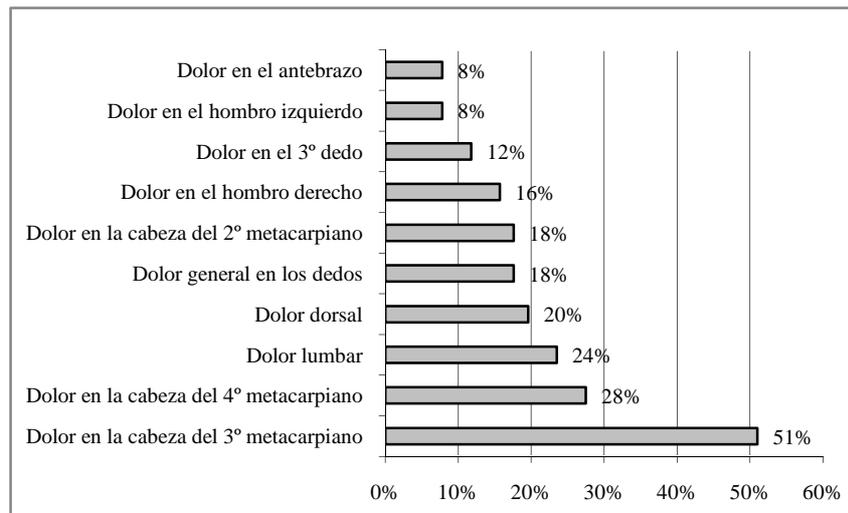


Figura12. Localización y porcentaje de dolencias de los jugadores de Pelota Vasca (Gámez *et al.* 2004).

Respecto a la localización de las lesiones en deportes de raqueta, señalar que en el tenis, el tronco padece un 45% de las lesiones, seguido del miembro superior con un 35%; donde el hombro y el codo son las zonas corporales más dañadas. Mientras que las lesiones en el miembro inferior registran un 20% del total de lesiones (Caine, Caine y Linder, 1996; Llana, 1998).

Los resultados epidemiológicos realizados en bádminton muestran diferencias respecto a la pelota vasca y al tenis en cuanto a la localización de las lesiones. De esta manera, según Caine y colaboradores (1996) el miembro inferior es la región con un mayor índice de lesiones (82.9%), seguido del miembro superior con un 11.1%, de las cuales un 37% las sufre la articulación del hombro. Cabe también destacar que la cabeza y el cuello padecen un 4.1% de las lesiones, mientras que el raquis tan solo sufre un 1.8% del total de las lesiones.

Igualmente, el squash, muestra un porcentaje de lesión mayor en el miembro inferior (48.1%), siendo menor la incidencia en el miembro superior (23%) y bastante considerable el porcentaje de lesiones en la cabeza y el cuello (18.8%) (Caine *et al.*, 1996).

2.1.4.2. Tipología de lesión en deportes de raqueta

Tal y como exponen Caine y colaboradores (1996) se pueden clasificar las lesiones en función de la estructura anatómico-funcional afectada. En este sentido, se ha hallado que la mayor parte de lesiones en varios deportes de raqueta como el tenis, el bádminton y el squash son de tipo articular/ligamentoso, seguidas de las lesiones musculares y tendinosas (Caine *et al.*, 1996) (tabla 1).

Tabla 1. Incidencia de lesión en función de la estructura anatómico-funcional afectada (modificado de Caine *et al.*, 1996).

ESTRUCTURA ANATÓMICO FUNCIONAL AFECTADA	TENIS	BADMINTON	SQUASH
ARTICULAR/ LIGAMENTOSO	64%	58.50%	20.30%
MUSCULAR	10%	19.80%	18.80%
TENDINOSO	18%	8.80%	7.20%
ÓSEO		5%	2.90%
INFLAMACIONES			14.50%
OTRAS	8%	7.9%	36.2%

2.2. BIOMECÁNICA APLICADA A LOS PAVIMENTOS DEPORTIVOS

2.2.1. INTRODUCCIÓN

La influencia que las superficies donde se practican actividades físico-deportivas tienen en las lesiones y el rendimiento de los deportistas, ha sido ampliamente estudiada desde el ámbito de la Biomecánica (Brizuela y Llana, 1987). Para conocer esta influencia, es necesario estudiar las propiedades mecánicas de los pavimentos, de entre las que destacan la amortiguación de impactos y la fricción. Estas propiedades mecánicas modulan las cargas (fuerzas y momentos) que experimenta el aparato locomotor de los deportistas, y además, éstos responden con adaptaciones biomecánicas para poder realizar el movimiento deseado (Pérez, 2004).

Desde la década de 1960, en que se inició el estudio científico de los pavimentos deportivos, son numerosos los trabajos realizados en este campo, tanto desde el punto de vista de la prevención de lesiones (epidemiología), como desde el punto de vista de la mejora del rendimiento deportivo. Además, estos estudios se han realizado en los pavimentos de casi todos los deportes existentes: atletismo, baloncesto, fútbol, voleibol, balonmano, etc. Sin embargo, ningún trabajo se ha centrado en el estudio de los pavimentos utilizados en el juego de *pilota valenciana*.

Por otro lado, los métodos de estudio utilizados para determinar las características friccionales de un pavimento deportivo se deben centrar en (Durá *et al.*, 2006): (a) el efecto sobre los deportistas y (b) el efecto sobre los implementos utilizados, especialmente esféricos. En el primer caso, se debe establecer un rango óptimo de fricción pavimento-

calzado. En el segundo caso, se debe establecer un comportamiento (bote y rodadura) adecuado para el deporte en cuestión. Además, los estudios pueden realizarse mediante máquinas de ensayo o utilizando sujetos (Nigg, 1990).

Teniendo en cuenta lo expuesto hasta el momento, se presenta a continuación un marco teórico que establece el conocimiento actual sobre este tema. Para ello, y siguiendo a Durá *et.al.* (2006) se han establecido dos grandes apartados:

1. Estudio de la interacción entre el jugador y el pavimento.
2. Estudio de la interacción de la pelota con el pavimento.

2.2.2. ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN ENTRE EL JUGADOR Y EL PAVIMENTO

2.2.2.1. Amortiguación (Absorción de impactos)

I. Principios Generales

Cuando un cuerpo (o parte de éste) contacta con otro cuerpo y experimenta una deceleración muy brusca, se dice que ha sufrido un impacto. En estas situaciones, el cuerpo experimenta elevados niveles de carga mecánica (fuerzas y/o momentos) en muy poco tiempo. En el caso del ser humano, esto ocurre, por ejemplo, cuando el pie contacta con el suelo al caminar, correr o saltar (figura 13). Estos son “impactos controlados” en tanto en cuanto, se realizan voluntariamente por el deportista. Pero también pueden ocurrir impactos incontrolados, por ejemplo, en caídas tras un resbalón.

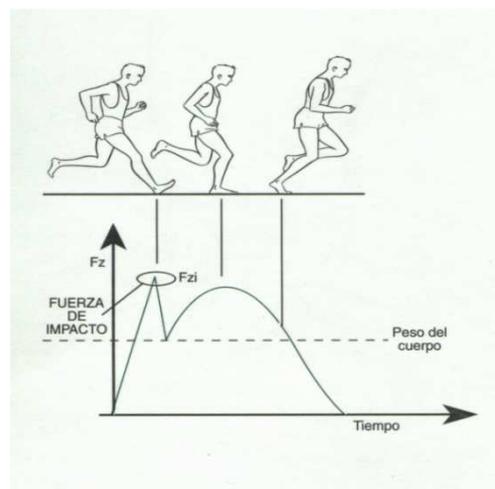


Figura13. Patrón de fuerzas de reacción durante la carrera.

Las cargas mecánicas generadas durante un impacto se transmiten a lo largo del sistema músculo-esquelético de los deportistas. En condiciones normales, estas cargas fortalecen los diferentes tejidos biológicos del organismo, haciéndolos más resistentes para el tipo de carga experimentada. Sin embargo, si sobrepasan los denominados límites críticos (Clarke, Frederick, y Cooper, 1983; Ekstrand y Nigg, 1989), o si se repiten excesivamente en el tiempo, los tejidos biológicos pueden sufrir daños, que el deportista percibirá como discomfort, dolencias y/o lesiones (Clarke et al., 1983; Denoth y Nigg, 1981; Ekstrand et al., 1989; Nigg, 1985; Nigg, Denoth, Kerr, Luethi, Smith y Stacoff, 1984). Con el objeto de evitar esto último, los deportistas, tanto de forma voluntaria como involuntaria, utilizan técnicas encaminadas a reducir los impactos y su transmisión a lo largo del aparato locomotor. Pero las características del pavimento también son importantes para conseguir este objetivo, denominado amortiguación o absorción de impactos.

La capacidad amortiguadora de un pavimento suele ser inversamente proporcional a la rigidez del mismo, de manera que pavimentos muy rígidos suelen amortiguar muy poco y viceversa. Por tanto, cabría pensar que los pavimentos deportivos deberían ser lo menos rígidos posible, sin embargo, esto tendría dos graves problemas para los deportistas: (1) aumentaría la inestabilidad y (2) disminuiría el rendimiento (Baroud, Nigg y Stefanyshyn, 1999; Nigg y Yeadon, 1987). En consecuencia, los pavimentos deportivos deben intentar conciliar dos aspectos aparentemente antagónicos: por un lado, deben proporcionar una amortiguación adecuada para el tipo de actividad realizada y, por otro, deben ser suficientemente rígidos como para no perjudicar el rendimiento del deportista.

II. Relación entre la amortiguación de impactos y la epidemiología

Respecto a la **salud** del aparato locomotor de los deportistas, numerosos autores coinciden en que conocer los factores de riesgo de las lesiones que se producen durante la práctica deportiva es importante para poder desarrollar medidas preventivas. Existe consenso (Hackney, 1994; Llana, 1998; Mohtadi y Poole, 1996) respecto a que las lesiones deportivas son el resultado de la interacción de factores intrínsecos y extrínsecos. Los primeros hacen referencia a características propias del deportista, tales como la edad, el género, el peso, niveles de condición física, etc. Los segundos se refieren a los aspectos que rodean al deportista, tales como las condiciones climáticas, el material deportivo, los pavimentos de juego, la metodología de entrenamiento, etc. (Twizere, 2004).

De entre los factores de riesgo de carácter extrínseco, ya desde la década de 1970, diversos estudios revelan que el calzado y el pavimento son dos factores determinantes en la epidemiología deportiva (Cavanagh y Lafortune, 1980; McMahon y Greene, 1979; Nigg *et*

al., 1984). Así, en el caso de la superficies de juego, la frecuencia con la que se registran lesiones es diferente según el tipo de pavimento en la que se esté realizando la actividad deportiva (Durá, Alcántara, Rosa, Gámez y González, 2006) y, por tanto, la aparición de nuevas superficies sintéticas ha propiciado cambios en el tipo y frecuencia de las lesiones que sufren los deportistas (Andreasson y Olofsson, 1983; Denoth *et al.*, 1981; Durá *et al.*, 2006; Nigg *et al.*, 1987).

En condiciones normales, los impactos soportados por los deportistas son de carácter controlado y hacen referencia al contacto del pie con el pavimento. Sin embargo, en ocasiones ocurren caídas que provocan impactos incontrolados. De éstos, los más graves suelen ser los impactos recibidos en la cabeza (Durá *et al.*, 2006; Himmelsbach y Shorten, 2003). La incidencia de este tipo de lesiones está bien documentada, pero debido a que sus consecuencias sólo son visibles con el paso del tiempo, raramente se reporta con exactitud las condiciones en que se produjo la lesión.

En el citado estudio de Himmelsbach y colaboradores (2003), sobre un total de 28.156 expedientes de visitas registradas en emergencias debidas a impactos con la cabeza, la probabilidad de sufrir una lesión craneoencefálica se cuadruplica cuando la altura de la caída supera los 1'5 m. Estos autores catalogaron como pavimentos inadecuados para patios de recreo la tierra, la ceniza, la hierba, el hormigón y el asfalto. Por el contrario, materiales sueltos como grava o arena y los materiales sintéticos unitarios fueron clasificados como tipos de superficies adecuadas.

III. Relación entre la amortiguación de impactos y el rendimiento deportivo

Para cada deporte hay una amortiguación que se considera adecuada. De este modo ya en 1979, McMahon y colaboradores desarrollaron el primer pavimento sintético para atletismo que optimizaba el rendimiento de los atletas y, poco después, Nigg y colaboradores (1984) indican que los records mundiales se veían directamente afectados por la amortiguación del pavimento empleado.

En general, se asume que a mayor rigidez del pavimento, mayor rendimiento deportivo, por eso, los atletas prefieren las pistas rígidas para competir (Nieto, Durá, Martínez y García, 2001). Sin embargo, este postulado tiene sus limitaciones. Así, en un estudio sobre el salto vertical, Durá, Hoyos, Lozano y Martínez (1999), encontraron que los deportistas adaptaban sus movimientos en función del tipo de pavimento, encontrando que si los pavimentos presentan niveles de rigidez excesivos o insuficientes, la rodilla se flexiona más. En el primer caso, para aumentar la amortiguación y, en el segundo, para garantizar una adecuada estabilidad.

Este estudio está en la línea de lo que en la década de 1980 se denominó la “hipótesis de adaptación cinematográfica” de los deportistas (Clarke, Frederick y Cooper, 1983a y 1983b; Hamill, Bates, Knutzen, 1983), según la cual, los deportistas adaptan su técnica con objeto de optimizar su rendimiento y disminuir la lesividad de la actividad realizada.

IV. Métodos de estudio

Para conocer las propiedades amortiguadoras de los pavimentos, se utiliza el denominado “drop test”, que puede realizarse con máquinas de ensayo o con sujetos. Además, cada vez se utilizan más las simulaciones por ordenador.

V. Drop test con máquinas de ensayo

En este tipo de ensayos se utiliza un impactador con una forma cilíndrica o esférica, que se deja caer desde una determinada altura sobre el denominado “pie de ensayo” que descansa sobre el pavimento que quiere estudiarse. Si el impactador cae directamente sobre la superficie a analizar, se habla de test de amortiguación para medir impactos incontrolados, mientras que si se coloca un muelle calibrado que amortigua el impacto se habla de test de amortiguación para impactos controlados. Las variables que se miden son las fuerzas de impacto, la deceleración de la masa y la deformación y rigidez de la superficie, con todos estos datos se calcula el coeficiente de amortiguación.

Diversas son las máquinas que se han desarrollado para este tipo de estudios, entre las que destaca el denominado **Atleta Artificial** (figura 14). Consiste en una masa guiada que se deja caer sobre un resorte o muelle ($2000 \text{ KN/m} + 25 \text{ kN/m}$) desde una altura de $55 \text{ mm} + 0,25 \text{ mm}$. Los aparatos de medición se sitúan sobre la muestra o sobre el impactador y consisten en unas células de carga ($0\text{-}2000\text{N}$) y unas células de desplazamiento (-10 a $+10 \text{ mm}$) (EN 14808: 2006 - Determinación de absorción de impacto). Los más conocidos son el Atleta Artificial de Stuttgart (ASS) y el Atleta Artificial de Berlín (AAB). La diferencia fundamental entre ambos estriba en que el Atleta Artificial de Stuttgart (ASS) además de medir la deformación vertical estándar de un pavimento, determina el tipo de deformación del mismo, es decir, evalúa si es arealástico, puntoelástico o de elasticidad combinada, dado que halla el porcentaje de deformación a una distancia determinada.

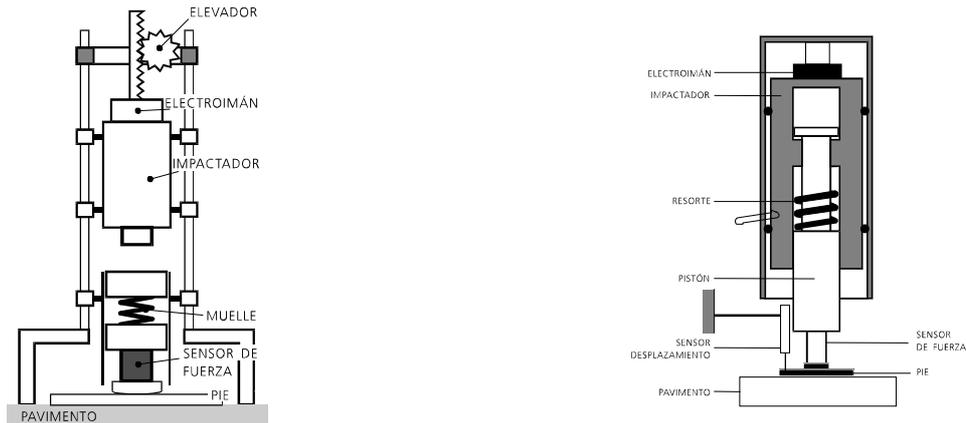


Figura 14. Atleta Artificial de Berlín (izquierda) y Atleta artificial de Stuttgart (derecha).

VI. Drop test con sujetos

En estos test se instrumenta tanto al sujeto como al pavimento, siendo el instrumental más frecuentemente utilizado el siguiente:

- **Plataforma de fuerza.** Son soportes instrumentados mediante transductores de fuerza, de manera que las fuerzas ejercidas sobre la placa superior se reparten entre los transductores, que generan las correspondientes señales eléctricas en función de la carga asumida por cada uno de ellos (Vera, Hoyos y Nieto, 1985). Dichos captadores pueden ser de características piezoeléctricas o extensométricas.
- **Acelerómetro.** Son transductores de aceleración, es decir, instrumentos que transforman la aceleración en una señal eléctrica. Son utilizados para valorar la transmisión de los impactos a través del sistema músculo-esquelético, siendo recomendable medir dichas aceleraciones en los segmentos óseos. Sin embargo, ésta es una técnica cruenta y, además, diversos estudios (Light y McLellan, 1977; Light, McLellan y Klenerman, 1980) han demostrado una alta correlación entre estas medidas y las efectuadas con acelerómetros fijados a la piel.
- **Fotogrametría.** Son técnicas de registro y tratamiento de imágenes en las que el cuerpo humano es modelado como segmentos articulados entre sí delimitados por referencias, que suelen estar pintadas o pegadas a la piel, en base a los cuales se crean (una vez digitalizadas sus coordenadas espaciales) sistemas de coordenadas locales en cada segmento, lo que permite conocer sus posiciones angulares relativas. Su combinación con los registros de las fuerzas externas permite estimar las fuerzas internas que están actuando en el cuerpo humano.

- **Electrogoniometría.** Son transductores de ángulos que se utilizan para conocer el movimiento angular de las articulaciones que interesen en el estudio, en el caso de los estudios de amortiguación, las de los miembros inferiores. Permiten registros a muy altas frecuencias y en tiempo real. Se suelen utilizar como alternativa a las técnicas de fotogrametría, especialmente cuando las articulaciones de estudio son pocas.

En la figura 15 se detalla la instrumentación necesaria para realizar estudios de amortiguación utilizando el drop test con sujetos.

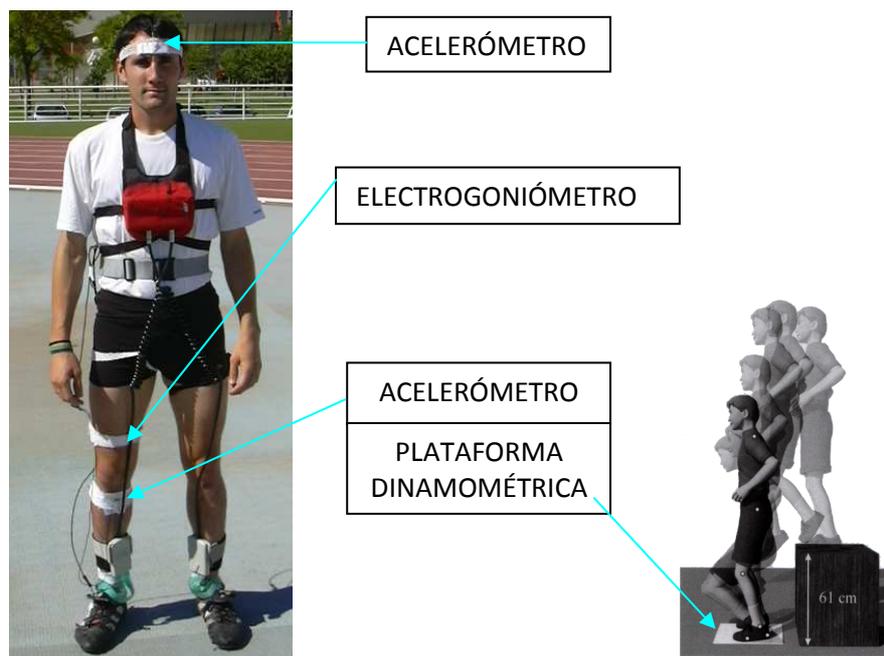


Figura 15. Instrumentación utilizada para analizar la amortiguación realizando drop test con sujetos.

Actualmente no existe consenso respecto a la idoneidad de realizar los estudios de amortiguación en base a tests con sujetos o con máquinas de ensayo. De hecho, la correlación de los resultados de ambos tipos de estudio es baja (Baroud *et al.*, 1999; Clarke *et al.*, 1983; Durá *et al.*, 2006; Nigg, 1990; Nigg *et al.*, 1987). Según Durá y colaboradores (2006), esto puede ser debido a la adaptación individual de los sujetos en función de las características del pavimento, de manera que las diferencias en las fuerzas de impacto no dependen sólo de las constantes de los materiales sino también del movimiento del atleta. Un ejemplo muy citado es el trabajo de Nigg, Herzog y Read (1988) sobre la adaptación técnica de la carrera a pie en función de que la superficie fuera poco amortiguadora (asfalto) o muy amortiguadora (césped): en el primer caso, el 23% de los corredores analizados contactaban con el talón, mientras que en el segundo caso era del 54%. Igualmente, observó

cómo el ángulo entre la planta del pie y el suelo decrecía más rápidamente en asfalto que sobre césped, y que el ángulo de la rodilla y la velocidad de contacto del talón dependía del tipo de superficie. Por ello, ambos tipos de estudio se consideran complementarios.

Tal vez por ello, cada vez más se utiliza la simulación por ordenador como método unificador y, a la vez alternativo a ambos métodos. El trabajo más citado de entre éstos, es el de Fritz y Peikenkamp (2003) que simulan las cargas mediante un modelo mecánico a partir de la combinación de tres submodelos que representaban la superficie, el atleta y la plataforma de fuerza, respectivamente.

2.2.2.2. Fricción

I. Principios Generales

La fricción es una de las propiedades de los pavimentos deportivos que más preocupa a los investigadores en biomecánica, dado que muchas de las lesiones que sufren los deportistas se atribuyen a niveles inadecuados de ésta (Ekstrand *et al.*, 1989; Nigg, 1990). Por otro lado, el desplazamiento humano no sería posible sin la fricción (Nigg *et al.*, 1987). Por lo tanto, conocer la relación entre las características de fricción demandadas y las disponibles se reconoce como un factor clave para la seguridad de los pavimentos (Kim y Nagata, 2008) y para la mejora del rendimiento deportivo (Cham y Redfern, 2002; Li, Yu y Han, 2007).

Según Gutiérrez (1999), es consecuencia de un fenómeno físico complejo que aún no está completamente entendido y que ofrece un campo interesante de investigación. Se acepta que son fuerzas debidas a los enlaces moleculares que se establecen entre las dos superficies que están en contacto mutuo. En este sentido, se debe considerar que cualquier superficie, por muy pulida que esté, siempre posee ciertas irregularidades, aunque solo sean visibles al microscopio, y éstas, por muy pequeñas que sean, se resisten al deslizamiento entre superficies.

La fricción entre dos superficies en contacto se define (Ekstrand *et al.*, 1989; Durá *et al.*, 2006; Gutiérrez, 1999; Luttgens y Wells, 1982; Nigg, 1990; Pérez, 2004) como aquella fuerza que surge cuando hay dos superficies en contacto y una se mueve o intenta moverse sobre la otra. En consecuencia, estará determinada por la resistencia de estas superficies al movimiento relativo, siendo proporcional a las fuerzas tangenciales que se registran entre las dos superficies en contacto e independiente del área de contacto (Gutiérrez, 1999; Durá *et al.*, 2006). Esto se expresa mediante la Ley de Coulomb:

$$F_r = \mu \cdot F_v$$

Donde:

F_r es la fuerza de rozamiento (N)

F_v es la fuerza vertical, normal o tangencial (N)

μ es el coeficiente de fricción (adimensional)

Esta ecuación también se aplica a los movimientos de rotación (Ekstrand *et al.*, 1989; Nigg, 1990), pero, en este caso, se habla de fuerza de rozamiento rotacional (F_{rr}) y la F_v es cambiada por el Momento de Fuerza (M) aplicado.

Sin embargo, según Durá (1999, 2003) este es un modelo teórico que no siempre se puede aplicar al estudio de la fricción entre el suelo y el calzado, ya que solamente es válida en condiciones estacionarias, pues no tiene en cuenta otros factores como la velocidad, las características de las superficies, el tiempo de contacto o los contaminantes presentes entre ambas superficies.

A pesar de ello, el coeficiente de fricción es el parámetro más utilizado para conocer las características de fricción de los pavimentos deportivos. Así, Nigg y Segesser (1988), indican que el coeficiente de fricción óptimo para la práctica deportiva oscila entre 0.5 y 0.7. Niveles inferiores podrían ocasionar deslizamientos del calzado sobre el pavimento, mientras que con niveles superiores el pie quedaría excesivamente fijo. En ambos casos disminuye el rendimiento deportivo y aumenta el riesgo de sufrir lesiones.

Este coeficiente hace referencia tanto a las fuerzas de rozamiento estáticas; aquellas fuerzas necesarias para iniciar el movimiento, en cuyo caso se denomina coeficiente de rozamiento estático; como a las fuerzas de rozamiento cinéticas o dinámicas; aquellas que se requieren para mantener ese movimiento, en cuyo caso se denomina coeficiente de rozamiento cinético o dinámico. Normalmente éstas últimas son las que reciben mayor atención en el ámbito deportivo (Andreasson, Lindenberger, Rendstrom y Peterson, 1986; Gutiérrez, 1999).

Para cada situación deportiva concreta (pavimento y calzado, contaminantes, temperatura, tipo y velocidad de movimiento, etc.), se establece un coeficiente óptimo de fricción que maximiza el rendimiento y/o disminuye el riesgo de sufrir lesiones (Milburn y Barry, 1998). En algunos deportes, como el fútbol o el tenis se han establecido los coeficientes óptimos para la relación calzado-pavimento. Sin embargo, en el caso de la

pilota valenciana no existen estudios que hayan determinado el tipo de pavimento y calzado óptimos para la práctica de este deporte.

Para finalizar con esta parte introductoria, es importante citar dos términos asociados al de fricción y que frecuentemente aparecen en los textos que tratan esta variable: la **tracción** y la **abrasión**. El término tracción es sinónimo al de fricción, pero suele utilizarse cuando la suela de la zapatilla penetra en el pavimento por medio de tacos o clavos, como ocurre con el fútbol o el rugby. La abrasión es un concepto diferente al de fricción, pues hace referencia al deterioro del pavimento causado por el roce de otra superficie que, a su vez, también se deteriora. Tiene una gran relevancia en el caso de las caídas, pues si la abrasión es excesiva, la piel sufre quemaduras (Durá, 1997; Durá, Gil, Ramiro y Vera, 1996; Pérez, 2004).

II. Relación entre la fricción y la epidemiología

Al parecer, existe consenso en la literatura consultada, en que los cambios producidos en el coeficiente de fricción de las distintas superficies deportivas, es una de las causas del aumento de lesiones por sobrecarga en el deporte (Pasanen, Parkkari, Rossi y Kannus, 2008; Stiles y Dixon, 2006). Entre éstas se identifican: tendiopatías de los miembros inferiores, el síndrome de la cintilla iliotibial o fracturas por estrés (Cosca y Navazio, 2007).

Respecto a la relación calzado-pavimento, en un estudio realizado sobre diferentes superficies en tenis (Renström, 1995), se ha hallado que las superficies que registran coeficientes de fricción más altos, como por ejemplo el cemento, provocan más lesiones por sobrecarga en la rodilla que aquellas que son más arcillosas. Igualmente, Newton, Doan, Meese, Conroy, Black, Sebastianelli y Kramer (2002), encontraron que la utilización de zapatillas nuevas aumentaba el riesgo de lesiones de rodilla y tobillo, ya que fijan el pie con más firmeza al pavimento que cuando presentan cierto grado de desgaste. Este efecto era especialmente evidente cuando se daba la combinación “calzado nuevo + superficie con alto coeficiente de fricción”.

En referencia al tipo de gestos deportivos, diversos estudios indican la relación entre lesiones de ligamentos en rodilla y tobillo con acciones deportivas donde el pie queda fijo en el suelo, como es el caso de las paradas tras carrera seguidas de cambios de dirección y sentido (Andreasson *et al.*, 1986; Junge, Chomiak y Dvorak, 2000; McGrath y Ozanne, 1997; Twizere, 2004).

En el caso concreto de los ligamentos cruzados de la rodilla, los estudios de Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme y Bahr (2003) y de Pasanen y colaboradores (2008), indican que el riesgo de sufrir una lesión traumática al realizar un giro, es más alto al jugar sobre superficies sintéticas que de madera, debido a los altos valores de fricción que se registran en los pavimentos sintéticos. Estos resultados corroboran estudios previos (Ekstrand *et al.*, 1989; Frederick y Himmelsbach, 1995; Nigg, 1990), según los cuales, niveles altos de fricción se asocian con un aumento en las lesiones traumáticas de carácter agudo, mientras que niveles bajos de fricción disminuyen el riesgo de sufrir este tipo de lesiones.

No obstante, niveles excesivamente bajos de fricción pueden ocasionar caídas por resbalones. Esto puede ocurrir básicamente por dos motivos:

(1) la presencia de contaminantes, principalmente (a) agua, ej. después de llover o en la “playa” de las piscinas, (b) polvo y tierra en pavimentos artificiales y (c) aceite, ej. en circuitos para coches y motos. Estas situaciones de riesgo se eliminan con una correcta limpieza y mantenimiento de la instalación.

(2) coeficiente de fricción insuficiente entre el calzado y el pavimento (Kim *et al.*, 2008). Dado que este coeficiente es específico para cada calzado-pavimento, y en la práctica real el deportista no tiene posibilidad de cambiar el pavimento, es de especial relevancia la elección de un calzado con la suela adecuada para el pavimento donde se realice la actividad.

En cualquier caso, y con independencia de la elección del calzado, los pavimentos de uso deportivo deberían diseñarse atendiendo a dos aspectos relacionados con la fricción (Durá *et al.* 1996): (1) superar un valor mínimo para evitar caídas y desequilibrios como consecuencia de resbalones. (2) No ser excesiva y permitir un deslizamiento controlado, para impedir las caídas producidas por la resistencia al deslizamiento entre el zapato y el suelo (Cohen y Compton, 1982; Redfern y Bloswick, 1997), la fatiga, la degeneración de las articulaciones y el disconfort general

III. Relación entre la fricción y el rendimiento deportivo

En 1984, Nigg *et al.*, y Stuke, Baudzus y Baumann (1984), proponen la denominada “hipótesis de la adaptación cinemática” para explicar resultados en estudios de fricción aparentemente contradictorios. Según esta hipótesis, los deportistas modifican su patrón de movimientos para compensar situaciones de fricción excesivamente altas o bajas. Van Gheluwe y Deporte (1992), llegan a conclusiones similares cuando comparan resultados de

fricción calzado-pavimentos medidos con máquinas de ensayo y con sujetos. Pero estos autores no hablan de su relación con el rendimiento.

Cham y colaboradores (2002) y Li y colaboradores (2007), confirman que niveles incorrectos de fricción obligan al deportista a modificar su patrón de movimiento normal, lo cual afecta negativamente al rendimiento, no sólo a nivel biomecánico, sino también, a nivel fisiológico y psicológico.

IV. Métodos de estudio

A continuación, se describen los métodos más utilizados para analizar la fricción de acuerdo con la descripción realizada por diversos autores (Brizuela, 1996; Cross, 2002; Durá, 1997; Durá *et al.*, 2006; Durá *et al.*, 1996; Llana, 1998; Pérez, 2004; Thorpe y Canaway, 1986).

a) Máquinas de ensayo de la fricción longitudinal

• El método del péndulo

Se utiliza un péndulo calibrado para medir la fricción dinámica y puede aplicarse a todo tipo de superficies. En concreto este aparato mide el coeficiente de fricción al deslizamiento. Consiste en colocar el péndulo, cubierto por una suela de neumático, de forma que roce con el pavimento al pasar por la parte más baja de su trayectoria. Cuanto mayor sea el rozamiento menor será la altura que alcanza en la fase final del movimiento.

En cuanto a las características técnicas, el péndulo (figura 16) consta de las siguientes partes:

- Una masa deslizante de $1,50 \pm 0.03$ Kg unida al extremo de un brazo oscilante a una distancia de 410 ± 5 mm del centro de suspensión.
- Dicha masa deslizante consta de un bloque de aluminio de 76 mm de ancho, 24 mm de profundidad y 6 mm de ancho sujeto a una base rígida que, en conjunto, forman una masa total de 50 ± 5 gramos.

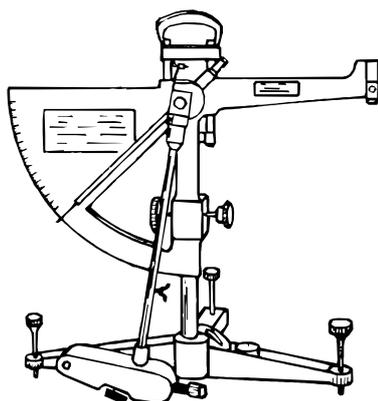


Figura 16. Péndulo utilizado para medir la fricción longitudinal.

Este aparato parece dar resultados consistentes y satisfactorios en ciertos tipos de superficies como los suelos multideportivos de interior, según se especifica en la normativa UNE-EN 14904: 2006. En concreto, los modelos más utilizados son el British Portable Skid Tester (BPST) y el péndulo desarrollado por la UK Traffic and Road Research Laboratory (TRRL). Este dispositivo ha sido adoptado por la International Association of Athletics Federations (IAAF) y el estándar europeo UNE-EN 13036-4. Del mismo modo, la Fédération Internationale de Football Association (FIFA) en su manual de pruebas publicado en el año 2009 presenta un péndulo modificado. Éste tiene un pie que lleva incorporados tacos en lugar del pie de goma liso y se le ha agregado un acelerómetro.

Según la normativa UNE-EN 13036-4, citado en la norma UNE-EN 14904:2006 para superficies deportivas y suelos multideportivos de interior, el coeficiente de fricción al deslizamiento debe estar entre 80 y 110 (valor de la media) en la escala de dicho péndulo.

- **El carro de deslizamiento**

Desarrollado para medir la fricción dinámica, el ensayo consiste en el lanzamiento de un carro con un “pie”, de área de 43 cm^2 y recubierto por una suela de caucho normalizado, por una rampa de: 0,87 m de altura, 0,32 m de anchura, 1,5 m de longitud y 30° de inclinación. El parámetro empleado es la distancia desde la parte delantera del pie hasta el primer contacto del mismo, es decir, se mide la longitud que recorre hasta frenarse (figura 17).

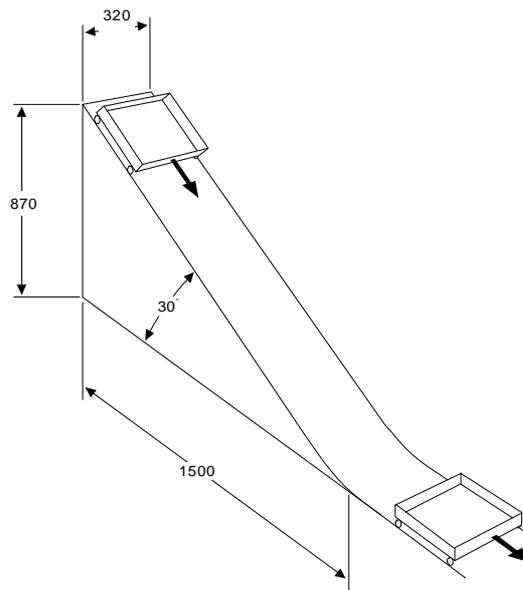


Figura 17. Carro de deslizamiento.

El pie puede colocarse en una posición adelantada o retrasada (Pérez, 2001). En posición adelantada se incrementa la fuerza normal, mientras que en posición retrasada se disminuye. Esto permite simular mejor gestos deportivos que impliquen paradas más o menos bruscas. Puede aplicarse a todo tipo de superficie artificial en laboratorio o sobre el pavimento instalado.

- **Máquina de fricción longitudinal-IBV de monitorización neumática**

Esta máquina consta de 2 partes bien diferenciadas: por un lado la torreta vertical y por otro la bancada. Según esta disposición, la instalación neumática dispone de 2 cilindros de doble efecto; uno vertical ubicado sobre un pórtico desplazable a través de 2 guías lineales, el cual, se fija a un pie mecánico con el calzado a ensayar realizando la fuerza vertical de pisado sobre el suelo; y otro horizontal que reproduce el movimiento de avance del pie sobre la bancada portadora de las muestras de suelo, sobre la cual se produce la fricción. En la bancada se ubica una plataforma dinamométrica DINASCAN-IBV, cuyo suelo se sustituye por el pavimento a ensayar, registrando así, las cargas de fricción entre la suela del calzado y el pavimento (figura 18).

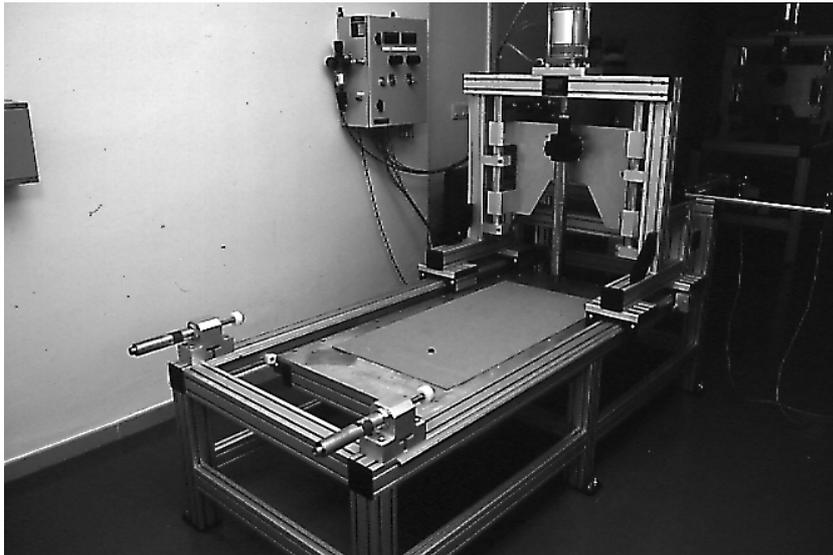


Figura 18. Máquina de fricción longitudinal-IBV de monitorización neumática.

Sus especificaciones técnicas son las siguientes:

- Rango de fuerzas verticales: de 0 a 7200 N con una precisión de ± 5 N.
- Rango de fuerzas horizontales: de 0 a 7200 N con una precisión de ± 5 N.
- Rango de velocidades horizontales: de 0.1 a 5 m/s.
- Dimensiones del pavimento a ubicar en la bancada: 600 x 350 mm².
- Rango de inclinación del pie mecánico: 0 a 35°.
- La plataforma dinamométrica está conectada a un PC vía tarjeta de adquisición de datos. El registro y almacenamiento de los datos se realiza gracias al software DINASCAN v7.6.

- **Aparato de medida del deslizamiento del Instituto de Ensayos de Materiales de Berlín (BAM)**

Es un método muy simple que consiste en lanzar un disco con suela de cuero mediante un muelle calibrado y medir la longitud de deslizamiento hasta que se frena. Este instrumento consta de un dispositivo de lanzamiento formado por una placa base resistente al deslizamiento, en la que se aloja un muelle calibrado y dispositivos de tensión y disparo (figura 19). El muelle se calibra de modo que el cuerpo deslizante alcance una velocidad de

23.8 m/s sobre una superficie testigo de vidrio. El espacio recorrido en deslizamiento por el cuerpo deslizante sobre el suelo que se ha de ensayar se mide con una cinta métrica.



Figura 19. Instrumental diseñado por el BAM para medir el deslizamiento (Llana, Brizuela, Durá y García, 2002).

Las especificaciones técnicas que determina la normativa DIN respecto a este aparato son:

- El cuerpo deslizante debe de ser un cilindro de acero de 100 mm de diámetro, 50 mm de altura y una masa total de 3 kg, en cuya base inferior se anclan simétricamente con respecto al centro, tres discos deslizantes de cuero curtido antiguo RAL 061 A (DIN 51963) cuya dureza shore-H es de 60 ± 5 , de 16 mm de diámetro y 5 mm de espesor.

b) Máquinas de ensayo de la fricción rotacional

• Aparato de “tracción”

Este método se utiliza para realizar mediciones de fricción estática. Consiste en aplicar un par torsor mediante una llave dinamométrica a una suela con un peso de 46kg. El movimiento se realiza manualmente y la máxima fuerza (coeficiente de disparo) es grabada mediante la herramienta o llave (Canaway y Bell, 1986; Lambson, Barnhill y Higgins, 1996; Torg, Quedenfeld y Landau 1974; Winterbottom 1985). En la superficie se mide el momento inicial necesario para girar una masa estática, la cual va incrementando gradualmente la fuerza que aplica.

El instrumento de análisis consta de los siguientes componentes: un disco rígido cilíndrico (150 ± 2 mm) con un mango. La masa total es de 42 ± 3 kg y la superficie inferior del disco está cubierta por una capa de goma 150 ± 2 mm de diámetro (figura 20). La superficie del disco se colocará sobre la superficie, en un mismo plano. El resultado del ensayo es el par torsor necesario para iniciar el movimiento giratorio. Este método puede aplicarse a todo tipo de superficie artificial, tanto en ensayos de laboratorio como sobre el pavimento instalado. En este tipo de test la relación entre la fuerza de torsión y la fuerza vertical es lineal (Torg *et al.*, 1974).

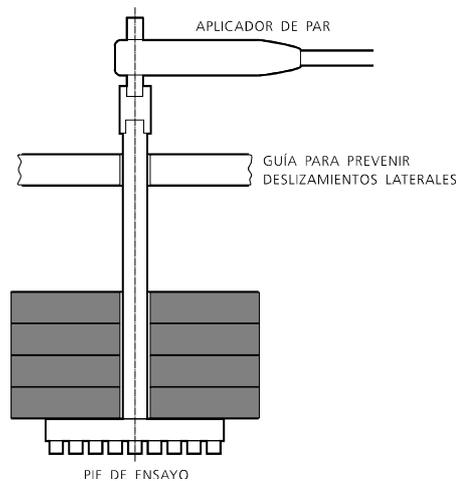


Figura 20. Aparato de tracción.

Este método se utiliza principalmente con la normativa BSI (Durà, 1999). Ésta expone que para pavimentos multiusos el coeficiente de tracción debe estar entre 1.1 y 2.0.

- **Aparato de deslizamiento de Stuttgart**

El método utilizado con este aparato está regulado en la normativa UNE 41958:2000 IN. Consiste en un eje guiado verticalmente que se hace girar por medio de una pesa en suspensión que aplica un par torsor constante. Consta de un mango vertical de 20 mm alineado sobre un armazón, teniendo encajada en su parte inferior un eje (de inclinación 12 mm/giro). El momento de inercia está fijado para 3000 ± 200 kg cm². El pie de análisis tiene tres capas cubiertas con cuero (Pérez, 2001). Un sensor de fuerza mide el par de fricción que aparece cuando el pie de ensayo roza el pavimento. Debe tenerse en cuenta que el “pie” de ensayo es diferente para pavimentos de exterior e interior (figura 21).

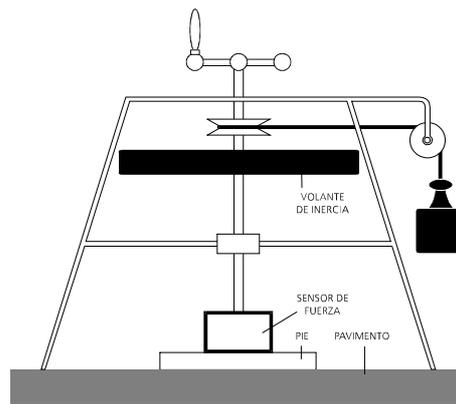


Figura 21. Aparato de deslizamiento de Stuttgart.

Las características principales del aparato de deslizamientos de Stuttgart son:

- Peso total del eje, pesa y pie de ensayo, 20 ± 1 kg.
- Momento de inercia total de 3000 ± 200 kgcm².
- Pesa suspendida libre de $5 \pm 0,1$ kg.
- Diámetro de la bobina de arrollamiento del alambre: 54 ± 1 mm.
- Material de la suela de ensayo: cuero curtido de dureza SHORE D 60 ± 15 y 2 mm de espesor lijado en la dirección del movimiento con papel abrasivo grado 100.

El coeficiente de fricción se calcula con la fórmula:

$$\text{Coef} = 0,3 \frac{D}{V}$$

Donde D es el par de fricción en N cm y V es la fuerza vertical aplicada en N.

Los valores medios del coeficiente de fricción (μ) con cuero normalizado según la norma UNE 41958:2000 IN son las siguientes:

Material de referencia	Rango
Cuero	$0,4 \leq \mu \leq 0,8$

- **Máquina de fricción rotacional-IBV de monitorización neumática**

Esta máquina está diseñada para medir los pares torsores que se producen entre el calzado y el pavimento. Consta de una torreta vertical, en la que se ubica el pie neumático con el calzado a estudiar, y una bancada circular con un eje de giro concéntrico. El movimiento circular se produce al aplicar uno de los dos cilindros un par torsor a la bancada, mientras el otro cilindro aplica la fuerza vertical. La mordaza utilizada permite simular la flexión dorsal de los dedos, de manera que sólo apoya la parte anterior del calzado, simulando un giro realizado sobre el antepié (figura 22).

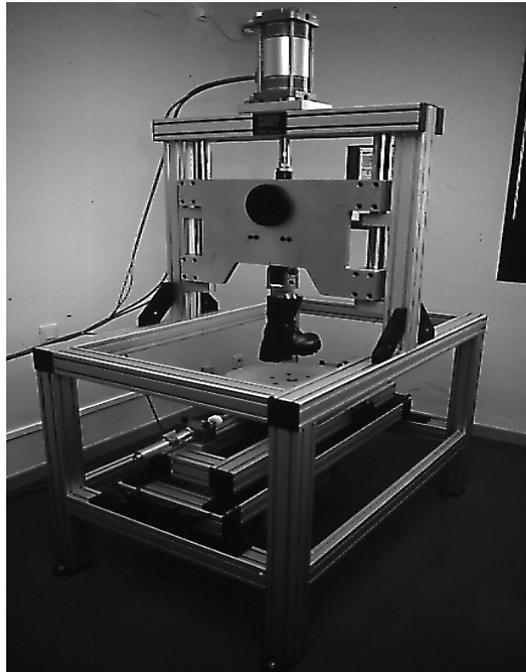


Figura 22. Máquina de fricción rotacional – IBV de monitorización neumática.

Las especificaciones técnicas son las siguientes:

- Rango de fuerzas verticales: de 0 a 7200 N con una precisión de ± 5 N.
- Rango del par torsor: de 0 a 150 Nm con una precisión de ± 5 Nm.
- Rango de velocidades angulares: de 0 a 25 rad/s.
- Dimensiones del pavimento a ubicar en la bancada: 400 mm de diámetro.
- Rango de inclinación del pie mecánico: 0 a 35°.

- **Dispositivo de medición de la fricción rotacional de la FIFA**

Otro dispositivo para la medición de la fricción rotacional es el presentado en el manual de pruebas 2009 de la FIFA. Consiste en un pie de prueba (un disco) con seis tacos equidistantes, un eje unido centralmente al disco, una llave dinamométrica y un sistema de pesos anulares. La masa total será de $46 \pm 1\text{Kg}$. El control de la velocidad de torneado es manual, y ésa podría ser la causa de la pobre reproductibilidad de la prueba.

A pesar de todas las máquinas y normativas citadas, hay que destacar que no existe ninguna normativa que establezca el rango de fricción para la práctica de la *pilota valenciana*.

c) Ensayos con sujetos

Si existen discrepancias en cuanto a las máquinas de ensayo, mayores lo son en el caso de ensayos con sujetos.

Uno de los métodos utilizados consiste en medir el tiempo empleado por deportistas, en diferentes condiciones de ensayo (pavimentos y/o calzado diferentes) en circuitos de carrera con paradas y cambios de dirección y sentido. En la figura 26 se muestra un protocolo de test con un circuito de slalom normalizado (Brizuela, 1996).

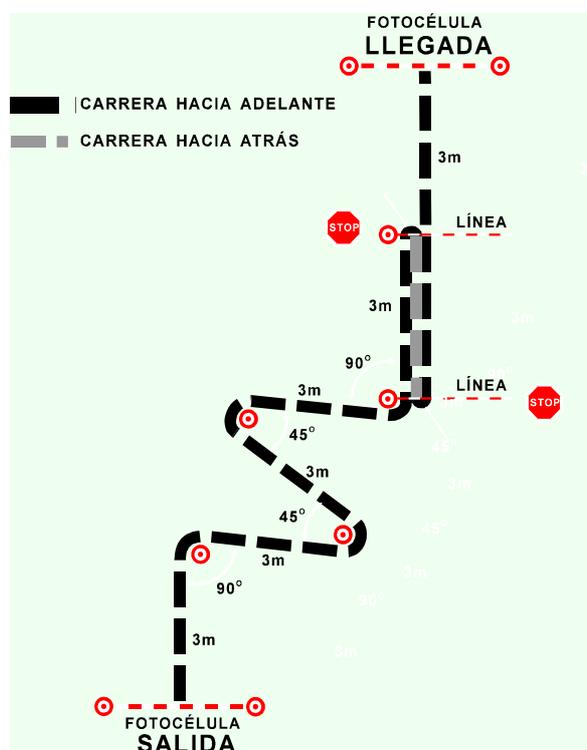


Figura 26. Circuito de slalom normalizado para registrar variables biomecánicas en la ejecución de movimientos deportivos (Brizuela, 1996).

Otro método más complicado consiste en registrar variables biomecánicas (fuerzas, pares torsores, ángulos, etc.) durante la ejecución de determinados movimientos. Varios estudios de este tipo han sido publicados (Besser, Marpet y Medoff, 2008; Durá, 1999; Gao, Oksa, Rintamäki y Holmér 2008; Kim y Lockhart, 2008). Pero la variabilidad de instrumental y protocolos hace muy difícil comparar resultados.

d) Conclusiones

Actualmente existen grandes discrepancias respecto al método, instrumental y protocolos para la valoración de las características de fricción de los pavimentos deportivos.

En el caso de máquinas vs sujetos, ya desde la década de 1980 (Nigg *et al.*, 1988), los investigadores destacan las grandes diferencias e incluso contradicciones, al comparar los resultados obtenidos en ensayos con sujetos y con máquinas. Esta problemática no ha sido solventada satisfactoriamente hasta nuestros días (Pérez, Llana y Alcántara 2008).

2.2.3. ESTUDIO DE LA INTERACCIÓN DE LA PELOTA CON EL PAVIMENTO

Es importante estudiar el comportamiento de la pelota en el pavimento cuando existen móviles en la práctica deportiva. En el caso de móviles esféricos, el **bote** y la **rodadura** determinan considerablemente las características del juego. En deportes como el baloncesto, el tenis, el golf o la *pilota valenciana*, una de las preocupaciones principales de los jugadores es que el esférico bote con el ángulo y la velocidad adecuada. En otros deportes, como el fútbol, el hockey, el golf y algunas modalidades de *pilota valenciana*, la rodadura del balón es clave para que el esférico llegue al punto deseado y con la velocidad deseada.

2.2.3.1. Bote vertical del balón o pelota

En la mayoría de los reglamentos deportivos se especifica la altura del bote de la pelota para una determinada altura de caída y sobre un determinado pavimento. Si el bote está por encima o por debajo del rango establecido el juego se verá afectado. Sin embargo, en *pilota valenciana* no existe ningún reglamento que establezca cual es el rango óptimo de bote.

A continuación, se muestran los métodos de ensayo de bote vertical de la pelota contemplados en la normativa actual.

- **Máquinas de ensayo del bote vertical del balón o pelota**

Según la normativa EN 12235: 2004/AC 2006, se deja caer un balón o pelota sobre una superficie. Se mide a continuación la altura hasta la que rebota y se calcula el porcentaje que representa la altura del rebote.

Existen dos aparatos de registro:

1. Método visual: registra la altura máxima del balón, realizando la medición desde el punto más bajo de la pelota o balón. El ensayo precisa de los siguientes elementos:

- Escala vertical colocada de forma que se pueda medir la distancia entre la parte inferior de la pelota y la superficie situada debajo;
- Dispositivo de vídeo o de observación directa que permita determinar la altura máxima que alcanza la pelota, con una resolución superior al 1% de la altura de caída.

2. Método acústico: según el cual se mide el tiempo que transcurre entre el primer y el segundo bote mediante la detección del sonido. Las características del ensayo son:

- Aparato: se compone de un micrófono y un cronómetro que se activa por sonido, y que permite realizar la medición con una precisión de 1 m/s.
- El (t) debe medirse con una precisión de $\pm 0,001$ s.
- La altura del bote será $H = 1,23(T - K_I)^2$; donde T es el tiempo en segundos, entre el primer y el segundo bote de la pelota o balón y K_I el factor de corrección indicado en la tabla.

La normativa UNE 12235: 2004/AC 2006 establece las siguientes especificaciones para diferentes deportes:

Pelota	Altura de caída (m)	Altura de rebote sobre hormigón	K_I (s)
Tenis	2,54 m	1,410 m \pm 0,025 m	0,005
Baloncesto	1,80 m	1,300 m \pm 0,025 m	0,025
Fútbol	2,00 m	1,35 m \pm 0,05 m	-

2.2.3.2. Bote angulado de la pelota

En el caso del **bote angulado** de la pelota, según Pérez (2001), la fricción entre el esférico y la superficie es responsable de las variaciones en la velocidad, la dirección y la rotación del móvil después de contactar con la superficie. Así, según el sentido del giro del esférico, existen repercusiones sobre la trayectoria del vuelo posterior al contacto de la pelota, como consecuencia de la modificación del rozamiento de la pelota con el suelo (Gutiérrez, 1999; Lutgens *et al.*, 1982). Es lo que se conoce en el argot deportivo como los “efectos”. En este sentido, cuando la pelota gira a favor del movimiento parabólico, el rozamiento tiende a disminuir y, consecuentemente, la componente horizontal reduce menos su velocidad. Por el contrario, cuando la pelota gira en sentido contrario a su trayectoria parabólica, el rozamiento se incrementa, reduciéndose el componente horizontal de su velocidad.

a) Máquinas de ensayo del bote angulado de la pelota

- **Ensayo de bote angulado utilizado en la normativa Europea**

La norma EN 13865: 2006 – “Determinación del comportamiento del rebote angular de la pelota. Tenis” utiliza una máquina lanza pelotas y una pelota homologada por la federación de tenis. Esta máquina se regula con las siguientes características:

- Ángulo de incidencia: $16 \pm 2^\circ$.
- Velocidad 30 ± 2 m/s.

Además se utiliza un monitor de trayectoria de la pelota, que permita monitorizar la trayectoria de la pelota antes y después del impacto para medir su velocidad con una exactitud de ± 0.01 m/s y su ángulo de impacto y rebote con una exactitud de $\pm 1^\circ$.

- **Modelo de Cross**

Otro modelo es el propuesto por Cross (2002) que consiste en un bloque de madera apoyado en dos rodillos cilíndricos de modo que pueda moverse libremente en dirección horizontal, con muy poca resistencia friccional. La bola llega con una trayectoria oblicua y contacta con la plataforma, colocada sobre el bloque, ejerciendo una fuerza de duración variable. Un disco piezoeléctrico de 19 mm de diámetro y 0,3 mm de grosor se coloca en uno de los extremos del bloque, haciendo las funciones de acelerómetro. El voltaje de salida del disco piezoeléctrico es directamente proporcional a la aceleración del bloque. El único tratamiento de señales que se requiere es conectar un condensador externo (20-nF) paralelamente al disco piezoeléctrico para ampliar la constante de tiempo más allá de la duración del impacto (figura 23).

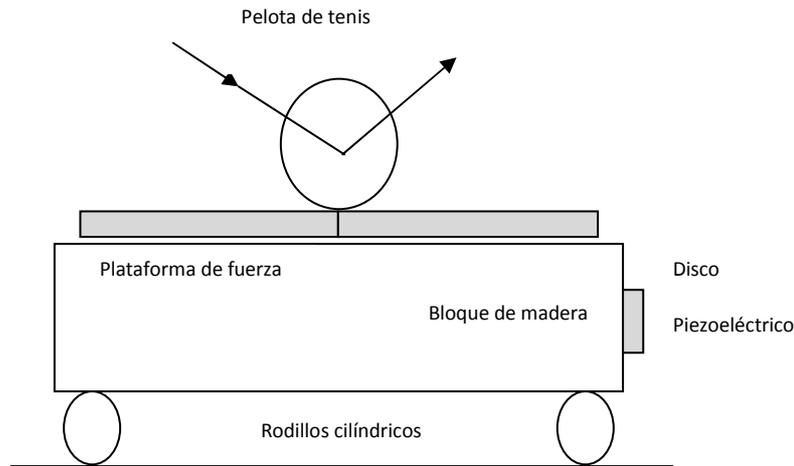


Figura 23. Esquema explicativo del Modelo de Cross.

- **El Wassing Sestée**

Es la máquina más utilizada por la Federación Internacional de Tenis (ITF). Consta de dos cajas y es necesario un cañón neumático para proyectar la bola a través de ellas a una velocidad de $30 \text{ m}\cdot\text{S}^{-1}$ y a un ángulo de acercamiento de 16° (International Society of Biomechanics Sport [ISBS], 2004).

El Wassing Sestée, se utiliza para medir exactamente la distancia que ha alcanzado la bola. En concreto, usando la tecnología de las barreras de fotocélulas contenidas en sus dos cajas reconstruye matemáticamente la trayectoria de la bola antes y después del impacto con el suelo, calculando así la distancia (figura 24).



Figura 24. Wassing Sestée.

2.2.3.3. Rodadura de la pelota

Con respecto a la **rodadura** del esférico, la fricción determina la pérdida de velocidad que experimentará. Por ello, en deportes que se juegan sobre césped, cuando se quiere que el balón se mueva rápidamente, el césped se deja muy corto y se moja previamente. En deportes de sala, la única variable que se puede manipular es la cantidad y tipo de contaminantes sobre el pavimento.

- **Análisis de la rodadura de la pelota**

Existen varios métodos utilizados para analizar el comportamiento del balón sobre la superficie, siendo los más importantes (Baker, 1990):

Es utilizado en la normativa EN 12234: 2002, especialmente en terrenos de fútbol. Consiste en una rampa sobre la cual se deja rodar el balón desde una altura especificada (1000 ± 5 mm). Se proponen dos procedimientos de medida:

- Dejar rodar la pelota por una rampa y medir el cambio de velocidad que sufre el balón en el desplazamiento.
- Igual que el anterior, pero se mide la distancia que recorre la pelota hasta que se frena.



Figura 25. Rampa utilizada para el análisis de la rodadura en campos de fútbol.

2.3. EL DISEÑO ORIENTADO AL USUARIO (DOU) APLICADO AL ESTUDIO DE LOS TRINQUETES DE *PILOTA VALENCIANA*

La línea de investigación seguida en esta Tesis Doctoral se fundamenta en un nuevo paradigma de estudio de diseño de productos denominado Diseño Orientado al Usuario (DOU). Desde este paradigma, la información aportada por los usuarios acerca de un producto resulta clave para su desarrollo final. De este modo, el modelo de gestión se basa en adecuar los nuevos productos a las necesidades, expectativas y requerimientos de los usuarios desde un punto de vista funcional y emocional.

Esta filosofía del DOU sigue la máxima que los productos mejor diseñados resultan de la comprensión de las personas que van a utilizarlos. Así, la interacción con los usuarios permite reunir las percepciones y opiniones de éstos para conducir el proceso de diseño desde las primeras fases de desarrollo del producto. En la figura 27 puede verse ejemplificado el concepto de DOU:

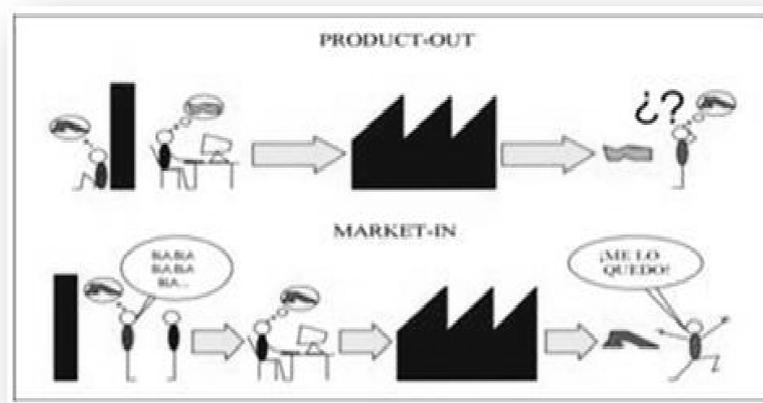


Figura 27. Viñeta que ejemplifica la filosofía del DOU (Page *et.al.*, 2001).

En la primera secuencia puede verse cómo el producto en que piensan diseñador y usuario potencial es distinto, con lo que el usuario al final se encuentra con un producto que no cumple sus expectativas. En la segunda secuencia puede observarse que el usuario toma parte del proceso, orientando el diseño, por lo que el producto final que le llega reúne las características de aquello que espera. Se trata de un modelo sencillo en su concepción pero que no siempre se tiene en cuenta, sobre todo, en determinados ámbitos como el que nos ocupa: generar criterios biomecánicos aplicables al diseño de trinquetes de *pilota*.

Entre las herramientas utilizadas para la captación de la opinión del usuario se encuentran la Ingeniería Emocional: Semántica de Productos, Ingeniería Kansei; y el Diseño Orientado al Usuario: QFD-Quality Function Deployment, Modelo de Kano, Análisis del Valor, Conjoint Analysis y Análisis de Jerarquías de Saaty (Page, Porcar, Such, Solaz y Blasco, 2001).

Desde el Instituto de Biomecánica de Valencia, se ha utilizado la metodología del DOU para estudiar la interacción entre usuarios (los jugadores de *pilota*), y el producto o entorno, (el trinquete). De este modo, se han considerado cuatro niveles diferentes de estudio.

- En el **primer nivel** se agrupan los datos objetivos que describen las características de la instalación deportiva y de los sujetos por separado. Los primeros incluirán las propiedades mecánicas de las superficies deportivas, como son el coeficiente de fricción longitudinal y rotacional, el bote vertical y el bote angulado, así como las de las paredes del trinquete, analizando el bote angulado. Mientras que los datos relacionados con los jugadores aportarán información sobre las molestias y dolencias corporales que padecen y sus necesidades.
- El **segundo nivel** incluiría las variables utilizadas para caracterizar la carga y la respuesta biomecánica objetiva. En la presente Tesis no se ha llevado a cabo este nivel por una limitación tecnológica, pues durante la realización del estudio no se conocía la existencia de calzado específico para analizar la fricción longitudinal y rotacional. De modo que se descartaron los ensayos biomecánicos de análisis de fricción.
- En el **tercer nivel** se incluye la percepción que tienen los pelotaris sobre la instalación deportiva y las consecuencias subjetivas que ésta produce sobre su organismo, por ejemplo, la abrasión del pavimento y el riesgo de lesionarse en esa instalación estarían relacionadas con el confort, mientras que otras variables como el comportamiento de la pelota en las paredes y en el suelo con el rendimiento. Estos datos se han recopilado a través de los estudios de opinión con pelotaris.
- Finalmente el **cuarto nivel** hace referencia a la satisfacción del usuario como consecuencia de los resultados de los otros tres niveles. Este nivel combina otros factores como por ejemplo el emocional, las expectativas de rendimiento o los aspectos cognitivos entre otros.

En la figura 28 se muestra un esquema de los niveles de estudio seguidos en la presente Tesis Doctoral.

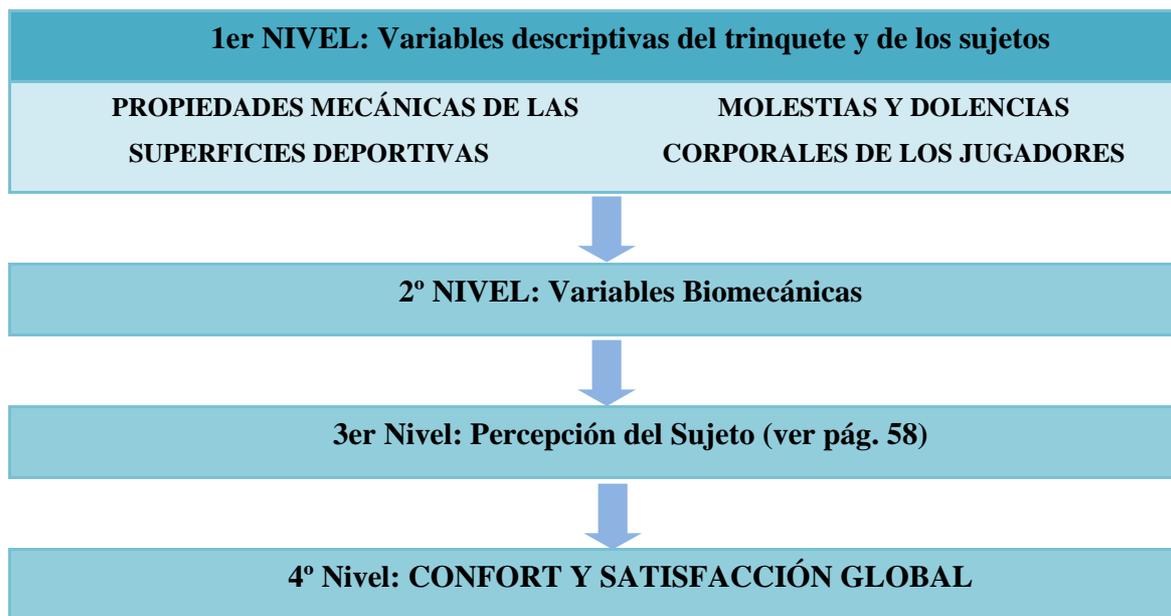


Figura 28. Modelo de interacción con los niveles de estudio.

2.4. CONCLUSIONES DEL ESTADO DEL ARTE

A continuación, se presentan las conclusiones más relevantes del Estado del Arte:

- La *pilota valenciana* es un **deporte tradicional muy arraigado** en la Comunidad Valenciana.
- Se ha observado una **problemática** en los trinquetes actuales: abandono, carencia de normativa como instalación deportiva, ausencia de estudios de mejora, etc.
- No se han encontrado **estudios epidemiológicos** en la literatura científica sobre *pilota valenciana*, de manera que sólo se puede comparar con deportes con estructura de juego similar como la pelota vasca y los deportes de raqueta.
- En relación a la **interacción entre el jugador y el pavimento**, no se han hallado estudios en *pilota valenciana* que relacionen la amortiguación y la fricción con la epidemiología y/o con la mejora del rendimiento deportivo.
- Ningún trabajo se ha centrado en determinar el tipo de **pavimento y calzado** óptimos para la práctica de la *pilota valenciana*.
- La *pilota valenciana* carece de una **normativa** que establezca las características biomecánicas de los trinquetes como resultado de la **interacción entre el jugador y la pelota con el pavimento**.

3. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

3.1. OBJETIVOS DE LA TESIS

Objetivo general:

Analizar y evaluar los trinquetes de *pilota valenciana* a través de estudios sobre la percepción de molestias corporales, de opinión y mecánicos.

Objetivos parciales:

1. Detectar las molestias corporales de los *pilotaris*, analizando la frecuencia de aparición, la localización y severidad de éstas, para atender a sus necesidades.
2. Identificar las especificaciones técnicas que “a priori” debe cumplir un trinquete.
3. Seleccionar una muestra representativa de trinquetes para estudiar su estado actual.
4. Conocer la opinión de los jugadores sobre los principales aspectos que caracterizan a un trinquete, así como las propuestas de mejora de los mismos para el correcto desarrollo de la actividad deportiva.
5. Establecer procedimientos de ensayo para analizar las características mecánicas de los pavimentos y paredes de los trinquetes valencianos.
6. Conocer el estado actual de los trinquetes mediante la realización de ensayos mecánicos.
7. Definir los valores de referencia mecánicos que debe cumplir un trinquete para ser catalogado como instalación de calidad.

3.2. PLAN DE TRABAJO

- **FASE 1: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Esta primera fase, se ha centrado en una indagación en la literatura sobre el estado actual de la investigación sobre los trinquetes de *pilota*. Para ello se han establecido dos grandes apartados. Por un lado, se ha aportado información relacionada con el juego de *pilota*: historia, características principales del trinquete, modalidades de juego y epidemiología de este deporte. Mientras que por otro lado, se ha investigado la biomecánica de los pavimentos deportivos, centrandolo en la interacción entre el jugador y la pelota con el pavimento: amortiguación, fricción, bote (vertical y angulado) y rodadura de la pelota.

- **FASE 2: ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE MOLESTIAS CORPORALES**

La primera actuación en esta segunda fase fue la selección de la muestra de *pilotaris*. A continuación, se diseñaron y realizaron las encuestas y por último se trataron los datos. Los resultados obtenidos sirvieron para abordar el objetivo planteado en el apartado anterior: “detectar las molestias corporales de los *pilotaris*, analizando la frecuencia de aparición, la localización y severidad de éstas, para atender a sus necesidades”.

- **FASE 3: ANÁLISIS DE LOS TRINQUETES DE PILOTA VALENCIANA**

Fase 3.1. Estudio de opinión-identificación de especificaciones

Para abordar esta parte de la investigación se utilizó la técnica Grupo de Discusión. Esta metodología permitió obtener información de los jugadores sobre las especificaciones que debe cumplir un trinquete, así como, para diseñar el resto de estudios.

Fase 3.2. Selección de la muestra de trinquetes

Este apartado se realizó teniendo en cuenta las especificaciones técnicas obtenidas en el apartado 3.1. El objetivo del mismo era: “seleccionar una muestra de trinquetes representativa para estudiar su estado actual”. La muestra final estaba compuesta por 10 trinquetes, separados en dos grupos en función de su estado de conservación.

Fase 3.3. Estudio horizontal de opinión de trinquetes

El siguiente paso fue la realización del estudio horizontal en los 10 trinquetes seleccionados con anterioridad. Cumpliendo así con el objetivo de: “conocer la opinión de los jugadores sobre los principales aspectos que caracterizan a un trinquete, así como, las propuestas de mejora de los mismos para el correcto desarrollo de la actividad deportiva”.

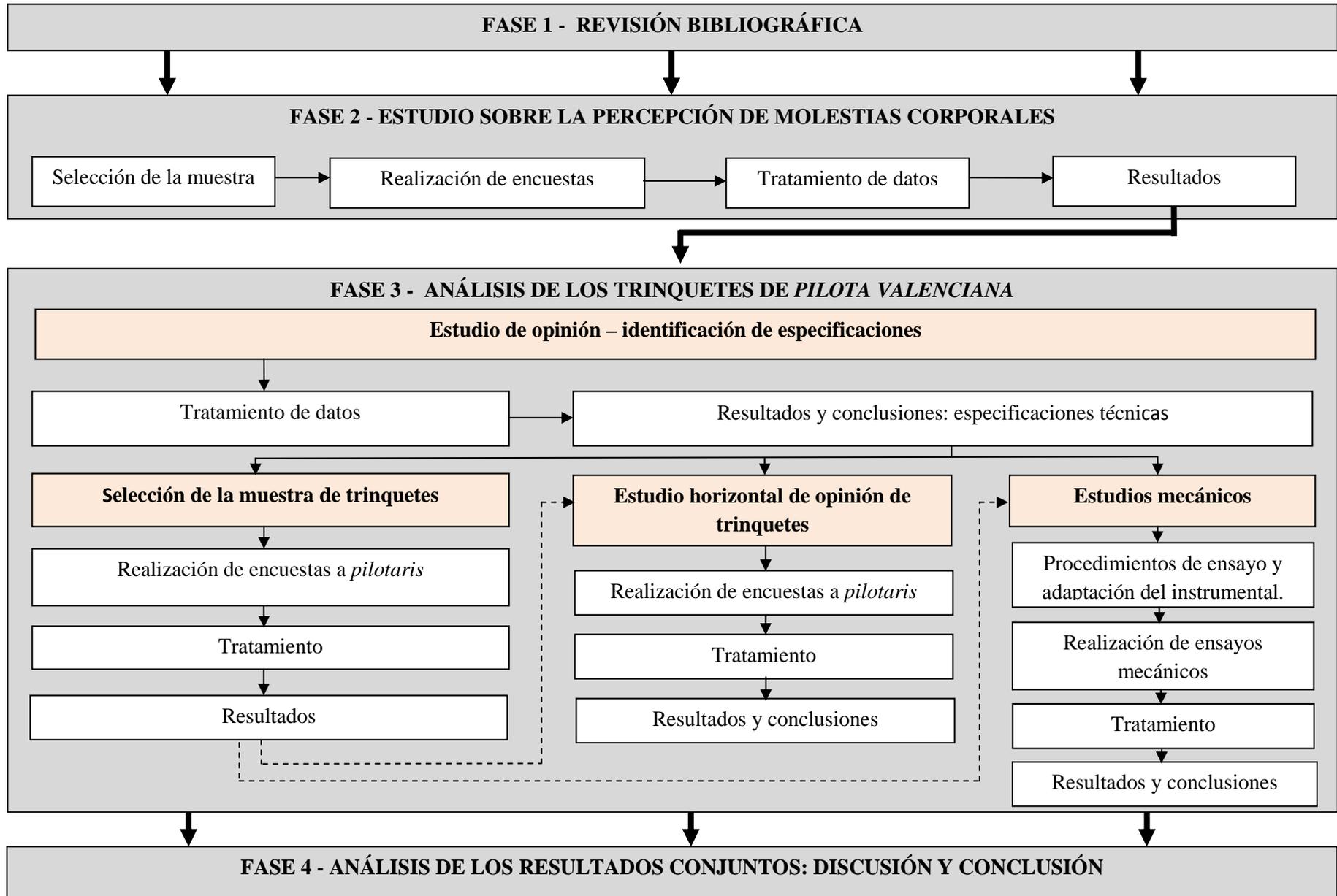
Fase 3.4. Estudios mecánicos

Paralelamente se establecían los procedimientos de ensayo que permitirían analizar las características mecánicas de los pavimentos y paredes de los 10 trinquetes seleccionados. Así mismo, una vez realizados los ensayos mecánicos y tratados los datos se compararon los dos grupos de trinquetes, con la intención de conocer su estado actual. Con todo, se pasó a definir los valores mecánicos que definen lo trinquetes de calidad.

• FASE 4: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS CONJUNTOS: DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Finalmente se desarrolló un análisis y discusión global de los resultados que permitieron establecer las conclusiones de esta Tesis Doctoral.

Figura 29. PLAN DE TRABAJO DE LA TESIS DOCTORAL



4. MATERIAL Y MÉTODOS

En base a los objetivos planteados en la presente Tesis Doctoral y teniendo en cuenta el marco teórico establecido en el Estado del Arte, se presentan a continuación los estudios sobre la percepción de molestias corporales y los relacionados con el análisis de los trinquetes de *pilota valenciana*: estudio de opinión-identificación de especificaciones, selección de la muestra de trinquetes, estudio horizontal y estudios mecánicos.

4.1. ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE MOLESTIAS CORPORALES

La investigación epidemiológica en un deporte, permite identificar las lesiones, molestias o dolencias más frecuentes, así como, conocer las zonas corporales con mayor riesgo de padecerlas, siendo fundamental para mejorar la actividad deportiva de sus practicantes, evitar problemas y responder correctamente a sus necesidades. En este sentido, tal y como muestra el estado del arte, no se han hallado publicaciones epidemiológicas o de percepción de molestias corporales en el ámbito de la *pilota valenciana*. Por ello, en esta Tesis Doctoral se ha realizado un estudio sobre la percepción de molestias corporales de los jugadores de *pilota valenciana* con la intención de dar luz a este vacío de conocimiento y mejorar así la vida deportiva de estos practicantes.

4.1.1. VARIABLES ANALIZADAS

Las variables sobre la percepción de molestias corporales recogidas en el estudio aportaron información sobre distintos aspectos: en primer lugar, se recogió el porcentaje de jugadores que habían sufrido molestias o dolencias practicando *pilota valenciana*, a continuación, se identificaron las zonas corporales más afectadas y se clasificó las molestias en función del elemento anatómico-funcional afectado, por último, se registró el tiempo de convalecencia que ocasionaban.

4.1.2. INSTRUMENTOS DE MEDIDA UTILIZADOS

En la realización del estudio sobre la percepción de molestias corporales se elaboró una encuesta dirigida a los jugadores de *pilota* en la cual se recogían los siguientes aspectos: datos generales de la muestra y relacionados con las molestias corporales. El modelo de encuesta incluía preguntas de carácter cerrado, dicotómicas (sí/no), con más de una alternativa de respuesta y de valoración en una escala tipo Likert de hasta 5 puntos (Likert, 1932) (anexo 1).

4.1.3. DISEÑO DE EXPERIENCIAS

En la realización del estudio de percepción de molestias corporales se llevaron a cabo las siguientes actuaciones:

4.1.3.1. Elaboración de una base de datos de jugadores

Con el objetivo de elaborar una base de datos de los pelotaris existentes en la Comunidad Valenciana se establecieron una serie de contactos. En primer lugar, se contacto directamente con algunos de los jugadores en partidas disputadas en diferentes trinquetes de la Comunidad, allí se les explicaban los objetivos del estudio y se les invitaba a participar en el mismo. Otra vía de contacto fue la *Federació de Pilota Valenciana*. Por último, los jugadores que iban participando en el estudio proporcionaron datos de otros compañeros para ampliar la base de datos. Los integrantes registrados en dicha base también participaron en los estudios de opinión de esta Tesis Doctoral. Cabe señalar que todos los estudios se han realizado con el consentimiento de los pelotaris y respetando la Ley Orgánica de Protección de datos (LOPD). En la base de datos se registraron datos como:

- Nombre y apellidos.
- Alias o nombre deportivo.
- Categoría deportiva.
- Teléfono de contacto.
- Ciudad de origen.
- Modalidad que practica habitualmente.
- Posición habitual de juego.

4.1.3.2. Confección de las encuestas epidemiológicas y recogida de la información

La primera actuación para obtener la información epidemiológica fue el **diseño y confección** de las primeras encuestas. Una vez terminadas las encuestas piloto, se pasó a su revisión por el personal de *Diseño Orientado a las Personas* (DOP) del Instituto de Biomecánica de Valencia, formado por personal especializado en la valoración del usuario y expertos en tratamiento estadístico. Después de una primera exploración, se realizaron modificaciones en algunos aspectos: redacción de los ítems, ordenación de las preguntas por bloques, así como una maquetación de las encuestas.

En la **recogida de la información** se siguió el siguiente proceso. Un grupo de investigadores del IBV se desplazó a diferentes trinquetes de la Comunidad Valenciana para realizar los estudios sobre percepción de molestias corporales. Previo a la realización de la encuesta los sujetos eran informados de los objetivos del estudio y de la confidencialidad de los datos. En el anexo 2 aparece el consentimiento que firmaban los *pilotaris*. La experiencia en la actividad y la práctica de las dos modalidades que más se juegan en el trinquete (*escala i corda* y/o *raspall*), fueron los criterios seguidos para la selección de la muestra.

4.1.3.3. Descriptivos de la muestra de jugadores de *pilota valenciana*

Las encuestas se pasaron a una muestra constituida por 92 jugadores de *pilota* de la Comunidad Valenciana, siendo elegidos los sujetos en función de su nivel competitivo. De este modo se obtuvieron dos categorías: aficionados y profesionales (tabla 2). Dadas las características especiales de este deporte en cuanto a la diferenciación de un grupo de jugadores y otro; se consideran profesionales aquellos que poseen licencia federativa profesional y compiten o participan habitualmente en partidas de profesionales. Asimismo, se consideran aficionados aquellos que: poseen licencia de aficionado, tienen como mínimo 16 años de edad y poseen al menos 4 años de experiencia como jugadores de *pilota*.

Tabla 2. Nivel competitivo de los sujetos encuestados.

	FRECUENCIA	PORCENTAJE
AFICIONADO	41	44%
PROFESIONAL	51	56%
TOTAL	92	100%

Respecto a la representatividad de la muestra, destacar que en la categoría profesional se encuestó a un 82% de la población, pues el censo actual de jugadores profesionales en la Comunidad Valenciana no es superior a 62 (FPV, 2006). Igualmente cabe señalar que la representación de aficionados con experiencia en la práctica de *pilota* es de 41 jugadores.

En la tabla 3 se exponen datos relacionados con la experiencia de los jugadores. Se puede comprobar que la muestra seleccionada tiene una amplia experiencia de juego, que sobrepasa los 14 años de media. Además se observa que juegan una media de 6.6 horas a la semana repartidas en 3 partidos semanales, cada uno con una duración próxima a los 90

minutos de juego. En cuanto a la preparación física, la media es de unas 4.5 horas semanales, aunque hay un total de 19 jugadores (20.2 %) que no realizan preparación física de los cuales únicamente 6 son profesionales.

Tabla 3. Descripción de la muestra: experiencia y dedicación a la actividad.

	N	Media	Mínimo	Máximo	Desv. típ.
Años de práctica	92	14.15	4	44	6.84
Horas de competición/semana	92	6.6	2	21	2.84
Horas de preparación física/ semana	92	4.57	0	14	3.49
Partidos semanales	92	2.98	1	5	0.80
Minutos por partido	92	82.14	45	120	19.78

A continuación figuran las posiciones de juego que ocupan habitualmente los jugadores encuestados (tabla 4). Las dos posiciones básicas de juego en *pilota valenciana*: *mitger* y *resto* están representadas en la muestra en un porcentaje similar.

Tabla 4. Descripción de la muestra: posición de juego.

POSICIÓN	Frecuencia	Porcentaje
<i>Resto</i>	43	47.25%
<i>Mitger</i>	34	37.36%
<i>Punter</i>	7	7.69%
<i>Mitger/Resto</i>	4	3.36%
<i>Mitger/Punter</i>	4	4.40%
Total	92	100%

La siguiente tabla refleja las diferentes modalidades practicadas por los integrantes de la muestra. Se puede comprobar que existe en la muestra mayoría de practicantes de *Escala i Corda*. Esto es así porque hay más federados practicantes de esta modalidad, que en los últimos tiempos se ha erigido como la más popular (tabla 5).

Tabla 5. Descripción de la muestra: modalidades de *pilota valenciana* practicadas.

MODALIDAD	Frecuencia	Porcentaje
<i>Escala i Corda</i>	32	35.16%
<i>Escala i Corda y Otros</i>	26	28.57%
<i>Raspall</i>	16	17.58%
<i>Raspall y Otros</i>	10	10.99%
<i>Galotxa</i>	4	4.40%
<i>Escala i Corda y Raspall</i>	3	3.30%
<i>Llargues</i>	1	1.10%
Total	92	100%

4.1.4. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Una vez recogida toda la información de las encuestas se codificaron las variables en el programa ACCESS XP 2007 y para su posterior análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 12.0. (Statistical Package for the Social Science, 2007). Los pasos seguidos en el tratamiento estadístico se muestran a continuación.

La primera actuación fue el análisis descriptivo de las molestias o dolencias, utilizando los siguientes estadísticos descriptivos: frecuencias, medias, máximos, mínimos, desviación típica y porcentajes.

En segundo lugar, se realizó un análisis no paramétrico de la varianza (Kruskal Wallis) para conocer si existían diferencias estadísticamente significativas en las molestias sufridas por distintos grupos de *pilotaris*. Las variables de agrupación utilizadas fueron: posición de juego, modalidad practicada y nivel deportivo. El nivel de significación fue establecido en $p < 0.05$.

4.2. ANÁLISIS DE LOS TRINQUETES DE PILOTA VALENCIANA

En este apartado se presentan los estudios llevados a cabo para analizar los trinquetes de *pilota*. En primer lugar, se expone el estudio de opinión-identificación de especificaciones, pues a partir de los resultados obtenidos en el mismo se desarrollaron el resto de estudios. Posteriormente, se presenta la selección de la muestra de trinquetes de *pilota*, el estudio horizontal y por último, los estudios mecánicos.

4.2.1. ESTUDIO DE OPINIÓN - IDENTIFICACIÓN DE ESPECIFICACIONES

4.2.1.1. Grupos de discusión

La técnica Grupo de Discusión es un método de generación de ideas que proviene del campo de la intervención social, donde para potenciar la participación de los usuarios se han venido desarrollando diferentes variantes de dinámicas grupales. Estas técnicas son muy apropiadas en fases de indagación de un producto nuevo o de rediseño de un producto ya existente, como es el caso de los trinquetes de *pilota*.

El objetivo global de esta técnica cualitativa es obtener información acerca de las percepciones, opiniones, y actitudes de usuarios/profesionales del ámbito de la *pilota valenciana* sobre las instalaciones de *pilota*, potenciando todo tipo de aportaciones y puntos de vista propios sin restricción.

Siguiendo esta premisa, se presentan a continuación los grupos de discusión realizados en esta Tesis Doctoral

4.2.1.2. Aspectos analizados

Los aspectos analizados sobre los trinquetes en los grupos de discusión, se agrupan por conceptos y familias, los cuales, resulta conveniente introducir y definir.

- **Funcionalidad:** relacionado con el uso de la instalación de acuerdo al fin pretendido, esto es con su funcionamiento.
- **Rendimiento:** referido a la adecuación del trinquete al juego y a la mejora de éste.
- **Usabilidad:** facilidad de utilización del trinquete por los usuarios.
- **Percepción:** aspecto referido a cómo el trinquete es percibido por el usuario, a la interpretación conceptual que hace de él a partir de la forma en la que lo utiliza y percibe.
- **Calidad:** referido a cómo el usuario percibe e interpreta la adecuación de la instalación a la actividad, así como a ciertas características de la instalación en sí. Relacionado con conceptos de durabilidad, resistencia, adecuación de materiales, etc.
- **Evitar problemas de salud:** que no produzca ni pueda producir alteraciones en la salud del usuario.

4.2.1.3. Instrumentos de medida utilizados

Este modelo de análisis utiliza la grabación audio de la sesión y los registros de observación, para contrastar los datos con el entorno en que han sido expresados, roles de los participantes, etc.

4.2.1.4. Diseño de experiencias

En estos grupos intervinieron 12 jugadores profesionales conocedores de la problemática y necesidades de este deporte. Los resultados obtenidos fueron convertidos en especificaciones técnicas. De esta forma, se pudieron conocer las variables que se deben medir en un trinquete.

El procedimiento utilizado en los grupos de discusión fue el siguiente:

1. **Realización de una búsqueda y selección de usuarios**, especificando el perfil requerido, el número de reuniones a realizar y los aspectos que se van a discutir en las sesiones.
2. **Elaboración del guión** de la sesión a partir de los diferentes aspectos que se quieren analizar, junto con un índice de preguntas ordenadas que guiarán la discusión hacia los aspectos de interés (anexo 3).
3. Desarrollo de la **sesión**, entre hora y media y dos horas de duración.
4. **Tratamiento** y redacción de un informe con los **resultados**.

4.2.1.5. Tratamiento de datos

El tratamiento de datos realizado ha consistido en un análisis interpretativo de contenido. Este análisis se basa en un modelo descriptivo en el que las respuestas de los participantes se resumen creando breves descripciones y ofreciendo, además, el significado de los datos obtenidos.

El análisis seguido es un proceso sistemático y verificable realizado por el moderador de la sesión y contrastado por el observador y el experto en el producto.

Las ideas, opiniones y sentimientos más recurrentes han sido utilizados como eje central del análisis. Sobre los mismos, se han identificado los datos de mayor recurrencia, determinando el rango y diversidad de las experiencias.

4.2.1.6. Resultados de los grupos de discusión

Los resultados obtenidos en los grupos de discusión van a ser tenidos en cuenta a la hora de realizar el estudio horizontal de opinión y el estudio mecánico de trinquetes. Por este motivo, se presentan a continuación, las opiniones sobre diferentes aspectos de los trinquetes de *pilota* (agrupados en familias de necesidades), obtenidas en los grupos de discusión y entrevistas realizadas a jugadores con amplia experiencia en el ámbito de la *pilota valenciana* (tabla 6).

Tabla 6. Resultados de los grupos de discusión y entrevistas a jugadores agrupado en “familias” de necesidades.

FUNCIONALIDAD	RENDIMIENTO
Paredes acristaladas ESCUPEN DEMASIADO RÁPIDO LA PELOTA.	Que las paredes sean lisas y escupan bien la pelota.
Que las PAREDES SEAN HOMOGENEAS y no DESGASTEN LA PELOTA.	Que la PELOTA SE VEA bien en todas las zonas.
QUE NO ESCURRA.	Que la ZAPATILLA y el suelo AGARRE BIEN.
Que el pavimento tenga una fricción óptima.	Que LA ILUMINACIÓN no deslumbre.
EVITAR PROBLEMAS DE SALUD ASOCIADOS A LA INSTALACIÓN	USABILIDAD
No preocupa	Que estén limpios y no acumulen polvo
Que los suelos protejan	Que se mejoren las zonas de tránsito y los vestuarios.
<p>QUE NO DESLUMBRE LA ILUMINACIÓN; EVITANDO CAÍDAS, LLEGAR A DESTIEMPO, etc.</p> <p>La falta de iluminación de la mayoría de los trinquetes es un problema preocupante y que se relaciona frecuentemente con lesiones, sobre todo musculares, porque no se ve la pelota, se llega tarde, etc.</p>	<p>ILUMINACIÓN: QUE LA PELOTA NO REFLEJE POR LA LUZ. QUE LA ILUMINACIÓN SEA LATERAL, EN LA PARED LATERAL (no en la de la <i>escala</i>) Y LO MÁS ALTA POSIBLE. QUE LA ILUMINACIÓN EN TODO EL ESPACIO DE JUEGO SEA HOMOGENEA (a veces es consecuencia de lesiones). LA LUZ NATURAL ES LA IDEAL. Lo ideal es localizar el corredor de iluminación en la pared opuesta a la muralla o escala y lo más elevada posible, de este modo no afectará al juego y no deslumbrará durante éste.</p>

PERCEPCIÓN	CALIDAD
<p>QUE LOS COLORES DE LA INSTALACIÓN PERMITAN PERCIBIR BIEN LA PELOTA. Lo ideal para que las pelotas se vieses bien sería que ésta, como en el frontón, fuese blanca y el trinquete de color verde. De este modo se vería además perfecto por televisión. Esto es algo que, pese al tradicionalismo que ha imperado en el País Vasco, se ha llevado a cabo en los últimos años, mejorando la vistosidad del juego y con ello el espectáculo y la popularidad de la pelota.</p>	<p>DEBERÍAN HOMOGENEIZARSE LOS DIFERENTES ELEMENTOS DEL TRINQUETE</p>
	<p>Que no tenga grietas ni irregularidades</p>
	<p>Que las paredes y la <i>escala</i> tengan terminaciones en ángulo recto, evitando que la pelota haga extraños.</p>
<p>QUE SAQUE UN BUEN NIVEL DE SONIDO DEL IMPACTO DE LA PELOTA. QUE TENGA UN SONIDO BONITO.</p>	<p>Cuando las paredes están rasposas estropean la pelota, la pelan, y esto hace que su comportamiento varíe, haciéndose más “voladora” (muestra más efectos raros y se mantiene más en el aire).</p>
	<p>Que el suelo sea de losa de piedra</p>
	<p>Que estén limpios y cuidados</p>

4.2.2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA DE TRINQUETES DE *PILOTA*

Para seleccionar la muestra de trinquetes en los que se iban a realizar las encuestas de opinión y los ensayos mecánicos, se llevaron a cabo las siguientes actuaciones:

4.2.2.1. Determinar la calidad de los trinquetes

El objetivo fue buscar diferencias entre grupos de trinquetes que se encuentran en buen estado y los que están en mal estado, y de este modo, detectar los parámetros subjetivos y las características mecánicas que son más determinantes en cuanto a la calidad de los trinquetes.

4.2.2.2. Muestra de *pilotaris*

En esta parte del estudio participaron 61 jugadores de categoría profesional. Cabe señalar que los sujetos encuestados practican las dos modalidades de juego que se disputan en el trinquete: *escala i corda* y *raspall*.

4.2.2.3. Recogida de la información

Para obtener la información se realizó una encuesta telefónica a los *pilotaris* en la cual se les preguntaba por 3 trinquetes que a su juicio se encuentran en buen estado y otros 3 que están en mal estado en la Comunidad Valenciana. La valoración de trinquetes se realizó en cuanto a la superficie de juego y no en cuanto a zonas accesorias.

4.2.2.4. Tratamiento de los datos

Con la información obtenida en las encuestas se confeccionó un ranking de los trinquetes y se seleccionaron los 4 trinquetes con más y con menos puntuación. Por último, se incluyeron 2 trinquetes en el grupo de trinquetes en “buen estado”, el trinquete de la UPV de Valencia, que no fue citado por los jugadores debido a que no es suficientemente conocido por ser de nueva construcción, pero que fue incluido en la muestra por sus excepcionales características para el juego y por su calidad de construcción. Mientras que el otro fue el trinquete Pelayo de Valencia, seleccionado por tratarse de un trinquete emblemático, considerado en “buen estado”.

4.2.2.5. Resultados

A continuación se presentan los resultados de los trinquetes seleccionados ya que éstos son los que se van a utilizar en el estudio de opinión y mecánico. La muestra final del estudio está constituida por un total de 10 trinquetes; 6 considerados en “buen estado” y 4 del grupo en “mal estado” (tabla 7).

Tabla 7. Trinquetes seleccionados para la realización del estudio.

TRINQUETES EN “BUEN ESTADO”	TRINQUETES EN “MAL ESTADO”
"El Zurdo" de Gandía	La Pobla de Vallbona
Guadassuar	Carcaixent
Benidorm	Castelló de la Ribera
Pedreguer	Oliva
UPV (nueva construcción)	
Pelayo (emblemático)	

4.2.3. ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE TRINQUETES

Con el objetivo de caracterizar los trinquetes que se encuentran actualmente en activo, se llevó a cabo un estudio horizontal. De manera que se realizó una encuesta de opinión a los jugadores en cada trinquete. Indicar que, en la realización de dicha encuesta se tuvo en cuenta los resultados obtenidos en los grupos de discusión citados anteriormente. A través de estas encuestas se pretendía recoger información de diferentes aspectos de la instalación.

4.2.3.1. Aspectos analizados

Los aspectos analizados en el estudio horizontal de opinión de trinquetes se agrupan en varios apartados:

- **Estado de conservación de la cancha de juego:** *murallas, rebot del resto y del dau, escala* y pavimento.
- **Comportamiento de la pelota en las paredes** de la instalación: material utilizado en su construcción; el grado en que *mienten*, es decir, el efecto producido cuando la pelota al golpear hace efectos extraños; como *escupen*, que se refiere al rebote de la pelota en la pared; y visibilidad de la pelota en las mismas.
- **Iluminación** de los trinquetes: nivel de luz, problemas de deslumbramiento por los focos, existencia de puntos muertos (no iluminados) y pérdida de la pelota en algún momento del vuelo.
- **Estado y características del pavimento**, se han contemplado los siguientes aspectos: uniformidad, dureza, amortiguación, fricción, bote y rodadura de la pelota, abrasión, capacidad de *escupir* y valoración general.
- **Aspectos relacionados con diferentes elementos del trinquete:** galerías (conservación y pelotas que *devuelven*; este concepto se refiera a que, cuando la pelota rebota en una galería y vuelve al terreno de juego puede volver a jugarse), techo de los trinquetes (altura, color y valoración general), espacios auxiliares (vestuarios, aseos) limpieza e higiene, riesgo de sufrir lesiones en ese recinto y valoración general del trinquete.
- **Propuestas de mejora** del trinquete: estandarización de las medidas, ubicación del público (instalación de graderío), material y forma de construcción de diferentes elementos, color de las paredes y del pavimento y colocación de los focos.

4.2.3.2. Instrumentos de medida utilizados

En la realización del estudio horizontal de los trinquetes se elaboró una encuesta dirigida a los jugadores de *pilota* en la cual se recogían los siguientes aspectos sobre la instalación: preguntas generales relativas al encuestado, estado de la instalación, valoración subjetiva y propuestas de mejora del trinquete (anexo 4).

El modelo de encuesta incluía preguntas de carácter cerrado, preguntas con más de una alternativa de respuesta, abiertas y de valoración en una escala. Para estas últimas se establecieron escalas tipo Likert de 1 a 5 y de 1 a 10 puntos; donde las puntuaciones próximas a 1 equivalen a valores bajos y las puntuaciones próximas a 5 ó 10 se corresponde con valores altos (anexo 4).

4.2.3.3. Diseño de experiencias

a) Confección de las encuestas y recogida de la información

La primera actuación llevada a cabo fue el **diseño y confección de las encuestas** en base a la información obtenida en los grupos de discusión y entrevistas previas con expertos de la *pilota valenciana*.

Posteriormente, para concretar el tamaño de la muestra y verificar la adecuación de las preguntas de las encuestas se procedió a realizar un estudio piloto en uno de los trinquetes elegidos en el que participó un 10% de la muestra estimada de usuarios. Se perseguían dos objetivos, (1) evaluar la adecuación de la encuesta (análisis cualitativo) y (2) determinar la muestra definitiva (análisis cuantitativo):

- El estudio cualitativo aportó soluciones para mejorar la encuesta, como la reformulación de algunos ítems, la ordenación de los bloques, el tiempo de aplicación de cada encuesta, la maquetación final, etc.
- Por otra parte, el estudio cuantitativo permitió estimar el tamaño de la muestra. El procedimiento seguido consistió en la aplicación del estadístico de correlación de Kendall ($p < 0.05$) entre variables relacionadas a priori como, por ejemplo, el estado de conservación de las paredes con la calificación del trinquete. Los índices de correlación, así como, los medios disponibles y la accesibilidad a los pelotaris permitieron determinar el tamaño final de la muestra. Finalmente se propuso **40 observaciones** como la muestra óptima para este estudio.

En la **recogida de la información** se siguió el siguiente proceso. Un grupo de investigadores del IBV se desplazó a los 10 trinquetes seleccionados. Previamente a la realización de la encuesta los sujetos eran informados de la confidencialidad de los datos.

Las encuestas fueron realizadas antes del inicio de una partida, en la cual se jugaba a *raspall* o a *escala i corda*. En total se recopilaron 43 encuestas de usuarios.

b) Descriptivos de la muestra de jugadores de *pilota valenciana*

El número de encuestas recopiladas fue de 43, sin embargo, es importante señalar que algunos de los jugadores cumplieron encuestas en varios trinquetes, con lo cual, la muestra definitiva estaba formada por 34 sujetos, todos ellos varones, con edades comprendidas entre los 19 y los 50 años. La media de edad fue de 29.97 ± 6.71 años, con una media de peso de 79.71 ± 9.09 Kg. y una estatura media de 178.24 ± 6.13 cm (tabla 8).

Tabla 8. Descriptivos generales de los jugadores encuestados.

	Media	Desv. Típica	Mínimo	Máximo
Edad	29.97	6.71	19	50
Peso	79.71	9.09	58	95
Estatura	178.24	6.13	165	192
N	34			

A continuación, se muestran los resultados relacionados con la experiencia, dedicación a la actividad y vinculación con los trinquetes. En primer lugar, indicar que el nivel deportivo de la muestra es alto, pues la totalidad de los jugadores son profesionales. Cabe destacar, que las posiciones habituales de juego, *mitger* y *resto*, están representadas en la muestra con el mismo porcentaje (47.1%), siendo más bajo el porcentaje de jugadores que juegan de *punters* (5.9%). Respecto a las modalidades practicadas en el trinquete, la mayoría de pelotaris juega a *escala i corda* (46.5%), seguido por el *raspall* (30.2%), por último, un 18.6% de las respuestas apuntaba que también jugaban a *escala i corda* y a frontón.

En cuanto a la vinculación de la muestra con los trinquetes, señalar que es elevada. De esta manera, los jugadores encuestados manifestaron acudir a jugar normalmente a una media de 8.38 ± 4.29 trinquetes. Además un 44.1% de los encuestados acude 3 o más veces a la semana al trinquete a jugar, seguido de un 38.2% de pelotaris que juega entre 1 ó 2 veces a la semana.

4.2.3.4. Tratamiento estadístico

En el tratamiento estadístico de los datos se han establecido dos grupos. Uno formado por los trinquetes de la muestra que fueron evaluados en “buen estado” (grupo 1) y el otro compuesto por los trinquetes considerados en “mal estado” (grupo 2) según la opinión de los jugadores encuestados.

Una vez recogida toda la información se codificaron las variables en el programa EXCELL XP 2007 y para su posterior análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 12.0. Los pasos seguidos en esta fase se muestran a continuación.

La primera actuación fue el análisis descriptivo de cada una de las muestras de trinquetes estudiadas, utilizando estadísticos descriptivos: frecuencias, medias, desviación típica, porcentajes y porcentajes acumulados.

Posteriormente, se llevó a cabo un análisis no paramétrico de la varianza utilizando el estadístico Kruskal Wallis para conocer si existían diferencias estadísticamente significativas entre las variables de estudio en función del grupo de trinquetes estudiado (grupo 1 y 2). El nivel de significación fue establecido en $p < 0.05$.

4.2.4. ESTUDIOS MECÁNICOS

A continuación, se presentan los estudios mecánicos realizados en esta Tesis Doctoral en los diferentes trinquetes de *pilota valenciana*. Tal y como se muestra en el estado del arte, los resultados del análisis de las propiedades mecánicas de estas instalaciones, servirán para diseñar trinquetes que favorezcan el rendimiento y disminuyan el riesgo de lesiones de los *pilotaris*.

Cabe señalar, que en la presente Tesis Doctoral no se han realizado ensayos mecánicos de amortiguación por dos motivos: (1) los resultados de los grupos de discusión no muestran que ésta sea una variable que preocupe a los *pilotaris*, que prefieren pavimentos de *pedra* natural o loseta de Monóvar. (2) Después de realizar un estudio piloto de amortiguación en laboratorio; en el cual se efectuaron 5 impactos sobre una loseta utilizando el atleta artificial de Berlín, se comprobó que se trata de un material muy rígido, pues solo reduce un 0.4% de la fuerza (media = 6667N y SD = 20N) (UNE EN 14808: 2006), en la figura 30 se muestra un ejemplo de una de las repeticiones. Estos resultados hacen que se desestimen los ensayos mecánicos de amortiguación.

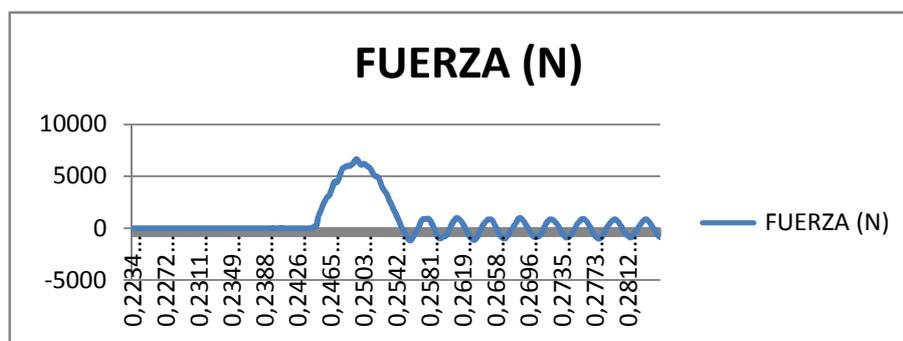


Figura 30. Gráfica resultante del ensayo de amortiguación sobre loseta de Monóvar.

4.2.4.1. Variables analizadas

Una vez analizados los criterios resultantes de los grupos de discusión (ver pág. 55 y 56), se procedió a convertir los resultados en especificaciones técnicas (tablas 9 y 10). Posteriormente, se pasó a determinar las variables que se iban a medir y los ensayos a realizar en los trinquetes. Dichos ensayos se dividieron en: (1) aquellos que simulan la interacción entre el jugador y el pavimento (tabla 9) y (2) aquellos que analizan la interacción de la pelota con los elementos del trinquete (tabla 10).

Tabla 9. Variables y ensayos relacionados con la interacción entre el jugador y el pavimento.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	VARIABLES	INTERACCIÓN JUGADOR Y PAVIMENTO
Que tenga buen agarre	Coefficiente de fricción longitudinal del pavimento	Fricción longitudinal
	Coefficiente de fricción rotacional del pavimento	Fricción rotacional

Tabla 10. Variables y ensayos relacionados con la interacción del bote de la pelota en los elementos del trinquete (paredes y pavimento).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	VARIABLES	INTERACCIÓN PELOTA ELEMENTOS DEL TRINQUETE
“Escupir” la pelota	Pace (cambio de velocidad): indica la reducción de la velocidad (v_2-v_1). Valor < 100.	Bote angulado en el pavimento
	f (coeficiente de fricción): mide el coeficiente de fricción entre la pelota y el pavimento. A menor valor de f, menor fricción entre la pelota y el pavimento.	
	Velocidad salida: muestra la velocidad que alcanza la pelota después del bote.	Bote angulado en la pared
	e (coeficiente de restitución del bote de la pelota v_{n2}/v_{n1}): mide la pérdida de energía de la pelota en el eje vertical como resultado del contacto con la superficie.	
Bote noble	Altura del primer bote.	Bote vertical en el pavimento
	Altura del segundo bote.	
	Porcentaje de variación entre el primero y el segundo bote.	

4.2.4.2. Instrumentos de medida utilizados

Detectadas las variables mecánicas de los trinquetes más importantes para el juego, así como los ensayos a realizar, se concretó el instrumental necesario.

- **Fricción del pavimento**

La evaluación de la fricción del pavimento en la superficie de juego se llevó a cabo empleando dos instrumentos:

- Para determinar la **fricción longitudinal** se utilizó el Péndulo TRRL con zapatas de caucho CEN (Comité Europeo de Normalización) (figura 31). Estas zapatas son las más indicadas, pues simulan mejor la suela de las zapatillas y están recomendadas por la normativa de superficies deportivas (UNE- EN 14904: 2006). Este péndulo simula el gesto de un jugador al realizar un desplazamiento en dirección longitudinal. Los valores que ofrece este instrumento de medida se encuentran dentro de una escala de 0 (fricción inexistente) a 150 (fricción máxima).
- En el caso de la **fricción rotacional**, se empleó la Máquina de Fricción Rotacional con zapatas de caucho CEN (figura 32). Está máquina deja caer una masa girando sobre su eje vertical, al contactar ésta con el suelo, una célula de carga registra el momento rotatorio, a partir del cual es posible conocer el valor de fricción rotacional que ofrece el pavimento. Esta máquina, por tanto, reproduce el gesto de rotación del pie de un deportista al realizar un giro y pivotar sobre el pie. UNE 41958:2000 IN.



Figura 31. Péndulo TRRL



Figura 32. Máquina Fricción Rotacional

- **Bote angulado en pavimento y en pared**

En los ensayos para determinar el comportamiento del bote angulado sobre pavimento y sobre las paredes se empleó el Wassing Sestée (figura 33). Este instrumento se emplea en el procedimiento de homologación de pistas de tenis por la Federación Internacional de Tenis (ITF). El aparato consta de 4 barreras de fotocélulas y mide la velocidad y el ángulo de entrada y de salida de la pelota tras un bote. Para lanzar las pelotas de forma controlada se utilizó un cañón neumático que permite lanzar las pelotas a diferentes velocidades con una variabilidad del 5% (± 4 km/h) (figura 34).



Figura 33. Wassing Sestée



Figura 34. Cañón neumático

- **Bote vertical de la pelota**

El ensayo de bote vertical sobre la superficie de juego se realizó lanzando la pelota desde una estructura vertical de 2.50 m. Con la ayuda de un micrófono conectado a un ordenador portátil, y de un programa de adquisición de sonido, se determinó el tiempo de vuelo entre los dos primeros botes de la pelota en el pavimento. Estos datos permiten calcular la altura del bote y la diferencia entre los mismos.

4.2.4.3. Diseño de experiencias

- **Ensayo de fricción del pavimento**

Para determinar la **fricción longitudinal** se empleó el Péndulo TRRL. Este ensayo se llevó a cabo siguiendo un procedimiento de análisis específico elaborado en el IBV (Gámez, Rosa, Alcántara y Montaner, 2005). Según este procedimiento de ensayo, la medición se realizaba en mojado con una zapata de deslizamiento de caucho CEN. Antes de realizar la medición se comprobaba el estado de la zapata, y además, para evitar sesgos en la medición se limpiaba superficie y la zapata antes de realizar cada nueva medición.

Se seleccionaron 9 puntos del pavimento, tal y como se indica en la figura 35. Se realizaron 5 medidas en cada punto siguiendo el protocolo de ensayo. Si el pavimento no era uniforme y tenía juntas se realizaban otras 5 medidas en los puntos 1, 2, 3, 4, 5 y 9 sobre las juntas longitudinales y otras 5 medidas en las juntas transversales con el péndulo siempre en la dirección del juego. En la figura 36 se indica la localización de los puntos según sea la disposición de las losetas.

Cabe señalar, que al no existir una normativa relacionada con el análisis de la fricción en trinquetes de *pilota valenciana*, se estableció este protocolo de ensayo atendiendo a varios motivos:

- a) Abarcar todas las zonas del pavimento susceptibles de ser pisadas por los jugadores en el desarrollo de una partida.
- b) Incluir las zonas donde puede variar el coeficiente de fricción, es decir, las juntas que forman las losetas entre sí.
- c) Determinar 5 repeticiones por punto para conseguir una medición más robusta, soslayando así la variabilidad de las mediciones con el péndulo.

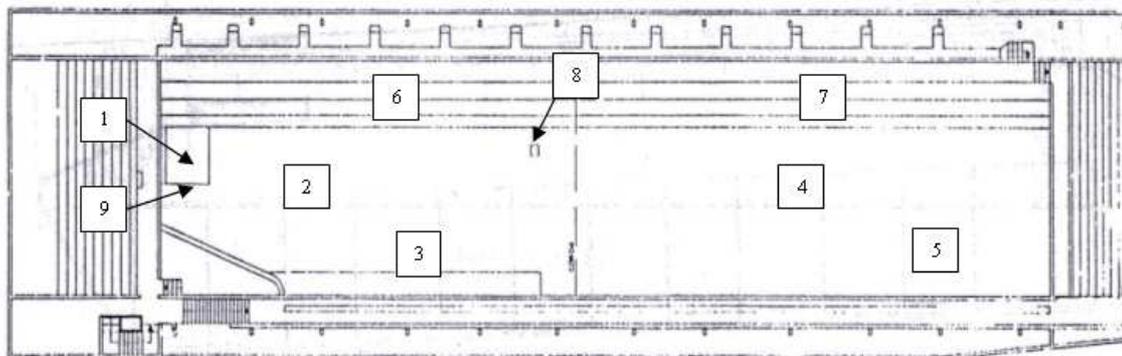


Figura 35. Localización de los puntos de ensayo en el ensayo de fricción por deslizamiento.

Puntos	Comentarios
1	En el área del <i>dau</i>
2, 3, 4 y 5	Puntos en el terreno de juego. Péndulo en la dirección longitudinal del juego.
6 y 7	Puntos en la escalera. Nivelar el equipo con la inclinación de la escalera. Péndulo en dirección longitudinal al juego.
8	<i>Llosa o pedra</i>
9	Sobre la línea del <i>dau</i> . En la perpendicular (dirección del avance).

Figura 36. Puntos de ensayo en las juntas de las losetas según tipo de disposición de las mismas.



En el caso de la **fricción rotacional**, se utilizó la Máquina de Fricción Rotacional con zapatas de caucho CEN (figura 32). Para este ensayo se utilizó un protocolo de ensayo, realizando las mediciones en seco y limpiando la superficie y la zapata antes de cada medición. En el procedimiento de ensayo se realizaban 3 repeticiones en los 5 puntos del terreno de juego indicados en la figura 37, sin coger juntas ni líneas de marcaje (norma UNE 41958: 2000 IN).

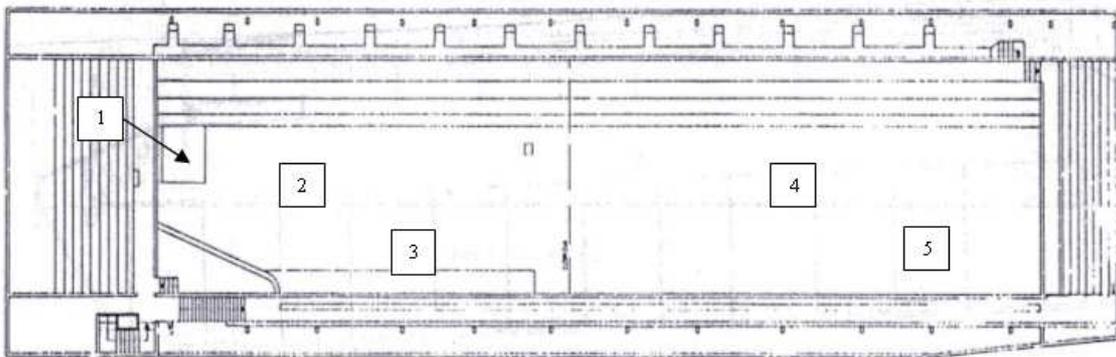


Figura 37. Localización de los puntos de ensayo en el ensayo de fricción rotacional, bote angulado en el pavimento y bote vertical.

- **Ensayo de bote angulado en pavimento y en pared**

Otro de los aspectos valorados por los expertos en los grupos de discusión fue la capacidad de las paredes y el pavimento de “escupir” la pelota, es decir, la capacidad de bote angulado de la pelota en estos elementos del trinquete. Para evaluar este parámetro se realizaron dos ensayos de bote angulado; uno impactando la pelota en la superficie de juego y otro en la pared.

Para ambos ensayos se siguió la norma EN 13865:2006 “Determinación del comportamiento del rebote angular de la pelota–Tenis”. En el ensayo propuesto por esta norma se empleó el Wassing Sestée. Además, para lanzar las pelotas de forma controlada sobre este aparato se utilizó un cañón neumático que lanzaba las pelotas a 70 km/h.

En el PAVIMENTO DE JUEGO:

Para este ensayo se utilizaron 6 pelotas de vaqueta nuevas. Para su elección se tuvo en consideración que todas ellas se encontrasen dentro de los mismos parámetros mecánicos (peso, coeficiente de restitución, dureza, grosor, etc.), de modo que el uso de una u otra pelota no interfiriera en los resultados de los ensayos. Cabe señalar, que los datos mecánicos de las pelotas se obtuvieron de los resultados de un proyecto sobre caracterización de pelotas de *pilota valenciana* llevado a cabo por el IBV. El orden de utilización de las pelotas en cada ensayo y en cada trinquete fue aleatorio.

El ensayo se realizó con 3 pelotas de la muestra, en 3 puntos de la superficie de juego (puntos 2, 3 y 4 de la figura 37). En cada punto se efectuaron 3 lanzamientos con cada una de las 3 pelotas. El instrumental quedaba aproximadamente como se ve en la figura 38.

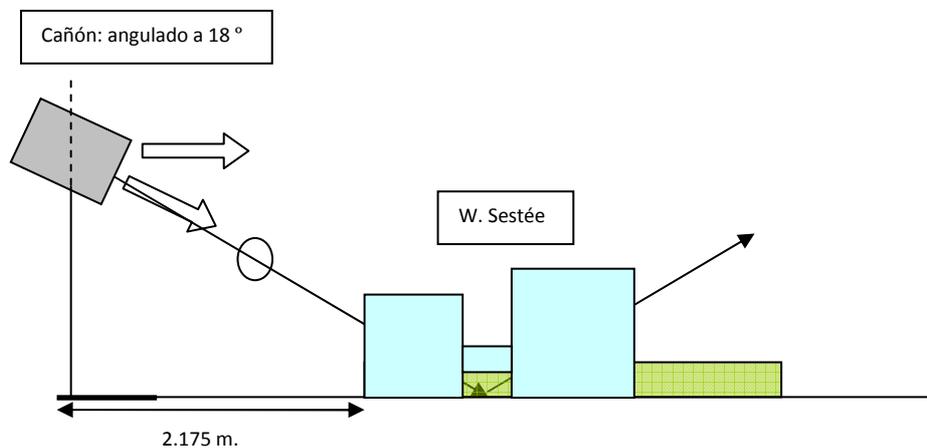


Figura 38. Colocación del cañón y del Wassing Sestée.

El procedimiento de ensayo fue el siguiente:

1. Alineación del cañón con el Wassing Sestée.
2. Colocación del Wassing Sestée a una distancia de 2.175 m. (distancia que permite que la pelota bote en medio de las dos cajas).
3. Inclinación del tubo de lanzamiento del cañón aproximadamente 18° (utilizando el inclinómetro).
4. Se retira el Wassing Sestée y se fija un papel en la zona que ocupaba la ventana de medida del Wassing Sestée. Realización de un primer lanzamiento sobre el papel para asegurarse que el equipo está bien posicionado, si no es así, se corrige la posición y se comprueba de nuevo.
5. Lanzamiento de la pelota a **1.2 bares** de presión (70 ± 4 km/h).

En la PARED:

Al igual que en el ensayo de bote angulado en pavimento se emplearon 6 pelotas de vaqueta nuevas y su utilización en cada ensayo y en cada trinquete fue aleatoria. Se realizaron 3 repeticiones con 3 de las 6 pelotas seleccionadas en cada uno de los 4 puntos de ensayo indicados en la figura 39.

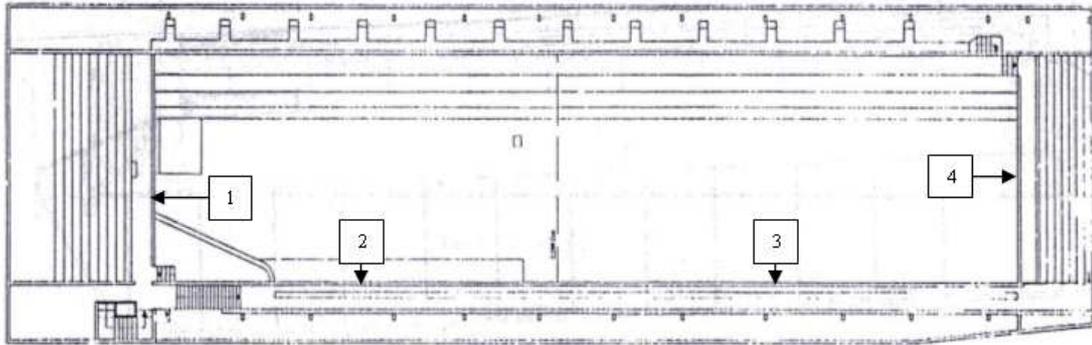


Figura 39. Localización de los puntos de ensayo en el ensayo de bote angulado en pared.

El procedimiento de ensayo fue el que se indica a continuación:

1. Se coloca el Wassing Sestée en el pavimento pegado a la pared y se mide 2.25 m (distancia que permite que la pelota bote en medio de las dos cajas de sensores) desde la primera caja hasta la plantilla de cartón.
2. A continuación se coloca la plantilla en el pavimento y se pone la caja del cañón tal y como se indica en la figura 40.
3. Se pone el Wassing Sestée sobre la estructura, se retira y se fija un papel en la zona que ocupaba la ventana de medida del Wassing Sestée. A continuación, se realiza un primer lanzamiento sobre el papel para asegurarnos que el equipo está bien posicionado, si no es así, se corrige la posición y se comprueba de nuevo.
4. Lanzamiento de la pelota a **1,2 bares** de presión (70 ± 4 km/h).

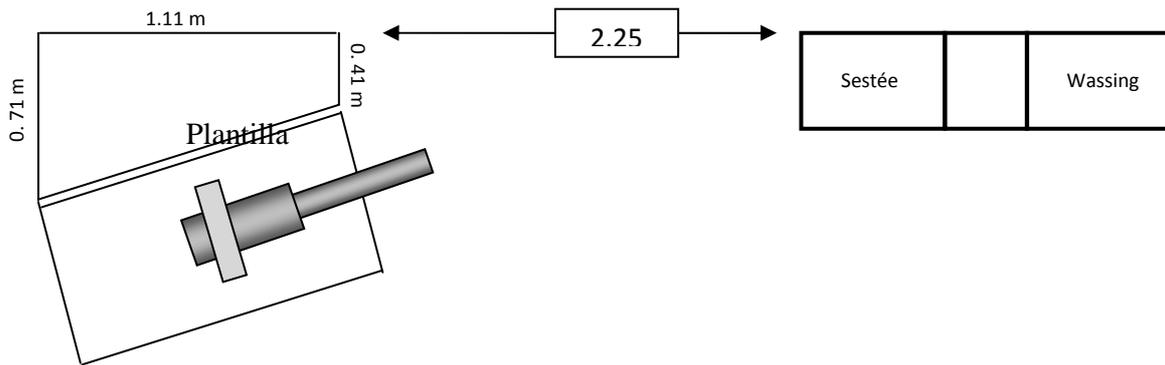


Figura 40. Posición del cañón y del Wassing Sestée en el ensayo de bote angulado en pared.

- **Ensayo de bote vertical**

Este ensayo se realizó sobre la superficie de juego, empleando la muestra de 6 pelotas de vaqueta nuevas de forma aleatoria en cada ensayo y trinquete. Cada ensayo se llevó a cabo con 3 pelotas de la muestra en los 5 puntos de la figura 37, repitiendo el bote sobre el mismo punto 3 veces (EN 12235:2004/AC 2006). Para su realización se utilizó una estructura y un aspirador que al apagarlo dejaba caer la pelota desde una misma altura (2.5 metros). En el suelo, un micrófono conectado a un ordenador portátil dotado de un programa de adquisición de sonido, registraba los impactos de la pelota en el pavimento (figura 41). Se registraron dos botes por cada repetición.

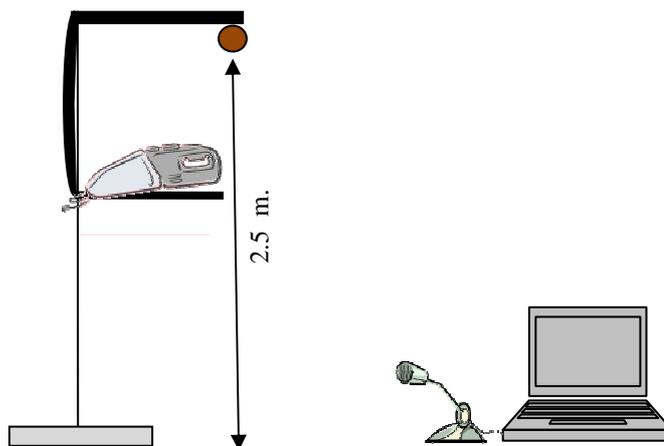


Figura 41. Dibujo del instrumental utilizado en el ensayo de bote vertical.

4.2.4.4. Tratamiento de datos

Una vez recogida toda la información de los ensayos, se codificaron las variables en el programa ACCESS XP y para su posterior análisis estadístico se utilizó el programa SPSS 14.0. Los pasos seguidos en el estudio se muestran a continuación.

La primera actuación fue detectar outliers y realizar el análisis descriptivo de cada una de las variables de estudio utilizando estadísticos descriptivos: medias, desviación típica y coeficiente de variación (desviación típica / media *100), dato que resulta indicativo de la homogeneidad del conjunto de mediciones.

Una vez comprobado que los datos no eran anómalos, se realizó con cada variable un análisis de la varianza (ANOVA) estableciendo el índice de significatividad en $p < 0.05$ y como factor fijo la calidad de los trinquetes. De este modo, se pretende comprobar si existen diferencias entre los trinquetes considerados en “buen estado” y entre los considerados en “mal estado” a nivel de las variables mecánicas (objetivas). A partir de estos datos se podrán generar valores de referencia para discernir entre la calidad de los trinquetes.

Por último, con la intención de definir los parámetros de referencia que disciernen si un trinquete es de buena calidad, se establecieron rangos numéricos en aquellas variables mecánicas en las que existían diferencias significativas en función de la calidad del trinquete. Los rangos se establecieron a partir de los percentiles 25 y 75 del grupo de trinquetes de buena calidad.

4.3. TRATAMIENTO CONJUNTO DE DATOS

Los resultados obtenidos en los análisis mecánicos se han contrastado con las opiniones de los jugadores en relación a variables como el bote de pelota o la fricción del pavimento, entre otras variables subjetivas. Para ello, en primer lugar, la distribución Gaussiana (normal) de los datos se contrastó mediante el test de Kolmogorov - Smirnov y la homocedastidad mediante la prueba de Levene. Una vez confirmados estos dos supuestos, el análisis estadístico consistió en el cálculo de la correlación de Pearson entre las variables objetivas y subjetivas, fijando un nivel de significación de $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

5.1. ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE MOLESTIAS CORPORALES

5.1.1. RESULTADOS SOBRE LA PERCEPCIÓN DE MOLESTIAS CORPORALES

5.1.1.1. Análisis descriptivo de la percepción de molestias corporales

Seguidamente se presentan los resultados obtenidos de la encuesta sobre datos relacionados con la percepción de molestias corporales. En primer lugar, se presenta la cantidad de jugadores que tienen algún problema físico derivado de la práctica de *pilota valenciana*. Cabe destacar que más de un 97% de los jugadores padecen algún tipo de dolencia, lo que demuestra la alta incidencia de molestias corporales entre los practicantes de este deporte (tabla 11).

Tabla 11. Jugadores con alguna molestia corporal.

FRECUENCIA DE LA MOLESTIA CORPORAL	Frecuencia	Porcentaje
Con molestias	89	97.80%
Sin molestias	3	3.26%
Total	92	100%

En la figura 42 vienen representadas en un mapa del cuerpo humano **las zonas corporales** de mayor incidencia de molestias entre los practicantes de *pilota valenciana* y el porcentaje de encuestados que han tenido esas zonas lastimadas en alguna ocasión. Aparte de la mano (66%) y el hombro (61.5%), que son las zonas más afectadas, también se lesionan frecuentemente el codo (34.1%), los tobillos (39.6%), la zona lumbar (22%), las rodillas (16.5%) y los aductores (12%).

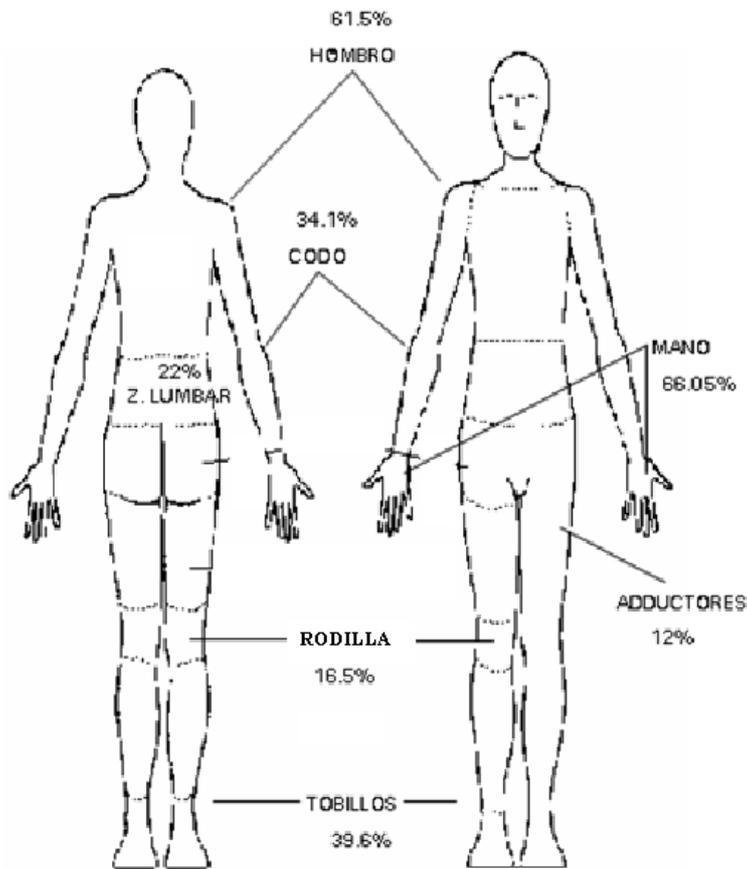


Figura 42. Mapa del cuerpo humano y molestias más frecuentes.

A continuación se puede comprobar la alta incidencia de **molestias en el miembro inferior** que sufren los jugadores de *pilota valenciana*. Se observa que un 57% de la muestra padece algún tipo de dolencia en el miembro inferior (tabla 12).

Tabla 12. Jugadores con molestias en el miembro inferior.

	Frecuencia	Porcentaje
Molestias	52	57%
Sin molestias	40	43%
Total	92	100%

Uno de los parámetros que determina la gravedad de las dolencias se observa con la aparición, o no, de un periodo de **convalecencia**, es decir, cuando las lesiones impiden jugar al pelotari como mínimo durante una semana. En la figura 43 se observa el porcentaje de *pilotaris* que ha tenido que interrumpir su actividad deportiva por sufrir diversas lesiones corporales.

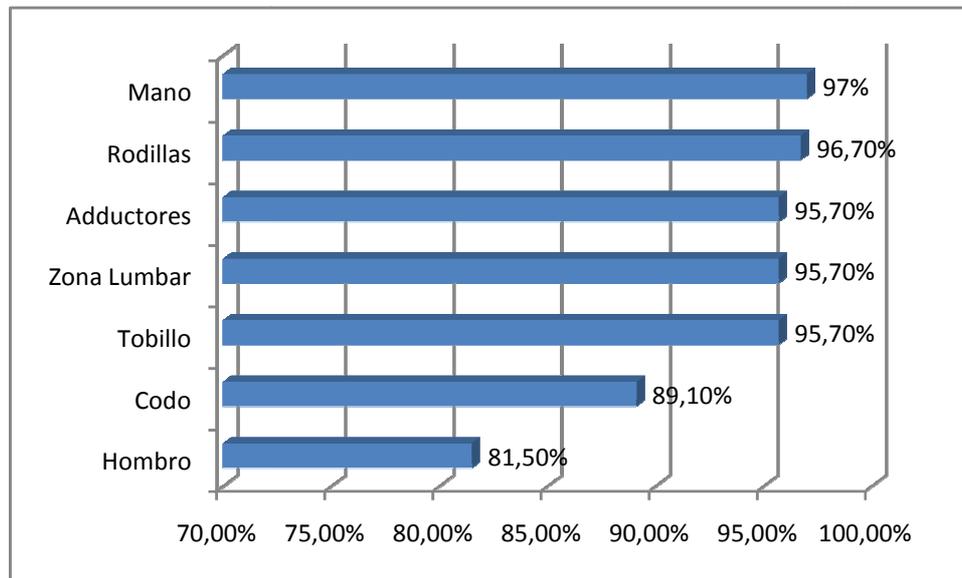


Figura 43. Periodo de convalecencia según la zona dañada.

Con los datos (figura 42 y figura 43) se puede confeccionar un gráfico de frecuencia-importancia para determinar las molestias que son más frecuentes (eje X) y obtener el porcentaje de *pilotaris* que tienen que cesar su actividad deportiva a causa de dicha lesión (eje Y) (figura 44).

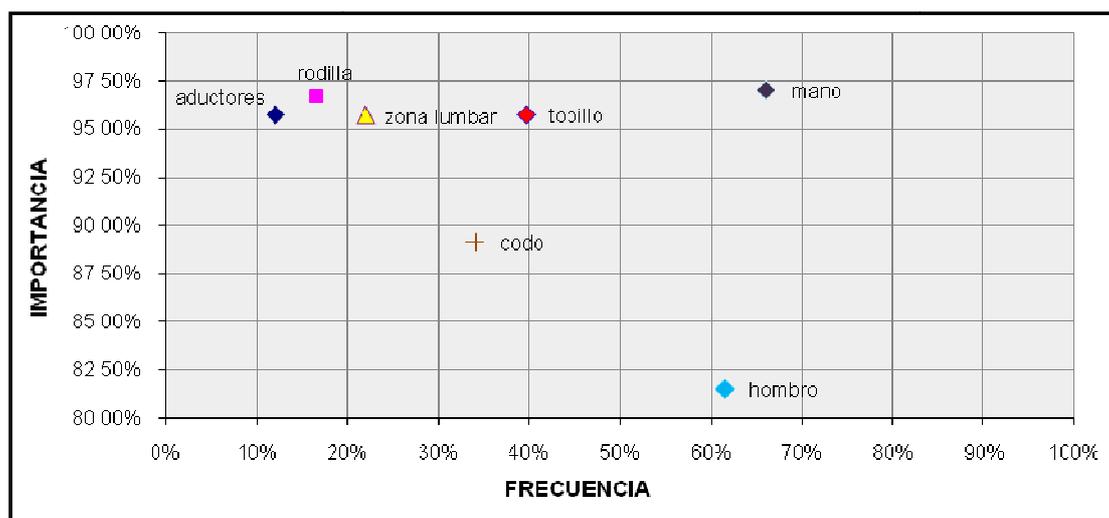


Figura 44. Gráfico de frecuencia-importancia de las lesiones sufridas por los *pilotaris*.

Las lesiones deportivas se pueden clasificar en función de distintos factores. A continuación se muestra una clasificación de las molestias y dolencias según el elemento anatómico-funcional afectado y su influencia en la *pilota valenciana*. (Tabla 13).

Tabla 13. Tipo de lesión en cuanto a elementos anatómico-funcionales afectados.

	PILOTA VALENCIANA
ARTICULAR/ LIGAMENTOSO	27.02%
TENDINOSO	24.99%
OTRAS (DÉRMIS)	17.90%
MUSCULAR	17.56%
ÓSEO	12.83%

Analizando la incidencia de las molestias en función de la **posición de juego** podemos saber qué molestias son más frecuentes en los *mitgers* o en los *restos*. En la siguiente tabla figuran los porcentajes de las zonas afectadas más frecuentemente por molestias, tanto para *mitgers* como para *restos*, las dos posiciones fundamentales. Se puede observar que los *mitgers* están porcentualmente más expuestos a las molestias especialmente en la mano y en el tobillo. Por otra parte los restos presentan mayor incidencia de molestias en el hombro (tabla 14).

Tabla 14. Zonas de incidencia de molestias en función de la posición de juego.

ZONA LESIONADA	Mitger	Resto
Hombro	55,8%	65,1%
Codo	35,3%	30,2%
Zona lumbar	26,4%	20,9%
Tobillo	47,05%	32,5%
Mano	73,53%	65,11%

Si analizamos las zonas de incidencia de molestias en función de la **modalidad** practicada, en general se observa que la modalidad de *Raspall* parece tener menor incidencia de molestias y dolencias que la *Escala i Corda*. La tabla 15 muestra que las molestias en codo y hombro en *Raspall* son mucho menos frecuentes que en *Escala i Corda*, mientras que en tobillo, mano y zona lumbar los valores se igualan.

Tabla 15. Zonas de incidencia de molestias en función de la modalidad practicada.

ZONA LESIONADA	<i>Escala i corda</i>	<i>Raspall</i>
Hombro	64.8%	53.75%
Codo	41.45%	17.5%
Zona lumbar	21.75%	21.25%
Tobillo	65.15%	66.25%
Mano	65.5%	65.4%

En la siguiente tabla se compara las molestias sufridas por los sujetos que componen la muestra en función del **nivel deportivo**. Se puede observar que los profesionales sufren un mayor porcentaje de dolencias en todos los puntos anatómicos que los aficionados (tabla 16).

Tabla 16. Molestias según el nivel deportivo.

ZONA LESIONADA	PROFESIONALES	AFICIONADOS
Hombro derecho	72.5 %	46.2 %
Codo derecho	47.1 %	17.5 %
Zona lumbar	23.5 %	20.5 %
Tobillo	15.7 %	12.5 %
Mano	76.5 %	55 %

5.1.1.2. Análisis diferencial de la percepción de molestias corporales

Los resultados obtenidos al realizar el análisis no paramétrico de la varianza (Kruskal Wallis) muestra que no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas a la hora de comparar las molestias según la **posición de juego**. Asimismo, indicar que tampoco se han hallado diferencias estadísticamente significativas al contrastar las molestias en función de la **modalidad practicada: Escala i corda y Raspall**.

Sin embargo, al comparar las molestias sufridas por los sujetos que componen la muestra en función del **nivel deportivo** se comprobó que los jugadores profesionales tienen significativamente más molestias en hombro derecho, codo derecho, mano y tobillo que los jugadores aficionados ($p < 0.05$) (tabla 17).

Tabla 17. Análisis no paramétrico de la varianza – Kruskal Wallis entre las molestias y el nivel deportivo.

ZONA LESIONADA	PROFESIONALES	AFICIONADOS
Hombro derecho*	72.5 %	46.2 %
Codo derecho*	47.1 %	17.5 %
Tobillo *	15.7 %	12.5 %
Mano*	76.5 %	55 %

* P< 0.05

5.2. ANÁLISIS DE LOS TRINQUETES DE PILOTA VALENCIANA

5.2.1. RESULTADOS DEL ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE TRINQUETES

5.2.1.1. Análisis descriptivo del estado de los trinquetes

A continuación se presenta de forma descriptiva la opinión de los *pilotaris* sobre el estado de las diferentes partes de los trinquetes. La información se ha agrupado en una serie de tablas donde se recoge: la escala tipo Likert de 5 y 3 puntos, la frecuencia y el porcentaje de respuesta para cada uno de los aspectos analizados.

Tal y como se observa en las tablas 18 y 19, las valoraciones respecto al **estado de conservación** de los diferentes **elementos del trinquete** es distinta en función del grupo de trinquetes analizado. Siendo mejor evaluado el estado de conservación en todos los aspectos en el grupo de trinquetes en “buen estado”, que en el grupo de trinquetes calificados en “mal estado”.

Tabla 18. Descripción del estado de los trinquetes: estado de conservación en el grupo de trinquetes en “buen estado”.

Escala	Conservación de la muralla		Conservación del rebote del resto		Conservación del rebote del <i>dau</i>		Conservación de la <i>escala</i>		Conservación del pavimento		Conservación de las galerías	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3.8	0	0
2	1	3.8	1	3.8	1	3.8	1	3.8	0	0	2	7.7
3	4	15.4	4	15.4	4	15.4	2	7.7	6	23.1	2	7.7
4	12	46.2	12	46.2	12	46.2	13	50	8	30.8	12	46.2
5	9	34.6	9	34.6	9	34.6	10	38.5	11	42.3	10	38.5
Total	26	100	26	100	26	100	26	100	26	100	26	100

Tabla 19. Descripción del estado de los trinquetes: estado de conservación en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Escala	Conservación de la muralla		Conservación del rebote del resto		Conservación del rebote del <i>dau</i>		Conservación de la <i>escala</i>		Conservación del pavimento		Conservación de las galerías	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
1	7	41.2	11	64.7	10	58.8	11	64.7	8	47.1	8	47.1
2	5	29.4	5	29.4	3	17.6	4	23.5	7	41.2	4	23.5
3	4	23.5	1	5.9	4	23.5	1	5.9	2	11.8	3	17.6
4	1	5.9	0	0	0	0	1	5.9	0	0	2	11.8
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100	17	100

RESULTADOS

En cuanto al **comportamiento de la pelota** en las **paredes** de la instalación, se han considerado aspectos como: la opinión sobre el material utilizado en su construcción; el grado en que *mienten*, es decir, el efecto producido cuando la pelota al golpear hace efectos extraños; como *escupen*, que se refiere al rebote de la pelota en la pared; y la visibilidad de la pelota.

Los datos ofrecidos en la tabla 20 y 21 reflejan los resultados de la evaluación de cómo *mienten* las diferentes paredes del trinquete en cada uno de los grupos. En este aspecto, se observa que en el grupo de trinquetes clasificados en “buen estado”, las puntuaciones son más bajas, en todas las partes del trinquete estudiadas. Mientras que en los trinquetes catalogados en “mal estado” se observa un predominio de puntuaciones altas.

Tabla 20. Descripción del estado de los trinquetes: valoración de cómo *mienten* las paredes en el grupo de trinquetes en “buen estado”.

Escala	Miente la muralla		Miente el rebote del resto		Miente el rebote del <i>dau</i>		Miente la careta	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
1	12	46.2	13	50	11	44	12	46.2
2	10	38.5	8	30.8	12	48	10	38.5
3	1	3.8	1	3.8	1	4	4	15.4
4	3	11.5	3	11.5	1	4	0	0
5	0	0	1	3.8	0	0	0	0
Total	26	100	26	100	25	100	26	100

Tabla 21. Descripción del estado de los trinquetes: valoración de cómo *mienten* las paredes en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Escala	Miente la muralla		Miente el rebote del resto		Miente el rebote del <i>dau</i>		Miente la careta	
	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%	Frec.	%
1	2	11.8	1	5.9	2	11.8	5	29.4
2	0	0	0	0	2	11.8	1	5.9
3	3	17.6	4	23.5	5	29.4	3	17.6
4	7	41.2	5	29.4	6	35.3	4	23.5
5	5	29.4	7	41.2	2	11.8	4	23.5
Total	17	100	17	100	17	100	17	100

La capacidad de *escupir* de la **muralla** es medio-alta en ambos grupos. En el grupo de trinquetes en “buen estado”, la opinión mayoritaria fue que continuase *escupiendo* de la misma forma (92.3%); mientras que en el grupo de trinquetes en “mal estado” aparecían diversidad de opiniones, un 62.5% indicaba que continuase igual y un 37.5% recogía que la muralla debía *escupir* más.

En segundo lugar, los resultados obtenidos en las encuestas indican que la capacidad de *escupir* del **rebote del resto** en el grupo de los trinquetes en “buen estado” es más alta que en el grupo de trinquetes agrupados como de mala calidad. También se ha hallado que en los trinquetes en “buen estado” se ha valorado mayoritariamente que continúe de la misma forma (92.3%); en cambio, en el grupo de trinquetes en “mal estado” existe el mismo porcentaje que opina que debe seguir igual o aumentar (43.8%) (tabla 22).

Tabla 22. Descripción del estado de los trinquetes: valoración de cómo *escupe* el rebote del resto de cómo les gustaría que *escupiera* en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

<i>Escupe el rebote del resto</i>	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Propuesta de mejora	Frecuencia	Porcentaje
Trinquetes en “buen estado”	1	0	0%	Menos Igual Más	1 24 1	3.8% 92.3% 3.8%
	2	2	7.7%			
	3	14	53.8%			
	4	9	34.6%			
	5	1	3.8%			
Total		26	100%	Total	26	100%
Trinquetes en “mal estado”	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Propuesta de mejora Menos Igual Más	Frecuencia	Porcentaje
	1	4	23.5%			
	2	4	23.5%			
	3	4	23.5%			
	4	5	29.4%			
5	0	0				
Total		17	100%	Total	16	100%

En tercer lugar, señalar que en la capacidad de *escupir* del **rebote del dau**, en los dos grupos aparecen puntuaciones medio-altas. Por otro lado, en relación a las propuestas de mejora, las respuestas más frecuentes fueron que el rebote del *dau* *escupiese* de la misma forma en ambos grupos.

En cuarto lugar, el estudio de la capacidad de *escupir* de la **careta** revela que, tanto en los trinquetes en “buen estado” como en los trinquetes en “mal estado”, la opinión fue que este elemento tiene un nivel medio de *escupido*. Respecto a la opinión sobre las propuestas de mejora, se ha observado que en los trinquetes en “buen estado” la opinión más contestada (92.3%) fue que la careta debe seguir *escupiendo* igual. Mientras que en el grupo de trinquetes en “mal estado”, había un 62.5% de respuestas que indicaban que la capacidad de *escupir* en la careta debía continuar igual y un 37.5% que mostraba que debía ser más alta.

Por último y en relación al estudio de las paredes de la instalación, se preguntó sobre la **visibilidad** de la pelota en cada una de las **paredes** del trinquete. Los resultados obtenidos en este aspecto revelan que, en ambos grupos, las respuestas más frecuentes son

las que hacen referencia a puntuaciones altas, es decir, existe una buena (4) o muy buena visibilidad (5) en las diferentes partes de las paredes del trinquete.

A continuación se exponen los resultados referidos a la **iluminación** de los trinquetes. Cabe recordar que en este aspecto no se diferenciará entre trinquetes en buen y mal estado, dado que solamente tiene luz uno de los trinquetes de los clasificados en “mal estado”. De esta forma, en un 60% de las contestaciones los pelotaris indican que el nivel de iluminación artificial es adecuado, mientras que en un 40% de las encuestas consideraron que ésta era insuficiente. Asimismo, cabe destacar que el trinquete de la UPV, el de Gandía y el de Benidorm presentan un nivel de iluminación artificial adecuado, mientras que en el trinquete de Pedreguer y el de Pelayo es insuficiente.

Por otro lado, se comprueba que la mayoría de los pelotaris no tienen problemas de **deslumbramiento** por los **focos** del trinquete. Estos resultados apuntan que la mayoría de los encuestados (76.7%) considera que los focos están bien situados y no deslumbran (tabla 23).

Tabla 23. Descripción del estado de los trinquetes: nivel de deslumbramiento de los focos en el trinquete.

NIVEL DE DESLUMBRAMIENTO DE LOS FOCOS	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
1 Nada	17	56.7%	56.7%
2	6	20%	76.7%
3	2	6.7%	83.3%
4	3	10%	93.3%
5 Totalmente	2	6.7%	100%
Total	30	100%	

En cuanto a la existencia de **puntos muertos** (no iluminados) en el trinquete, se observa que en los trinquetes catalogados en “mal estado”, un 58.8% de las respuestas indican que no hay puntos muertos en la instalación, recogiendo la opinión contraria en un 41.2% de las contestaciones. Por otro lado, las respuestas ofrecidas por los jugadores en los trinquetes clasificados en “buen estado” están repartidas al 50%. En ambos grupos las zonas donde se localizaban los puntos muertos son el *palquet de baix* y el lugar de la *corda* donde se ubica público.

Las opiniones acerca de la **pérdida** de la **pelota** en algún momento del **vuelo** revelan que en el grupo de trinquetes en “buen estado”, más de la mitad de las respuestas eran afirmativas (57.7%), siendo un 42.3% las respuestas que mostraban que los jugadores no perdían la pelota durante el vuelo. Por el contrario, en los trinquetes en “mal estado” la opinión más señalada fue que no se pierde de vista la pelota durante el vuelo (76.4%), siendo afirmativas tan solo un 23.5% de las respuestas.

Respecto a las **zonas del trinquete**, en los trinquetes clasificados en “buen estado” un 79% de las opiniones señalaban que el **techo** era la parte del trinquete donde más se perdía de vista la pelota en el vuelo. Mientras que el mismo porcentaje de respuestas (7%) indicaba el *dau*, el fondo de la los espectadores y las galerías (figura 45). Conviene señalar que el trinquete de la UPV y el de Gandía son las únicas instalaciones del grupo en “buen estado”, donde no se pierde de vista la pelota en el techo.

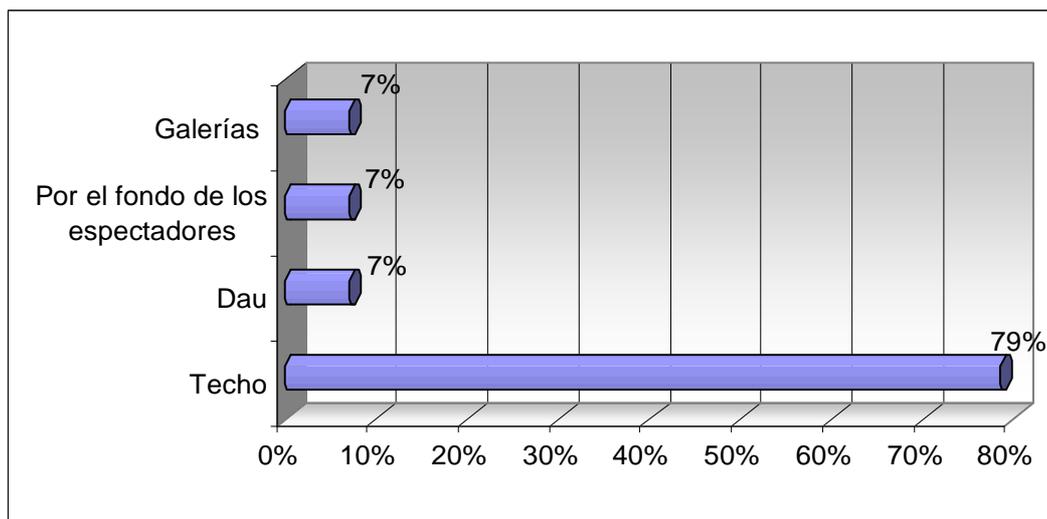


Figura 45. Descripción del estado de los trinquetes: zonas en las que se pierde de vista la pelota durante el vuelo en el grupo de trinquetes en “buen estado”.

Los siguientes resultados están relacionados con el estudio de opinión del **pavimento**. Respecto a la uniformidad del pavimento se ha encontrado que en el grupo de trinquetes en “buen estado” el suelo es más homogéneo que en el grupo de trinquetes en “mal estado” (tabla 24).

Tabla 24. Descripción del estado de los trinquetes: uniformidad del pavimento en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Nivel de uniformidad del pavimento	Escala	Frecuencia	Porcentaje
Trinquetes en “buen estado”	1 Nada homogéneo	4	15.4%
	2	0	0%
	3	2	7.7%
	4	11	42.3%
	5 Muy homogéneo	9	34.6%
Total		26	100%
Trinquetes en “mal estado”	1 Nada homogéneo	7	41.2%
	2	3	17.6%
	3	5	29.4%
	4	0	0%
	5 Muy homogéneo	2	11.8%
Total		17	100%

Para valorar la percepción subjetiva de los jugadores sobre las **características del pavimento**, se les pidió que opinaran sobre diferentes aspectos como la dureza, la amortiguación, la fricción, el bote y la rodadura de la pelota, la abrasión y la capacidad de *escupir* del pavimento.

El primer aspecto sobre el que se pedía la opinión fue la **dureza** del pavimento. Tanto en el grupo de trinquetes en “buen estado” como en los incluidos en el grupo en “mal estado”, la mayoría de las contestaciones recogidas expresaron que el suelo era duro y muy duro. Además en los dos grupos, se observan una mayor frecuencia de respuestas que indican que la dureza debería seguir siendo así.

Otro de los aspectos valorados fue la **amortiguación** del pavimento. Para ambos grupos, la opinión más generalizada en esta variable, fue que existía muy poca amortiguación con un 69.2% en el grupo de trinquetes evaluados en “buen estado” y un 64.7% en el grupo considerado en “mal estado”. Esto indica que, según las opiniones de los jugadores, los pavimentos de los trinquetes amortiguan muy poco. Por otra parte, la opinión sobre cómo les gustaría que fuese la amortiguación en los trinquetes mostraba que, en el grupo de trinquetes en “buen estado” en un 65.4% proponía que siguiese del mismo modo y un 34.6% de las opiniones solicitaba más amortiguación. Mientras que en el grupo de trinquetes en “mal estado” había un 52.9% de respuestas que demandaban más amortiguación para el pavimento y un 47.1% que consideraban que debía seguir de la misma forma.

La **fricción** del pavimento también es un aspecto importante. Tal y como se puede observar en la tabla 25, en la mayoría (61.5%) de las encuestas realizadas en el grupo de trinquetes en “buen estado” se consideraba que la fricción es alta. Mientras que en el grupo de trinquetes en “mal estado”, la opinión más generalizada (35.3%) fue que tenía una fricción media-alta. Además, los resultados que juzgan cómo debería ser, muestran que en los trinquetes en “buen estado” la mayor parte de las opiniones proponía que fuese igual o más alta. Mientras que en el grupo en “mal estado” más de la mitad prefiere mayor fricción.

Tabla 25. Descripción del estado de los trinquetes: fricción del pavimento y de cómo les gustaría que fuera en el grupo en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Fricción del pavimento	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Propuesta de mejora	Frecuencia	Porcentaje			
Trinquetes en “buen estado”	1 Poca	0	0%	Menos Igual Más	1 19 6	3.8% 73.1% 23.1%			
	2	4	15.4%						
	3	2	7.7%						
	4	16	61.5%						
	5 Mucha	4	15.4%						
Total		26	100%	Total	26	100%			
Trinquetes en “mal estado”	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Propuesta de mejora	Frecuencia	Porcentaje			
	1 Poca	2	11.8%				Menos Igual Más	1 7 9	5.9% 41.2% 52.9%
	2	2	11.8%						
	3	6	35.3%						
	4	2	11.8%						
	5 Mucha	5	29.4%						
Total		17	100%	Total	17	100%			

En cuanto al nivel de **abrasión del pavimento**, entendida ésta como las quemaduras que puede producir el roce del pavimento en la piel ante una caída, se ha comprobado que la opinión más frecuente fue que era alta, tanto en el grupo de trinquetes en “buen estado” (53.9%) como en el grupo en “mal estado” (64,7%).

También se preguntó sobre el comportamiento de la pelota en el pavimento, valorándose aspectos como el bote vertical y la rodadura. Respecto al **bote** vertical, los datos obtenidos revelan que en los trinquetes en “buen estado”, la gran mayoría de las respuestas indican que la pelota bota con un nivel medio (19.2%) y alto (76.9%). En cambio, en el grupo de trinquetes en “mal estado”, un predominio de puntuaciones medio-bajas (tabla 26). Por otro lado, se ha observado que la mayor parte de las opiniones registradas en el grupo de trinquetes en “buen estado”, consideraba que el bote debería seguir igual; mientras que en el grupo de trinquetes en “mal estado” existía el mismo porcentaje de respuestas que proponía que el bote fuese igual o mayor (tabla 26).

Tabla 26. Descripción del estado de los trinquetes: bote vertical de la pelota en el pavimento y de cómo les gustaría que fuera en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Bote de la pelota	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Propuesta de mejora	Frecuencia	Porcentaje
Trinquetes en “buen estado”	1 Poco	0	0%	Menos Igual Más	1 23 2	3.8% 88.5% 7.7%
	2	1	3.8%			
	3	5	19.2%			
	4	15	57.7%			
	5 Mucho	5	19.2%			
Total		26	100%	Total	26	100%
Trinquetes en “mal estado”	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Propuesta de mejora	Frecuencia	Porcentaje
	1 Poco	2	11.8%			
	2	3	17.6%			
	3	6	35.3%			
	4	6	35.3%			
	5 Mucho	0	0%			
Total		17	100%	Total	17	100%

Los resultados obtenidos en el aspecto **rodadura de la pelota** en el pavimento indican que en el grupo de trinquetes en “buen estado” la puntuación más generalizada fue 4 (53.8%); sin embargo, en el grupo de trinquetes en “mal estado” estaba repartida entre el 4 y el 2, ambas con un 29.5%. Por otra parte, en los trinquetes en “buen estado”, un 84.6% de las respuestas señalaba que debía mantenerse el mismo nivel de rodadura, mientras que en el grupo en “mal estado” un 70.6% de las contestaciones señalaban que debería ser mayor.

Respecto a la valoración de cómo **escupe** el pavimento, tal y como se aprecia en la tabla 27 en ambos grupos las puntuaciones son medio-altas. Así, se constata que en el grupo de trinquetes en “buen estado” se considera que el pavimento debe seguir escupiendo igual (84.6%), en cambio en los trinquetes en “mal estado” existe diversidad de opiniones, un 52.9% opina que debe ser igual y un 47.1% afirma que mayor.

Tabla 27. Descripción del estado de los trinquetes: valoración de cómo *escupe* el pavimento y cómo les gustaría que “escupiera” en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Escupe el pavimento	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Propuesta de mejora	Frecuencia	Porcentaje
Trinquetes en “buen estado”	1 Poco	1	3.8%	Menos Igual Más	1 22 3	3.8% 84.6% 11.5%
	2	1	3.8%			
	3	10	38.5%			
	4	11	42.3%			
	5 Mucho	3	11.5%			
Total		26	100%	Total	26	100%
Trinquetes en “mal estado”	Escala	Frecuencia	Porcentaje	Propuesta de mejora	Frecuencia	Porcentaje
	1 Poco	3	17.6%			
	2	3	17.6%			
	3	1	5.9%			
	4	9	52.9%			
	5 Mucho	1	5.9%			
Total		17	100%	Total	17	100%

En último lugar, se les pidió a los jugadores que realizasen una **valoración general del pavimento** del trinquete. Tal y como se observa en la figura 46, las puntuaciones otorgadas por los diferentes grupos son diferentes. Así, en el grupo de trinquetes en “buen estado” predominan las puntuaciones altas (media = 7.27 y SD = 1.88). Mientras que en el grupo de trinquetes en “mal estado” ocurre lo contrario, hay un predominio de puntuaciones medio-bajas (media = 4.35 y SD = 1.83).

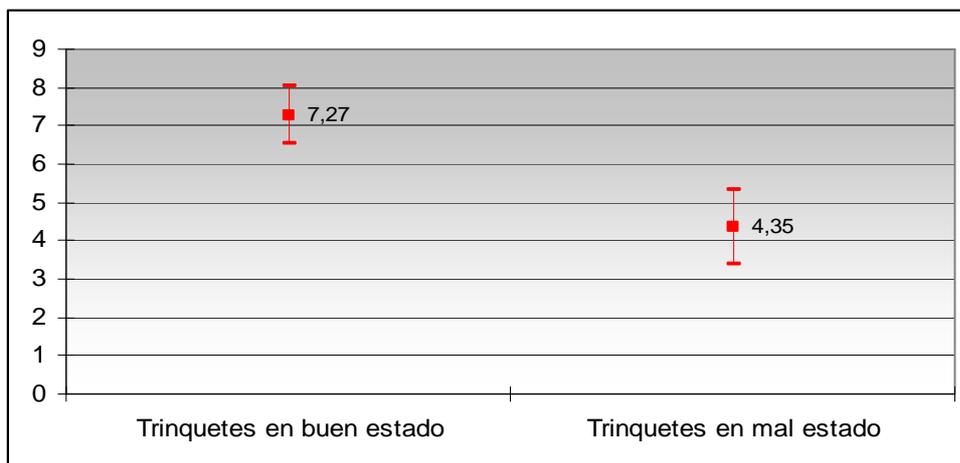


Figura 46. Valoración general del pavimento en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Seguidamente se presentan los resultados obtenidos de la valoración del **techo** de los trinquetes. Al igual que ocurría en el caso de la iluminación artificial, entre los trinquetes catalogados en “mal estado”, únicamente hay uno que tiene techo. De esta forma, se van a ofrecer los resultados referentes al techo de los trinquetes sin diferenciar entre grupos.

El primer aspecto analizado fue el estado de **conservación** del **techo**. Es importante resaltar que el techo del trinquete de la UPV y el de Gandía son los que presentan un mejor estado de conservación, según las opiniones recogidas, siendo los techos del trinquete de Pedreguer y Oliva los peor valorados (figura 47).

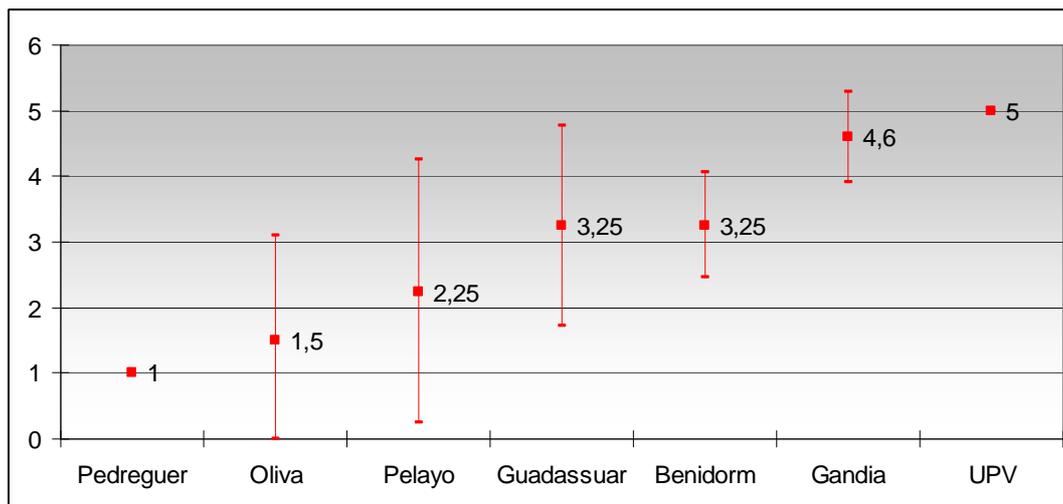


Figura 47. Valoración del estado de conservación del techo en los trinquetes.

Respecto a la **altura del techo** de los trinquetes, señalar que la mayoría de las opiniones reflejan que la actual es la adecuada. Existe un 83.3% de encuestas que muestran que los jugadores expusieron estar de acuerdo y totalmente de acuerdo con la altura del techo. Por otro lado, en relación a la opinión sobre cómo les gustaría que fuese la altura del techo, la mayoría de las encuestas (73.3%) revelaron que debería mantenerse igual. Sin embargo, hay un 26.7% de opiniones que apuntaron que debería ser más alta.

También se les solicitó a los jugadores que diesen su opinión sobre cómo les gustaría que fuese el **color del techo**. Los resultados obtenidos sobre esta cuestión, reflejan que en un 73.3% de las encuestas se apuntó que debía ser mucho más claro, mientras que el 26.7% restante se mostraba indiferente en este aspecto.

Por último, al igual que en el caso del pavimento, se pidió a los jugadores que hicieran una **valoración general del techo** del trinquete. Tras observar los resultados, se comprueba que existe disparidad de respuestas, encontrando que el trinquete de la UPV, el de Gandía y el de Benidorm son los mejor valorados por los jugadores.

Otra de las partes del trinquete estudiadas son las **galerías**, de esta parte de la instalación se ha analizado la cantidad de pelotas que “devuelven”. Los resultados muestran opiniones muy repartidas para ambos grupos (tabla 28). Por otra parte, es importante señalar que las galerías del trinquete de Benidorm, el de Gandía y el de Pelayo son las que menos pelotas devuelven, siendo las de Castelló de la Ribera, las de la UPV y las de Guadassuar las que más pelotas devuelven.

Tabla 28. Descripción del estado de los trinquetes: cantidad de pelotas que devuelven las galerías en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Pelotas que devuelven las galerías	Escala	Frecuencia	Porcentaje
Trinquetes en “buen estado”	1 Ninguna	3	11.5%
	2	7	26.9%
	3	5	19.2%
	4	6	23.1%
	5 Todas	5	19.2%
Total		26	100%
Trinquetes en “mal estado”	Escala	Frecuencia	Porcentaje
	1 Ninguna	0	0%
	2	5	29.4%
	3	3	17.6%
	4	7	41.2%
5 Todas	2	11.8%	
Total		17	100%

Otro de los aspectos estudiados hace referencia al **sonido** del trinquete. De esta forma, se les preguntó a los jugadores sobre la opinión que les merecía la acústica del trinquete, comprobando que para ambos grupos la acústica de la instalación es buena y muy buena.

En referencia a los **espacios auxiliares** (vestuarios y aseos) de la instalación, en el grupo de trinquetes en “buen estado” las opiniones están muy repartidas, siendo las puntuaciones altas (42%) las que presentan una mayor frecuencia; mientras que en el grupo de trinquetes en “mal estado” la respuesta mayoritaria fue que los espacios auxiliares eran malos (100%) (tabla 29).

Tabla 29. Descripción de la valoración subjetiva de los trinquetes: valoración de los espacios auxiliares en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Valoración subjetiva de los espacios auxiliares	Escala	Frecuencia	Porcentaje
Trinquetes en “buen estado”	1 Muy malos	4	15.4%
	2	5	19.2%
	3	6	23.1%
	4	4	15.4%
	5 Muy buenos	7	26.9%
Total		26	100%
Trinquetes en “mal estado”	Escala	Frecuencia	Porcentaje
	1 Muy malos	16	94.1%
	2	1	5.9%
	3	0	0%
	4	0	0%
5 Muy buenos	0	0%	
Total		17	100%

También la **estética** del trinquete fue un aspecto de interés. Los resultados sobre este aspecto revelan que en los trinquetes del grupo en “buen estado” predominan las puntuaciones altas, es decir les gusta mucho. Por el contrario, en los trinquetes del grupo en “mal estado” las opiniones estaban muy repartidas, con cierto predominio de puntuaciones bajas (tabla 30).

Tabla 30. Descripción de la valoración subjetiva de los trinquetes: valoración de la estética en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Estética del trinquete	Escala	Frecuencia	Porcentaje
Trinquetes en “buen estado”	1 Nada	0	0%
	2	1	3.8%
	3	2	7.7%
	4	11	42.3%
	5 Me encanta	12	46.2%
Total		26	100%
Trinquetes en “mal estado”	Escala	Frecuencia	Porcentaje
	1 Nada	6	35.3%
	2	5	29.4%
	3	2	11.8%
	4	3	17.6%
	5 Me encanta	1	5.9%
Total		17	100%

En cuanto a la **limpieza e higiene del trinquete**, cabe destacar que en los trinquetes en “buen estado” un 61.6% de los encuestados opinaba que la higiene del trinquete es correcta. En cambio, en los trinquetes en “mal estado” se constató lo contrario, un 70.5% opina la higiene de la instalación no es la correcta.

En cuanto al **riesgo de sufrir una lesión** practicando pelota en el trinquete, se ha comprobado que en ambos grupos la respuesta más frecuente fue que la posibilidad de lesionarse era media. No obstante, en el grupo de trinquetes en “buen estado” existe menos riesgo de lesión que en el grupo de trinquetes en “mal estado” (tabla 31).

Tabla 31. Descripción de la valoración subjetiva de los trinquetes: valoración del riesgo de lesión en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

Riesgo de lesión en el trinquete	Escala	Frecuencia	Porcentaje
Trinquetes en “buen estado”	1 Muy bajo	3	11.5%
	2	5	19.2%
	3	14	53.8%
	4	4	15.4%
	5 Muy alto	0	0%
Total		26	100%
Trinquetes en “mal estado”	1 Muy bajo	1	5.9%
	2	0	0%
	3	10	58.8%
	4	3	17.6%
	5 Muy alto	3	17.6%
Total		17	100%

Por último se les pidió a los jugadores que realizasen una **valoración general del trinquete**. Los datos recogidos en las encuestas ponen de manifiesto que en los trinquetes en “buen estado”, las opiniones más frecuentes son aquellas que lo evalúan como alto (media = 7.77 y SD = 1.33). Por otra parte, en los trinquetes en “mal estado” las valoraciones más repetidas son aquellas que evalúan el trinquete con puntuaciones bajas (media = 3.88 y SD = 1.86) (figura 48).

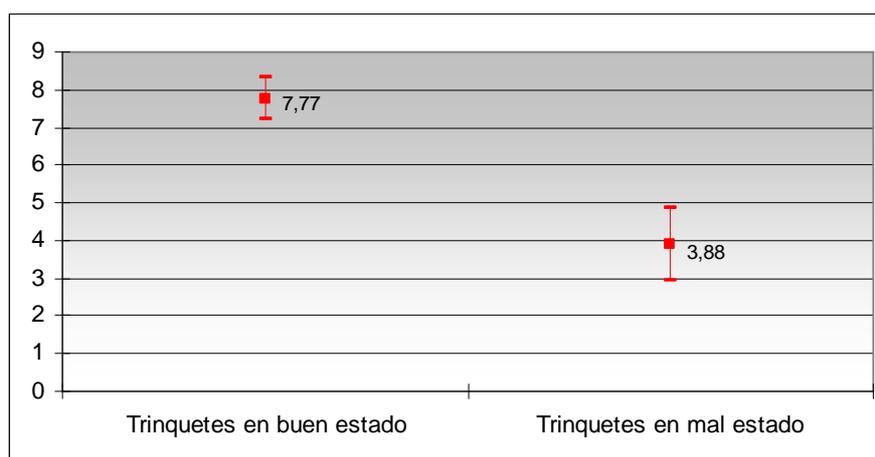


Figura 48. Valoración general del trinquete en el grupo de trinquetes en “buen estado” y en el grupo de trinquetes en “mal estado”.

5.2.1.2. Análisis descriptivo de las propuestas de mejora de los trinquetes

La primera propuesta de mejora estaba relacionada con la posibilidad de **estandarizar** las **medidas** de la instalación. En este sentido, la mayoría de los jugadores (73.5%) opinó que les parecía bien o muy bien esta propuesta (tabla 32).

Tabla 32. Descripción de las propuestas de mejora de los trinquetes: estandarización de las medidas del trinquete.

ESTANDARIZACIÓN DE LAS MEDIDAS DEL TRINQUETE	Frecuencia	Porcentaje	
1 Muy mal	5	14.7%	
2	2	5.9%	
3	2	5.9%	
4	6	17.6%	
5 Muy bien	19	55.9%	73.5%
Total	34	100%	

También, se les pregunto cuál era el trinquete, que a su juicio, tiene las **medidas** de ancho, largo y alto más **adecuadas**. En este sentido, se ha hallado que el trinquete de Gandia es el más adecuado en cuanto a anchura (29.4%), longitud (29.4%) y altura (32.4%) seguido del de Guadassuar con un 14.7% en todos estos aspectos y el de Benidorm con un 11.8% de las respuestas.

Respecto a la **ubicación del público** en el trinquete, existe un porcentaje elevado de jugadores (73.6%) que respondieron que debería acomodarse a los espectadores en gradas exteriores a los trinquetes, además de situarlos en la disposición habitual que se utiliza tanto en *escala i corda* como en *raspall*. Respecto a la colocación de las gradas en la instalación, aproximadamente la mitad comunicó que las colocaría detrás de la muralla de la escala, estando el resto de opiniones bastante repartidas (tabla 33).

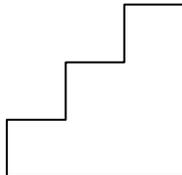
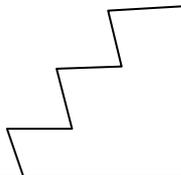
Tabla 33. Descripción de las propuestas de mejora de los trinquetes: colocación del las gradas en el trinquete.

COLOCACIÓN DE LAS GRADAS EN EL TRINQUETE	Frecuencia	Porcentaje
Detrás de la muralla de la escala	16	47.1%
Detrás de todas las paredes	7	20.6%
Detrás de la muralla	6	17.6%
Detrás de ambas murallas	4	11.8%
Otras	1	2.9%
Total	34	100%

En relación a los *tamborins*, señalar que a un 41.2% de los jugadores les resulta indiferente del material del que estén contruidos, siendo un 38.2% los que preferirían *tamborins* contruidos con **hormigón**. Según los *pilotaris* la razón principal para elegir un material u otro para el *tamborín* es principalmente la capacidad de rebote de la pelota en ellos, siendo preferible un mayor rebote de la pelota.

Otro de los aspectos que eran valorados en la encuesta hacía referencia a las propuestas de mejora de la **escala**. En este sentido, la mayoría de los encuestados informaron que la altura actual de los peldaños era la adecuada (94.1%), siendo un 91.2% de los sujetos los que informaron que la inclinación actual de los mismos también es la correcta. En relación a la forma de la careta, más de la mitad de los encuestados (64.7%) expresaron que la preferían recta y un 19.4% opinó que inclinada (tabla 34).

Tabla 34. Descripción de las propuestas de mejora de los trinquetes: forma de la careta.

	RECTA	INCLINADA
FORMA DE LA CARETA		

En cuanto al **color de las paredes**, indicar que a la mayoría de los jugadores (85.2%) le parecería muy bien que cambiase el color de las paredes, siendo tan solo un 8.8% a los que les parecería mal o muy mal. Respecto al color, el **azul** es el más contestado por los *pelotaris* con un 51.7%, seguido del **verde** (17.2%).

Los siguientes resultados están relacionados con las propuestas de mejora para el pavimento del trinquete. Un 67.6% de los encuestados opino que estaría bien o muy bien que el pavimento tuviese otro color. No obstante, existe disparidad de opiniones respecto al color que debería tener el pavimento tal y como se comprueba observando la tabla 35.

Tabla 35. Descripción de las propuestas de mejora de los trinquetes: color preferido para el pavimento del trinquete.

COLOR DEL PAVIMENTO	Frecuencia	Porcentaje
Indiferente	5	21.7%
Otros	6	26.1%
Rojo	4	17.4%
Azul	4	17.4%
Gris	3	13%
Verde	1	4.3%
Total	23	100%

Por último, se les preguntó sobre las propuestas de mejora de la **iluminación** del trinquete. Sobre este aspecto, la mayor parte de los encuestados, expreso que preferían la luz natural (73.5%) para jugar a pelota en el trinquete. Por otra parte, según un 44.4% de los pelotaris, los **focos** deben estar orientados enfocando las murallas y el techo, seguido por un 18.5% que opinan que tienen que permanecer como hasta ahora y un 14.8% que respondió que los focos deben estar dirigidos hacia las murallas.

5.2.1.3. Análisis diferencial del estado de los trinquetes

A continuación se ofrece unas tablas resumen (36 y 37), en las cuales, se presentan los resultados en los que se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los trinquetes considerados en “buen estado” y los trinquetes clasificados en “mal estado”, según las opiniones de los jugadores.

RESULTADOS

Tabla 36. Problemas de los trinquetes según los jugadores en función del grupo analizado ($p < 0.05$).
Leyenda (✓: adecuado; ✗: inadecuado; <: menor; >: mayor; ↑: alta; ↓: baja).

ASPECTOS ANALIZADOS		TRIQUETES EN “BUEN ESTADO”	TRINQUETES EN “MAL ESTADO”
Estado de conservación	Murallas	✓	✗
	Rebote del resto	✓	✗
	Rebote del <i>dau</i>	✓	✗
	Escala	✓	✗
	Pavimento	✓	✗
	Galerías	✓	✗
Capacidad de <i>mentir</i>	Muralla	<	>
	Rebote del <i>dau</i>	<	>
	Rebote del resto	<	>
	Careta	<	>
Capacidad de <i>escupido</i> del rebote del resto		↑	↓
Pérdida de vista de la pelota en el vuelo		>	<
Nivel de uniformidad del pavimento		>	<
Bote de la pelota en el pavimento		>	<
Rodadura de la pelota en el pavimento		>	<
Valoración general del pavimento		↑	↓
Valoración de los espacios auxiliares		↑	↓
Valoración de la estética del trinquete		↑	↓
Limpieza e higiene del trinquete		✓	✗
Riesgo de sufrir una lesión en el trinquete		↓	↑
Valoración general del trinquete		↑	↓

Tabla 37. Propuestas de mejora de los trinquetes según los jugadores en función del grupo analizado ($p < 0.05$). Leyenda (✓: adecuada; >: debe ser mayor).

ASPECTOS ANALIZADOS		TRIQUETES EN “BUEN ESTADO”	TRIQUETES EN “MAL ESTADO”
Propuestas de mejora	Capacidad de <i>escupido</i> de la muralla	✓	>
	Capacidad de <i>escupido</i> del rebote del resto	✓	>
	Capacidad de <i>escupido</i> de la careta	✓	>
	Bote de la pelota en el pavimento	✓	>
	Rodadura de la pelota en el pavimento	✓	>
	Capacidad de <i>escupido</i> del pavimento	✓	>

5.2.2. RESULTADOS DE LAS VARIABLES MECÁNICAS ANALIZADAS

5.2.2.1. Análisis descriptivo de las variables mecánicas

En la tabla 38 se muestran los resultados descriptivos de las diferentes variables mecánicas, detallando los siguientes estadísticos: media, desviación típica y coeficiente de variación de cada una de las variables.

Tabla 38. Resultados descriptivos de las variables mecánicas.

VARIABLES de ESTUDIO		TRIQUETES EN “BUEN ESTADO”			TRIQUETES EN “MAL ESTADO”		
		MEDIAS	DESV. TIPICA	COEF. VAR. (%)	MEDIAS	DESV. TIPICA	COEF. VAR. (%)
Fricción Rotacional	Coefficiente fricción piso	0.788	0.137	17.45	0.822	0.102	12.44
	Coefficiente de variación piso	6.892	2.059	29.88	7.712	4.286	55.58
Fricción Longitudinal	Coefficiente fricción piso	41.28	9.92	24.05	64.52	10.76	16.67
	Coefficiente fricción <i>escala</i>	23.25	15.51	66.70	55.46	16.35	29.48
	Coefficiente fricción <i>loseta</i>	18.40	6.83	37.13	46.06	16.97	36.84

Fricción Longitudinal	Coeficiente fricción dau	27.93	6.99	25.03	42.20	8.22	19.5
	Coeficiente de variación piso	17.17	5.442	31.69	6.750	1.372	20.32
Bote Vertical	Altura primer bote	0.943	0.053	57.67	0.939	0.064	6.82
	Altura segundo bote	0.389	0.044	11.35	0.385	0.037	9.67
	Variación primer-segundo bote	4.265	1.531	35.89	4.022	1.710	42.51
	Coeficiente de restitución	61.406	1.756	2.86	61.255	2.113	3.44
Bote Angulado en el Suelo	f	0.174	0.043	24.81	0.210	0.061	29.30
	e	0.614	0.032	5.21	0.636	0.032	5.07
	Velocidad de salida	15.042	0.796	5.29	14.377	0.971	6.75
	Pace	82.588	4.320	5.23	78.980	6.166	7.80
	Slidinglength	21.309	8.409	39.46	20.096	6.299	31.34
Bote Angulado Pared	f	0.171	0.048	28.10	0.190	0.022	12.02
	e	0.653	0.084	12.99	0.693	0.108	15.69
	Velocidad de salida	15.810	0.796	5.03	15.632	0.568	3.63
	Pace	82.852	4.808	5.80	80.916	2.281	2.81
	Slidinglength	73.269	28.026	38.25	62.523	5.340	8.54

5.2.2.2. Análisis diferencial de las variables mecánicas en función de la calidad del trinquete

En primer lugar, se muestran los resultados acerca de las **variables mecánicas** de cada uno de los ensayos (tabla 39). Se puede observar aquellas variables en las que existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre trinquetes en “buen estado” y en “mal estado”. También se puede observar la dirección que existe en la relación (mayor o menor) para el grupo de variables en las que existen diferencias significativas.

Tabla 39. Resultados de las ANOVAS para las variables de los ensayos mecánicos.

Ensayo mecánico	VARIABLE de ESTUDIO	Diferencias SIGNIFICATIVAS (p<0,05)	No diferencias Significativas
Fricción Rotacional	Coefficiente fricción piso	Buen estado < mal estado	
	Coefficiente de variación piso		No diferencias
Fricción Longitudinal	Coefficiente fricción piso	Buen estado < mal estado	
	Coefficiente fricción <i>escala</i>	Buen estado < mal estado	
	Coefficiente fricción <i>loseta</i>	Buen estado < mal estado	
	Coefficiente fricción <i>dau</i>	Buen estado < mal estado	
	Coefficiente de variación piso		No diferencias
Bote Vertical	Altura primer bote		Buen estado > mal estado p = 0.06
	Altura segundo bote	Buen estado > mal estado	
	Variación primer-segundo bote	Buen estado > mal estado	
	Coefficiente de restitución		No diferencias
Bote Angulado en el Suelo	f	Buen estado < mal estado	
	e	Buen estado < mal estado	
	Velocidad de salida	Buen estado > mal estado	
	Pace	Buen estado > mal estado	
	Slidinglength		No diferencias
Bote Angulado Pared	f	Buen estado < mal estado	
	e		No diferencias
	Velocidad de salida	Buen estado > mal estado	
	Pace	Buen estado > mal estado	
	Slidinglength		No diferencias

Asimismo, en las siguientes figuras (figuras 49 a 53) se puede observar gráficamente algunos ejemplos de las diferencias mecánicas significativas encontradas entre trinquetes en buen y mal estado. Las figuras hacen referencia a medias marginales estimadas.

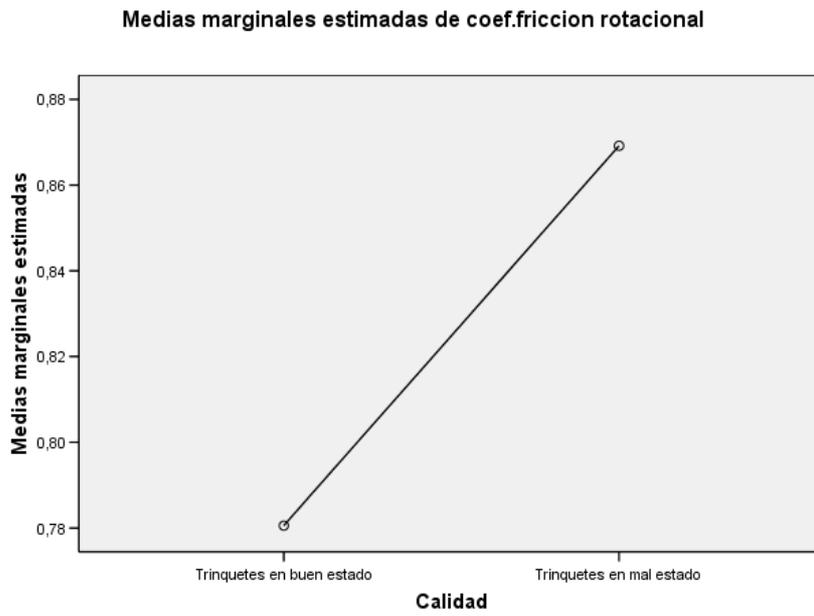


Figura 49. Diferencias significativas entre trinquetes en “buen y mal estado” para la variable coeficiente de fricción rotacional del piso.

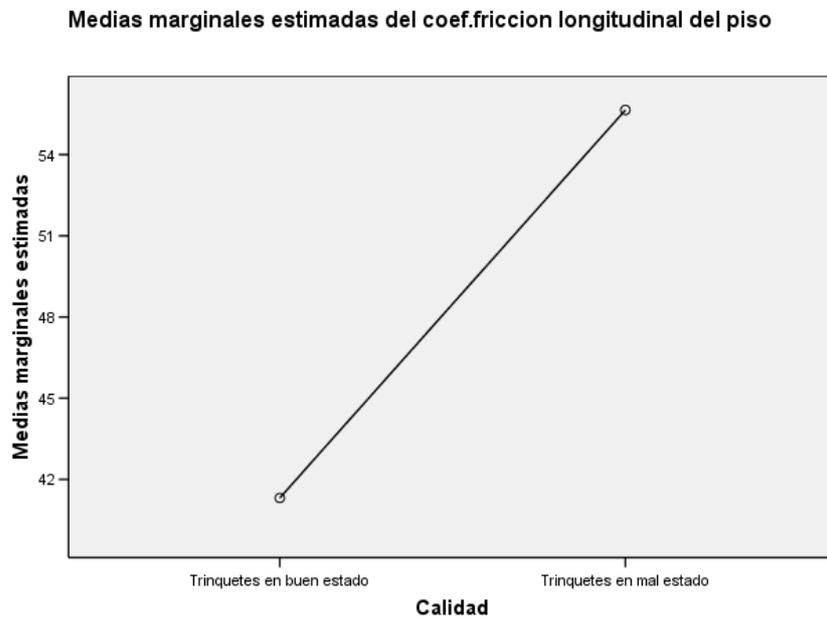


Figura 50. Diferencias significativas entre trinquetes en “buen y mal estado” para la variable coeficiente de fricción longitudinal del piso.

Medias marginales estimadas de la altura del primer bote

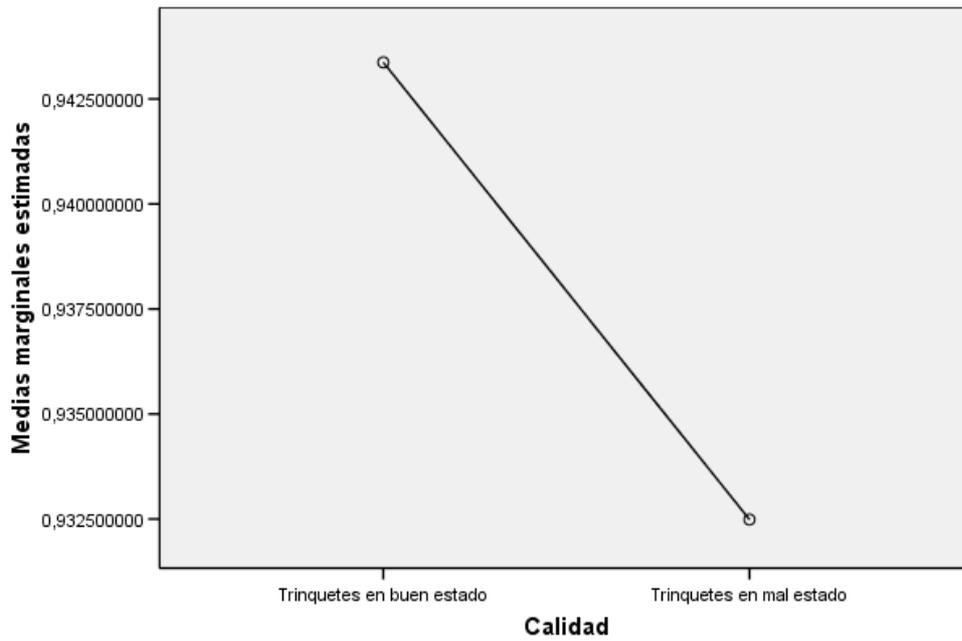


Figura 51. Diferencias ($p = 0.06$) entre trinquetes en “buen y mal estado” para la variable altura del primer bote.

Medias marginales estimadas de la velocidad de salida de la pelota en el suelo

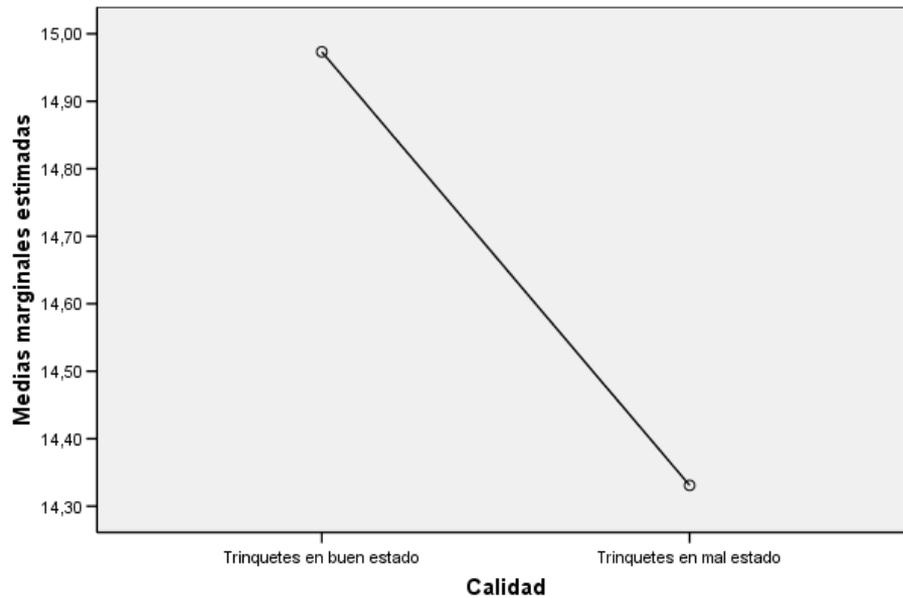


Figura 52. Diferencias significativas entre trinquetes en “buen y mal estado” para la variable velocidad de salida de la pelota en el bote angulado sobre el piso.

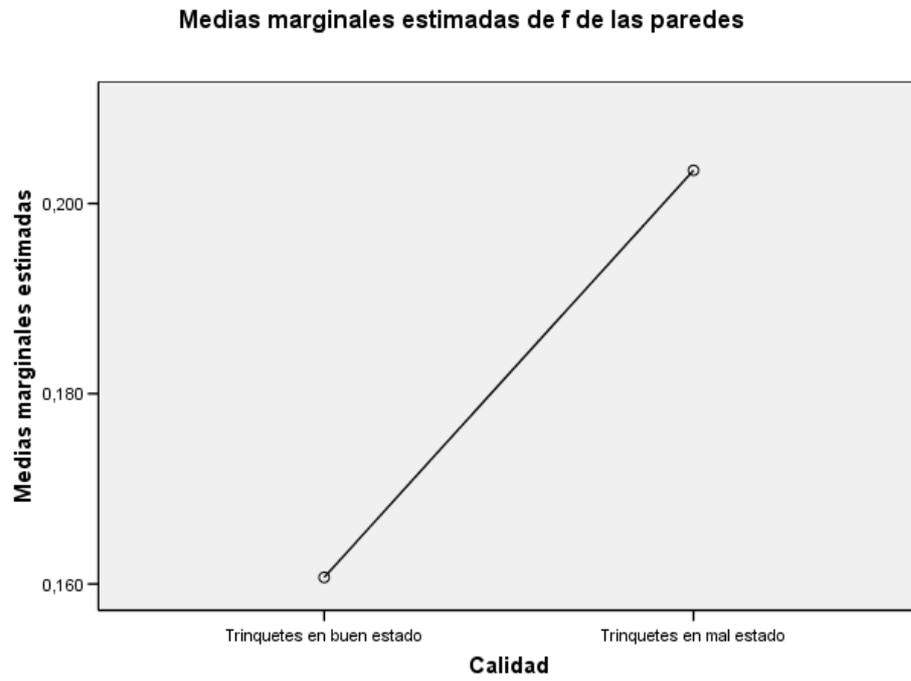


Figura 53. Diferencias significativas entre trinquetes en “buen y mal estado” para la variable f (fricción) de las paredes en el bote angulado.

5.2.2.3. Parámetros de referencia (rangos numéricos) para definir trinquetes de calidad

A continuación se muestran aquellas variables que establecen diferencias significativas para la calidad del trinquete y los rangos numéricos de cada variable para que se considere si es de buena calidad (tabla 40).

Tabla 40. Rangos numéricos de las variables mecánicas para caracterizar trinquetes de buena calidad, en función de las variables que muestran diferencias significativas.

VARIABLES MECÁNICAS		TRINQUETES EN “BUEN ESTADO”
Coeficiente de fricción rotacional del pavimento		0.67 – 0.84
Coeficiente de fricción longitudinal del pavimento		31 - 52
Coeficiente de fricción longitudinal de la <i>escala</i>		14 - 27
Coeficiente de fricción longitudinal de la <i>loseta</i>		12 - 23
Coeficiente de fricción longitudinal de la línea del <i>dau</i>		25 - 32
Altura vertical del segundo bote		0.36 – 0.42 (m)
SUELO	f	0.140 – 0.202
	e	0.59 – 0.63
	Velocidad de salida	14.5 – 15.6 (m/s)
	Pace	80 - 86
PAREDES	f	0.130 – 0.187
	Velocidad de salida	15.1 – 16.2 (m/s)
	Pace	81 - 87

5.3. TRATAMIENTO CONJUNTO DE DATOS

5.3.1. RESULTADOS DE LA RELACIÓN ENTRE VARIABLES MECÁNICAS Y DE OPINIÓN (SUBJETIVAS)

El tratamiento conjunto de los datos mecánicos con las variables de opinión permitió obtener correlaciones entre las variables de opinión de los jugadores con las variables mecánicas relacionadas con el pavimento y con las variables mecánicas relacionadas con la interacción de la pelota en el pavimento.

De los resultados obtenidos en el tratamiento estadístico, se analizaron las correlaciones significativas ($p < 0.05$) y aquellas que se aproximan a este nivel de significación.

5.3.1.1. Resultados de correlación entre las variables de opinión de los jugadores y las variables mecánicas relacionadas con el pavimento

Se ha encontrado correlaciones entre la percepción del **riesgo de lesión** en el trinquete por parte de los jugadores y las siguientes variables mecánicas:

1. Con la **fricción longitudinal de la llosa o *pedra*** de manera negativa ($r = - 0.754$) ($p < 0.05$). Una posible interpretación de este resultado podría estar relacionada con el material con el que generalmente se construye la *llosa*, el mármol. Este material posee bajos niveles de fricción, siendo más deslizante que el resto del pavimento (de loseta de Monóvar), lo cual podría aumentar las lesiones provocadas por caídas y desequilibrios como consecuencia de resbalones (Durá *et al.* 1996).
2. Con la **fricción rotacional del pavimento** de manera positiva ($r = 0.628$) y casi significativamente ($p = 0.052$). Este resultado coincide con los hallados en la literatura. Así, un gran número de estudios (Ekstrand *et al.*, 1989; Frederick *et al.*, 1995; Nigg, 1990; Olsen, *et al.*, 2003; Pasanen *et al.*, 2008) coinciden en que existe una relación entre las lesiones de ligamentos cruzados de la rodilla y la realización del gesto de giro en superficies con elevados coeficientes de fricción.

3. Por último, presenta una correlación próxima a la significación ($p = 0.062$) negativa ($r = -0.608$) con la **fricción longitudinal del pavimento**. Esto podría indicar que los *pilotaris* asocian el riesgo de lesionarse con las caídas producidas por resbalones. Esta circunstancia aumenta por la presencia de contaminantes en el pavimento como por ejemplo el polvo y la tierra, lo cual se podría evitar con una correcta limpieza y mantenimiento de la instalación.

5.3.1.2. Resultados de correlación entre las variables de opinión de los jugadores sobre el pavimento y las variables mecánicas relacionadas con la interacción de la pelota en el pavimento

Se ha hallado que la **percepción de fricción del pavimento** correlaciona casi de forma significativa ($p = 0.058$) y en sentido negativo ($r = -0.615$) con el **coeficiente de restitución** (e) de la pelota en el bote angulado sobre el pavimento. Este resultado muestra que los jugadores son capaces de reconocer si un pavimento posee mayor o menor fricción en función del bote de la pelota.

6. DISCUSIÓN

6.1. ANÁLISIS DE LAS MOLESTIAS CORPORALES QUE SUFREN LOS PILOTARIS

De los resultados obtenidos en el estudio de percepción de molestias corporales se desprende que un **altísimo número de jugadores (97%)** se ve afectado por alguna **dolencia** derivada de la práctica de *pilota*. Al no existir datos en la bibliografía que corroboren estos resultados, se pueden formular varias explicaciones posibles. En primer lugar, se observa un desequilibrio entre carga de entrenamiento (tiempo dedicado a la preparación física, técnica y táctica) y carga de competición, puesto que los encuestados indican dedicarle más horas a la competición (6.6 horas/semana) que a los entrenamientos (4.57 horas/semana). Tal y como indican los especialistas en entrenamiento deportivo (Balmaseda, 2010; Bompá y Haff, 2009; Matveev, 2001; Platonov, 2002; Thiess, Tschiene y Nickel, 2004), este tipo de desbalances no permiten optimizar el rendimiento y, además, aumenta considerablemente el riesgo de sufrir lesiones. En segundo lugar, la mayoría de jugadores no siguen una metodología e higiene adecuadas y orientadas a la prevención de lesiones, como por ejemplo, la realización de rutinas correctas de estiramientos, lo que incrementa el riesgo de sufrir molestias y lesiones. En tercer lugar, hay que tener en cuenta el carácter inespecífico de los materiales de protección, lo cual pone en duda su efectividad. En cuarto lugar, la propia técnica de los golpes y la alta tasa de repetición de los mismos que, al igual que en otros deportes de pelota (pelota vasca, tenis, frontón, etc.) suponen un considerable estrés para el aparato locomotor. Por último, es necesaria la referencia a la idiosincrasia del juego de *pilota*: el juego difícilmente se entiende sin las apuestas. Esta práctica obstruye la continuidad del juego y determina una dinámica de actividad intermitente con continuas paradas en el juego, especialmente en las fases iniciales de cada partida, que puede suponer periodos de enfriamiento.

En relación al **periodo de convalecencia** que ocasionan estas lesiones, es destacable señalar que más del 80% de los *pilotaris* que sufren molestias deben dejar de jugar para facilitar la recuperación, lo que impide la continuidad de entrenamientos y competiciones.

Por todo lo expuesto anteriormente, parece razonable pensar que este deporte tenga cierto rechazo entre padres, ya que jugar a *pilota* implica sufrir dolencias corporales. Además estos perjuicios para la salud pueden derivar en una reducción de la calidad y disfrute por la práctica deportiva, dificultando la incorporación de nuevos practicantes.

En cuanto a las **zonas corporales más afectadas por molestias**, se ha comprobado que son todas aquellas implicadas en la cadena cinética de golpeo. Cabe destacar la mano (66%) y el hombro como las zonas más afectadas (61.5%), no obstante, el porcentaje de lesiones en la mano es algo inferior a los hallados en la literatura para deportes similares como la pelota vasca, donde un 82.4% de los jugadores sufrían lesiones en esta zona del cuerpo (Gaméz *et al.*, 2004). Con un porcentaje algo inferior (34.1%) se sitúa la articulación del codo. Estos resultados coinciden con los hallados en tenis (Caine *et al.*, 1996). Estos datos ponen en evidencia algo ya destacado en el primer párrafo: la necesidad de un correcto balance en la carga entrenamiento/competición y una más adecuada metodología de entrenamiento. Otra posible línea de actuación para minimizar este tipo de dolencias sería la realización de análisis biomecánicos de la técnica del golpeo, lo que permitiera (1) establecer los modelos técnicos más eficaces y seguros, algo no establecido actualmente y, a partir de éstos, (2) poder hacer recomendaciones individualizadas a los *pilotaris*.

Los datos obtenidos en esta Tesis Doctoral respecto a las **molestias** registradas en el **miembro inferior** son comparables con los obtenidos en squash, donde la incidencia es de 48.1% (Caine *et al.*, 1996). Destacan las lesiones de rodilla por su gravedad (16.5%) y las de tobillo por su alto índice de aparición (39.6%). Las posibles causas de estas molestias pueden agruparse en tres factores. En primer lugar, la **superficie de juego** está considerada como uno de los factores de riesgo de carácter extrínseco (Twizere, 2004) determinantes de la epidemiología deportiva tal y como exponen diversos autores (Andreasson *et al.*, 1983; Cavanagh *et al.*, 1980; Denoth *et al.*, 1981; Durá *et al.*, 2006; McMahon *et al.*, 1979; Nigg *et al.*, 1984; Nigg *et al.*, 1987; Pasanen *et al.*, 2008; Stiles *et al.*, 2006). En este sentido, hay que destacar que el pavimento de juego (loseta de Monóvar) presenta niveles muy bajos de amortiguación. A esto, hay que añadir el mal estado de conservación de alguno de ellos.

Otra posible causa de estas molestias podría ser el **calzado** utilizado por los *pilotaris*. Efectivamente, no existe calzado específico para jugar a *pilota*, lo que hace que se utilicen calzados desarrollados para otras modalidades deportivas. Dado que desde hace décadas se han publicado estudios que relacionan las lesiones durante la práctica deportiva con el calzado utilizado (Cavanagh *et al.*, 1980; McMahon *et al.*, 1979; Nigg *et al.*, 1984; Newton *et al.*, 2002), esta parece una causa a tener muy en cuenta. Por ello, una posible línea de actuación para solventar este problema sería la investigación sobre calzado específico para la práctica de *pilota*.

Por último, se pueden relacionar las molestias del miembro inferior con los **gestos deportivos** propios de la *pilota*, pues muchos de los golpes implican giros, paradas y

cambios de dirección. Existen estudios que corroboran esta afirmación, pues muchas de las lesiones de ligamentos de rodilla y tobillo ocurren en acciones deportivas donde se realizan este tipo de gestos (Andreasson *et al.*, 1986; Junge, *et al.*, 2000; McGrath *et al.*, 1997; Twizere, 2004). Enlazando esto con lo anteriormente expuesto sobre los pavimentos, se han relacionado las lesiones en la rodilla tras realizar un giro, con elevados coeficientes de fricción de los pavimentos deportivos (Olsen *et al.*, 2003; Pasanen *et al.*, 2008). Sin embargo, también hay que tener en cuenta que niveles excesivamente bajos de fricción pueden ocasionar caídas y afectar al rendimiento (Cham *et al.*, 2002; Li *et al.*, 2007). Por lo tanto y siguiendo a diversos autores (Cohen *et al.*, 1982; Durá *et al.* 1996; Redfern *et al.*, 1997), los pavimentos deberían diseñarse atendiendo a dos aspectos relacionados con la fricción: (1) superar un valor mínimo para evitar caídas y desequilibrios como consecuencia de resbalones. (2) No ser excesiva y permitir un deslizamiento controlado, para impedir las caídas producidas por la resistencia al deslizamiento entre el zapato y el suelo, la fatiga, la degeneración de las articulaciones y el discomfort general.

Respecto a la **tipología de las molestias** en *pilota*, destacan las de tipo articular y ligamentoso (27.02%), fundamentalmente, en forma de esguinces de tobillo y rodilla, probablemente, y como se indicó arriba, derivadas de la utilización de pavimentos en mal estado y por la utilización de un calzado inadecuado. En segundo término, se encuentran las molestias tendinosas (24.99%) sobre todo de hombro y codo, posiblemente debidas a la mala técnica de ejecución, a la frecuencia de las mismas y/o a la ausencia de acciones preventivas. Señalar que, estos datos coinciden con los hallados en otros deportes con estructura, movimientos y golpes similares a la *pilota*, como son el tenis y el bádminton, donde la mayoría de las lesiones se agrupan en torno a estas tres estructuras anatómico-funcionales (Caine *et al.*, 1996). También son destacables las molestias de tipo muscular (17.56%), en general en forma de roturas fibrilares, cuyo origen podría encontrarse en una deficiente rutina de calentamiento, así como, en la dinámica actual de juego de “actividad-parada” que se produce en las fases iniciales de las partidas, que provoca enfriamientos y aumenta el riesgo de producción de lesiones agudas. Por último, indicar las molestias que afectan a la dermis en la manos (17.90%), posiblemente relacionadas con la utilización de protecciones inadecuadas e inespecíficas. Una línea de actuación para evitar esto sería la investigación sobre sistemas de protección de la mano más eficaces y seguros, tal y como se ha realizado en Pelota Vasca (Gámez, 2008).

Analizando la incidencia de lesiones en función de la **posición de juego**, se puede observar que los *mitgers* están, en general, más expuestos a las molestias-lesiones, especialmente en la mano (73.53%). Esto es debido a que reciben impactos de mayor

magnitud que los restos, frecuentemente golpean la pelota de *volea*, es decir, antes de que la pelota dé un bote con lo cual, ésta llega a la mano a mayor velocidad. De hecho, normalmente llevan mayor protección que los restos. Estos últimos presentan mayor incidencia de lesión en el hombro (65.1%), posiblemente debido a las comprometidas posturas que adoptan a la hora de realizar los golpes durante el juego, con gestos como el golpe de *rebot*, que se realiza después de que la pelota golpee la pared, o el *bot de braç*.

En referencia a las zonas de incidencia de lesión en función de la **modalidad practicada**, se observa que, en general, la modalidad de *escala i corda* es más lesiva que el *raspall*. Concretamente, las molestias de codo son mucho más frecuentes en *escala i corda*, con un 41.45%, frente al 17.5% de *raspall*. También el porcentaje de molestias en el hombro es mayor (64.8% y 53.7% respectivamente). Esto puede ser debido (1) a que la técnica de golpeo ejecutada en dicha modalidad compromete en mayor medida la integridad de las articulaciones del miembro superior y (2) en la forma de jugar la pelota, pues en *escala i corda* la pelota se juega al aire o al primer bote y en *raspall*, se juega tanto al aire como por tierra sin límite de botes, de manera que la velocidad de la pelota en el instante del golpeo es sensiblemente menor en *raspall*.

Por último, destacar que la incidencia de **molestias** en hombro, codo, tobillos y mano es **significativamente mayor** ($p < 0.05$) en **profesionales** que en aficionados. Esto puede deberse a una mayor intensidad de juego, a una mayor frecuencia de participación en partidas y, sobretodo, a más años de práctica deportiva de los *pilotaris* profesionales. Lo cual puede estar indicando que el riesgo de lesión aumenta en aquellos jugadores de nivel profesional con mayor trayectoria deportiva, reafirmando la necesidad de tomar medidas orientadas a la preservación de la salud de estos deportistas.

De los datos obtenidos en esta Tesis Doctoral respecto a las molestias corporales que sufren los pelotaris se desprende, que **la pilota valenciana** es un deporte con una **incidencia elevada de molestias en todos los segmentos corporales**. Lo cual pone de manifiesto la necesidad de tomar medidas higiénico-preventivas para preservar la salud de estos deportistas, constituyendo el primer paso para remediar esta situación.

6.2. ASPECTOS MÁS DESTACADOS DE LOS GRUPOS DE DISCUSIÓN

El análisis más destacado que se puede hacer de los resultados obtenidos en los grupos de discusión es el **interés** y buena disposición mostrada por los jugadores. Todos coinciden en que es necesario un **desarrollo y promoción** de la *pilota*, de manera que sea reconocida y apreciada como el deporte tradicional y autóctono valenciano.

Por otro lado, a través de los grupos de discusión se ha constatado que la **evolución de las trinquetes** de *pilota* ha sido mínima en las últimas décadas. De hecho, estas instalaciones no han experimentado prácticamente cambios a los largo de los años y, lo que es peor, existe un parque de trinquetes bastante deteriorado. Muchos han quedado en desuso y otros no disponen de las características necesarias para llevar a cabo el desarrollo del juego. Además, el coste de mantenimiento y reparación es elevado y, en la mayoría de los casos, los dueños no pueden afrontarlo, o no se atreven a hacerlo por la falta de criterios para desarrollarlo correctamente y con garantías de mantener e incluso mejorar la demanda de una instalación dinámica y activa.

Por último, se ha observado que una gran parte de los trinquetes actuales, no reúnen buenas condiciones para el desarrollo adecuado de la práctica deportiva; vestuarios en mal estado, carencia de condiciones mínimas de higiene, instalaciones (pavimentos y zona de juego) agresivas para el deportista, etc.

6.3. VALIDEZ DE LA SELECCIÓN DE TRINQUETES

Respecto a la selección de los trinquetes para la realización de esta Tesis Doctoral, los resultados obtenidos han permitido constatar que el proceso de obtención de la **muestra** se ha realizado cumpliendo con los **criterios científicos**. De esta forma se observa que en la actualidad, el entorno de la *pilota* distingue claramente los trinquetes en dos grupos, unos en buen estado y otros clasificados en mal estado.

6.4. ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE TRINQUETES

6.4.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DE LOS TRINQUETES

Con el paso del tiempo y del uso, los trinquetes se van deteriorando y no siempre se acometen las reformas oportunas. Así, únicamente la mitad de las instalaciones estudiadas han realizado reformas en alguna ocasión. Exceptuando el trinquete de la Universidad Politécnica de Valencia el resto tienen muchos años de antigüedad. El hecho de ser construcciones antiguas, así como las escasas remodelaciones llevadas a cabo en las

mismas, pueden ser factores que determinen el mal estado de conservación de algunos de los trinquetes.

Por otra parte, los trinquetes agrupados como en “buen estado” presentan un mejor **mantenimiento y conservación** en todas sus partes, siendo los mejor valorados por los encuestados. También, los jugadores prefieren los materiales de construcción que se emplean en los trinquetes calificados como en “buen estado”. Estas valoraciones pueden indicar las posibles pautas a seguir en la futura construcción de trinquetes.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se puede comprobar que los trinquetes del grupo calificado en “mal estado” presentan cierto deterioro, quedando patente que un adecuado mantenimiento, mejora y conservación de estas instalaciones deportivas, influiría positivamente en la práctica deportiva. En otras palabras, si se pretende que los trinquetes sean instalaciones apropiadas para desarrollar la práctica del deporte, así como que garanticen la seguridad, accesibilidad y confort de los espectadores, se debe promover la remodelación y actualización de aquellos trinquetes que presentan deficiencias en estos aspectos.

Pasando a analizar las diferentes partes del trinquete, las **paredes** tienen una gran influencia en el juego, dado que forman parte de la cancha de juego y la pelota puede rebotar en ellas. En este sentido, la **fricción entre el móvil y la superficie** puede hacer variar la velocidad, la dirección y rotación del mismo (Pérez, 2001). Además, según diversos autores, después de contactar la pelota con una superficie, y como consecuencia del rozamiento, ésta puede modificar su sentido de giro (Gutierrez, 1999; Luttgens *et al.*, 1982). Este suceso, en el argot de la *pilota* se conoce como “**mentir**”, es decir, la pelota al golpear contra la pared hace efectos extraños o cambia su comportamiento. Sobre este aspecto, cabe señalar que los trinquetes donde las paredes mienten poco, son catalogados como buenos por los usuarios. Una pared miente más cuando es poco homogénea, presenta irregularidades, desconchados o deformaciones. Tener en cuenta y mejorar este aspecto es fundamental puesto que influye directamente sobre el juego.

El término “**escupir**” en el ámbito de la *pilota valenciana* es entendido como el comportamiento de la pelota cuando sale rebotada del pavimento o de la pared. Sobre este aspecto, no se han encontrado diferencias entre los grupos de trinquetes, excepto en el rebote del resto, escupiendo más en los trinquetes en “buen estado” (92.2% de la muestra puntúa por encima de 3 este aspecto). Sin embargo, en las propuestas de mejora, los jugadores indicaron que la capacidad de escupido debería ser más alta en los trinquetes en “mal estado” (43.8%). Este resultado puede ser un indicio de que en los trinquetes del grupo en “mal estado”, la pelota rebota menos por estar más deteriorados y peor conservados; así

mismo, indica que el nivel de “escupido” de los trinquetes en “buen estado” es adecuado, lo que sirve para identificar el valor de referencia en cuanto al nivel de “escupido” (e: coeficiente de restitución del bote angulado de la pelota en el pavimento = 0.59 – 0.63).

En cuanto al pavimento, señalar que el principal material empleado en la construcción del **pavimento** de los trinquetes es la **loseta de Monóvar**. Algunas de las razones para construir el pavimento de los trinquetes con este material pueden ser la tradición y las características físicas del mismo (de gran rigidez), lo cual beneficia el rendimiento deportivo (Nieto *et al.*, 2001). Por otra parte, un 76.9% de los jugadores opinó que los trinquetes en “buen estado” tienen un pavimento más uniforme. En otras palabras, los trinquetes en “mal estado” no tienen suficiente homogeneidad, lo que puede aumentar el riesgo de sufrir una lesión y/o disminuir el rendimiento deportivo.

Asimismo, el **comportamiento de la pelota** es diferente en función del grupo de trinquetes analizado. De este modo, la pelota rueda, bota y escupe más en los trinquetes catalogados en “buen estado”, propiedades preferidas por los pelotaris, demandando un aumento de estas características en los trinquetes del grupo en “mal estado” ($p < 0.05$). Estos aspectos están muy relacionados con la uniformidad del pavimento, que como se ha comprobado en los párrafos anteriores, es menor en el grupo de trinquetes en “mal estado” (un 41.2% reflejaba que no era nada homogéneo). Puesto que estos dos aspectos influyen mucho en el juego de pelota, resulta conveniente uniformizar el pavimento si se pretende aumentar el rendimiento, el dinamismo y la espectacularidad del juego.

Por otra parte, sobre las **variables mecánicas** los pelotaris consideran que, por lo general, los pavimentos de estas instalaciones son duros tienen **poca amortiguación** (aspecto reflejado en un 69.2% de las opiniones del grupo de trinquetes en “buen estado” y en un 64.7% del grupo en “mal estado”) y presentan una **elevada fricción y abrasión**. Cabe destacar, que en la mayoría de las opiniones recogidas en los dos grupos de trinquetes, se señala que estas condiciones del pavimento deben continuar de la misma forma. Es curioso comprobar que, en general, los pelotaris demandan más fricción en el pavimento, este fenómeno se produce igualmente en otros deportes y puede ser debido a que un aumento en la fricción mejora el tiempo de ejecución técnica y, en consecuencia, el rendimiento deportivo. Estas opiniones, corroboran diferentes estudios que revelan que niveles incorrectos de fricción afectan negativamente al rendimiento (Cham *et.al.*, 2002; Li *et.al.*, 2007). Sin embargo, hay que recordar que elevados coeficientes de fricción están relacionados con altos índices de lesión (Ekstrand *et al.*, 1989; Frederick *et.al.*, 1995; Nigg, 1990; Olsen, *et. al.*, 2003; Pasanen, *et. al.*, 2008; Renström, 1995; Stiles *et.al.*, 2006) de modo que hay que encontrar una solución equilibrada que permita un buen agarre del

pavimento sin comprometer la salud de los deportistas. Una posible actuación para solventar esta problemática sería la investigación de nuevos pavimentos para los trinquetes.

Un último aspecto relacionado con el pavimento del trinquete hace referencia al riesgo de sufrir una **lesión** durante el juego de *pilota*. Así, se constata que en los trinquetes en “mal estado” los pelotaris opinaron que éste era más elevado (35.2%). El peor estado de conservación y mantenimiento del pavimento de estos trinquetes puede explicar estas opiniones. El estado de inseguridad que muestran los pelotaris en ciertos trinquetes puede disminuir la entrega y rendimiento de los deportistas así como la espectacularidad y calidad del juego. En este sentido, se evidencia la necesidad de minimizar este riesgo y garantizar la práctica segura del deporte, aspecto que se lograría con pavimentos que respondan a los requisitos mecánicos (ver tabla 40) y de mantenimiento considerados óptimos que surgen de estudios como el presente.

Respecto a la **valoración general del pavimento**, los jugadores valoran mejor los pavimentos de los trinquetes en “buen estado”. Las opiniones sobre la uniformidad, el buen estado de conservación y limpieza, el bote y rodadura de la pelota, y el evitar el riesgo de sufrir lesiones, ejercen una importancia relevante a la hora de valorar esta parte del trinquete. Cabe destacar que aunque las puntuaciones de los trinquetes en “buen estado” son notables (media = 7.28 y SD = 1.88) todavía queda un amplio margen de mejora, con el objetivo final de conseguir pavimentos de alta calidad.

El **rebote** de la **pelota** en las **galerías** influye en una partida, de manera que cuando una pelota se queda en la galería se consigue un tanto al ser una jugada de mérito para el equipo que la ejecuta, pero si la pelota vuelve al terreno de juego después de rebotar en la galería se observa que el equipo que en principio debe ganar el tanto se encuentra en una situación de desventaja, puesto que la pelota vuelve al terreno de juego en una situación muy ventajosa para el equipo contrario y con altas probabilidades de conseguir punto, con lo cual una situación de mérito para un equipo se ha vuelto en contra por causa del diseño de las galerías. Por esta circunstancia, los pelotaris valoran positivamente que las galerías no devuelvan las pelotas. Las opiniones de los jugadores sobre este aspecto están muy repartidas en los dos grupos de trinquetes. Estos resultados pueden estar indicando que este factor no es decisivo para evaluar el estado del trinquete. Sin embargo, debido a su influencia en el juego deberá tenerse en cuenta como aspecto de diseño de los trinquetes de nueva creación, construyendo galerías que, en la medida de lo posible, no devuelvan las pelotas. En este sentido, los trinquetes de Benidorm, Gandia y Pelayo son los que ofrecen un mejor diseño de esta parte de la instalación, pues son los que menos pelotas devuelven.

Otra posibilidad sería construirlas con un material que absorba en mayor medida los impactos.

En cuanto al análisis del **techo** de los trinquetes, la mayoría de jugadores (83.3%) opina que la altura actual es la adecuada y que debe seguir igual (73.3%) o incluso, más elevada (26.7%). Esto es así porque en una partida de *escala i corda* la pelota puede alcanzar una gran altura en el vuelo, por lo tanto, resulta conveniente que no golpee contra el techo, pues así se facilita la continuidad y vistosidad del juego.

Por otro lado, un 79% de los pelotaris señalaron que en los trinquetes se pierde la **visibilidad de la pelota** en el techo y un 73.3% opinaron que preferían un color mucho más claro para el techo de manera que la actual pelota de vaqueta tenga suficiente contraste. Además, se ha comprobado que existen instalaciones con el techo en buen estado de conservación y otras que necesita ser mejorado.

Por lo arriba expuesto, resulta obvio que existe una necesidad de mejorar esta parte de la instalación en los trinquetes. En el caso de que la pelota sea negra el techo deberá ser lo más claro posible, por el contrario si la pelota es blanca, aquél deberá ser de color oscuro.

Las opiniones de los pelotaris sobre el estado de los **espacios auxiliares, vestuarios y aseos**, muestra que en el grupo en “mal estado” se encuentran en muy mal estado de conservación (94.1%), mientras que en el grupo en “buen estado” las opiniones están muy repartidas, desde muy malos (15.4%) a muy buenos (26.9%). Es evidente que para una práctica deportiva saludable, es preciso que el trinquete posea unos espacios auxiliares higiénicos en óptimas condiciones, siendo necesaria una reforma y acondicionamiento en aquellas instalaciones donde son deficitarios.

En cuanto a la **limpieza e higiene del trinquete**, los encuestados (61.6%) perciben como buenos aquellos que están más limpios, y teniendo en cuenta que la limpieza es un factor que afecta directamente a la valoración general del trinquete, se hace necesario aconsejar un correcto mantenimiento de la instalación. Es evidente que un buen estado de higiene es necesario para que los pelotaris se sientan bien durante el juego y para que los espectadores disfruten de la vistosidad y viveza de la *pilota valenciana*.

Respecto a la **estética** de la instalación, se ha comprobado que los trinquetes mejor valorados estéticamente fueron los del grupo en “buen estado” (88.5%). Esta opinión puede estar influenciada por otros aspectos como el estado de conservación del trinquete o la limpieza, pues los trinquetes del grupo en “buen estado” son los que presentan mejor puntuación en estos factores, lo cual puede inducir a valorar mejor la estética de este grupo de instalaciones.

A modo de **resumen**, gracias al estudio horizontal de opinión de trinquetes se han encontrado numerosos aspectos que influyen en una valoración general positiva de esta instalación:

- **Pavimento:** debe ser uniforme y estar bien conservado, además se ha demandado un incremento de la fricción, el bote y la rodadura de la pelota.
- **Paredes y rebotes:** tienen que estar bien conservados, no mentir, mejorar la visibilidad de la pelota y conviene aumentar la capacidad de escupido del rebote del resto.
- **Escala y galerías:** mejorar su estado de conservación, que tengan un diseño más confortable, así como mayor seguridad y accesibilidad.
- **Iluminación:** evitar que deslumbren los focos.
- **Otros aspectos:** reformar y acondicionar los espacios auxiliares, mejorar la estética y la limpieza e higiene de los trinquetes.

En síntesis, en los trinquetes de pelota existen multitud de aspectos que influyen en una valoración positiva y todos estos aspectos deben ser tenidos en cuenta para la construcción futura de trinquetes de calidad.

6.4.2. ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA DEL TRINQUETE

Las propuestas de mejora de los trinquetes fueron bien acogidas por todos los participantes en el estudio. En este sentido, muchos de los encuestados opinaron que les parecía muy bien que se **estandarizasen las medidas** de estas instalaciones, siendo las dimensiones del trinquete de Gandía (56.97 m. de largo y 8.98 m. de ancho: 6.42 m. correspondientes al espacio de juego y 2.56 m. a la escala), las solicitadas por la mayor parte de los encuestados. Igualmente eran muy partidarios de **aumentar el aforo**, para lo que solicitaban colocar gradas detrás de la muralla de la escala (47.1%), de todas las paredes, de la muralla y de ambas paredes. Así, una mayor cantidad de público podría presenciar la partida, favoreciendo una mayor difusión del deporte de *pilota*.

Los pelotaris indicaron que el material de los *tamborins* no resultaba un aspecto demasiado relevante, sin embargo, sí señalaron que debían ser de un material que permitiese que la pelota rebotase más (38.2% preferían el hormigón). Que la pelota rebote bien en el tamborín es fundamental para dar continuidad al juego, razón por la cual se prefiere un material que facilite la capacidad de bote de la pelota.

Por otro lado, los jugadores opinaron que los peldaños de la **escala** deberían seguir teniendo la misma altura (94.1%) e inclinación (91.2%), optando la mayoría por una careta con forma recta (64.7%), lo cual coincide con lo expuesto en los grupos de discusión. Estas sugerencias deben ser tenidas en cuenta, convirtiéndose en especificaciones de diseño para la construcción futura de instalaciones más apropiadas para la práctica del juego y el disfrute de los espectadores.

Por otra parte, la mayoría de jugadores (85.2%) estarían de acuerdo en **cambiar el color de las paredes**, siendo el **azul** el color más solicitado (51,7%) (como recientemente se ha utilizado en el trinquete de “El Genovés”), seguido del verde (17.2%). De la misma forma, un 67.6% estarían dispuestos a cambiar el **color del pavimento**, estando más repartidas las opiniones sobre el color que debería tener. Uno de los posibles motivos por los cuales una minoría de jugadores rechaza un cambio de color del trinquete puede ser que no imaginen un trinquete oscuro en el que se juegue con pelota de vaqueta negra. Sin embargo, esta opinión podría cambiar si se tiene en cuenta un deporte similar como es la pelota vasca, donde actualmente se juega con pelotas blancas en trinquetes de color verde, lo cual ha mejorado la visibilidad del juego por televisión y con ello el espectáculo y la popularidad de la pelota. Otro aspecto a favor del cambio de color del trinquete es el diseño de pelotas blancas con las mismas características que la tradicional pelota de vaqueta.

Antes de iniciar el análisis de la **iluminación artificial** es necesario mencionar que tan solo uno de los trinquetes del grupo en “mal estado” tiene este tipo de iluminación, lo que representa una limitación importante para estas instalaciones, pues esta circunstancia, impide la práctica de pelota en horario nocturno o en días donde la iluminación natural es escasa. En este sentido, se considera una necesidad de primer orden, pues que la instalación disponga de luz es un factor decisivo para el desarrollo y difusión del deporte de *pilota*, incrementando las horas de práctica, así como el número de practicantes. Asimismo, los trinquetes deberían adaptar su iluminación a la norma EN 12193:1999 sobre iluminación en instalaciones deportivas.

Otro aspecto a tener en cuenta es la **disposición de los focos** en los trinquetes, siendo la adecuada aquella que no produzca molestias ni al pelotari durante el juego, ni al espectador para seguir la partida. Sobre esta cuestión, los jugadores informaron que la mejor orientación de los focos es enfocando a las murallas y el techo (44.4%).

Por último, resaltar que los pelotaris (73.5%) prefieren la **iluminación natural** del trinquete para jugar. Este aspecto se ve grandemente influenciado por la orientación del trinquete y con los ventanales a través de los cuales entra la luz. Así, la orientación más adecuada es aquella en que el eje longitudinal del trinquete sea norte-sur, con lo que se

maximiza la entrada de luz y se evitan en gran medida los deslumbramientos debidos a la salida y puesta del sol. Además, es importante que el techo y las ventanas del trinquete permitan la entrada de la luz solar.

6.5. ESTUDIO MECÁNICO DE TRINQUETES

Los resultados obtenidos en esta Tesis Doctoral revelan **diferencias mecánicas significativas** entre los dos grupos de trinquetes (ver tablas 38 y 39). Esto indica en primer lugar, que los jugadores son capaces de diferenciar los trinquetes en función de su calidad. En segundo lugar, se ha hallado que los trinquetes del grupo en “**buen estado**” tienen **menor fricción rotacional y longitudinal**. Esta circunstancia podría estar relacionada con el riesgo de sufrir lesiones, pues está bien documentado que las superficies que registran elevados coeficientes de fricción provocan más lesiones por sobrecarga (Renström, 1995); mayor riesgo de lesiones de rodilla y tobillo (Newton, *et. al.*, 2002); y un aumento de lesiones traumáticas de carácter agudo, como por ejemplo la rotura de los ligamentos cruzados de la rodilla (Ekstrand *et al.*, 1989; Frederick y Himmelsbach, 1995; Nigg, 1990; Olsen, *et. al.*, 2003; Pasanen *et. al.*, 2008).

Asimismo, al comparar los resultados mecánicos de **fricción rotacional** con la normativa actual sobre pavimentos deportivos (UNE 41958: 2000 IN), se constata que los valores obtenidos en los rangos numéricos para esta variable en los trinquetes del grupo en “buen estado”, estarían contemplados en las especificaciones de esta norma. De manera que se podría establecer el rango de 0.67 – 0.84 como especificación de norma en *pilota valenciana*.

Sin embargo, no ocurre lo mismo al analizar la **fricción longitudinal** del pavimento pues los datos obtenidos en el estudio mecánico difieren de los señalados en la normativa UNE – EN 14904:2006 – *Superficies deportivas. Suelos multideportivos de interior. Especificación*, según la cual, el coeficiente de fricción al deslizamiento debe estar entre 80-110. Mientras que en *pilota*, en los trinquetes del grupo en “buen estado” se encuentra en 41.28 ± 9.92 (con un rango de entre 31- 52). Estos datos confirman que el pavimento de los trinquetes posee una fricción baja y debería investigarse sobre pavimentos con mayor coeficiente de fricción para garantizar una práctica más segura.

Por otro lado, al analizar el **bote vertical** de la pelota, se ha comprobado que la altura del segundo bote y la variación de altura entre el primero y el segundo bote, es significativamente mayor en el grupo de trinquetes en “buen estado” ($p < 0.05$), mientras que la altura del primer bote está próxima a la significatividad ($p = 0.06$) (ver tabla 39). Estos resultados van en la misma línea que los obtenidos en el estudio horizontal, según los

cuales los trinquetes en “buen estado” tenían pavimentos más uniformes (un 34.6% los evaluaba como muy homogéneos). Cabe significar, que en la normativa EN 12235:2004/AC 2006 – *Determinación del comportamiento vertical de una pelota o balón*, se especifica para diferentes deportes qué altura debe alcanzar la pelota en el rebote, por ejemplo, en tenis 1,410 m \pm 0.025 m. Dado que en *pilota valenciana*, no existen estudios previos sobre bote vertical y en esta Tesis se ha adaptado el instrumental y método de ensayo de la citada norma, se podría establecer la media de la altura del primer bote de los trinquetes en “buen estado” (0.943 m \pm 0.053) como requisito normativo para este deporte.

Respecto al **bote angulado en el pavimento**, los resultados de las diferentes variables muestran que en los trinquetes del grupo en “buen estado”, la pelota tiene menor fricción (f), menor coeficiente de restitución (e), mayor velocidad de salida y mayor pace (ver tablas 38 y 39), debido probablemente a que tienen menos irregularidades y/o una menor presencia de contaminantes, permitiendo que salga significativamente a mayor velocidad que en los considerados en “mal estado” (tabla 39). De igual forma se han obtenido resultados análogos, a excepción del coeficiente de restitución (e), tras analizar el **bote angulado de la pelota en la pared** (ver tablas 38 y 39), lo que parece indicar que las paredes de los trinquetes en “buen estado” tienen menos irregularidades. En *pilota valenciana*, no constan estudios que investiguen sobre esta variable, de modo que podrían determinarse los rangos numéricos obtenidos en este trabajo como especificaciones de norma. Así, los requisitos para pavimentos serían: f = 0.140 – 0.202, e = 0.59 – 0.63, velocidad de salida = 14.5 – 15.6 (m/s) y pace = 80 - 86; y para las paredes: f = 0.130 – 0.187, velocidad de salida = 15.1 – 16.2 (m/s) y pace = 81 – 87.

Con los resultados obtenidos en el estudio mecánico de los trinquetes, se ha podido establecer una serie de **rangos** que sirven para definir los trinquetes de buena calidad (tabla 40). Este hallazgo es uno de los más relevantes de esta Tesis Doctoral, pues este deporte carece de una normativa propia para analizar las características de las superficies de juego (paredes y pavimento). De forma que, a partir de estos resultados se podrían establecer los criterios para una **normativa de análisis de trinquetes de *pilota valenciana***, que incluiría tanto la metodología de ensayo necesaria para evaluar la instalación, como los rangos que definen la calidad para cada variable de estudio.

A continuación, en la tabla 41 se ofrece a modo de **resumen** los requisitos mecánicos que podrían incluirse en una futura norma de trinquetes de *pilota valenciana*.

Tabla 41. Requisitos mecánicos para una futura norma de trinquetes de *pilota valenciana*.

VARIABLES MECÁNICAS		Requisitos mecánicos
Coeficiente de fricción rotacional del pavimento		0.67 – 0.84
Coeficiente de fricción longitudinal del pavimento		¿?*
Altura vertical del primer bote		0.943 m \pm 0.053
SUELO	f	0.140 – 0.202
	e	0.59 – 0.63
	Velocidad de salida	14.5 – 15.6 (m/s)
	Pace	80 - 86
PAREDES	f	0.130 – 0.187
	Velocidad de salida	15.1 – 16.2 (m/s)
	Pace	81 - 87

*Los resultados no han sido concluyentes.

7. CONCLUSIONES

En el siguiente apartado se presentan las conclusiones de la presente Tesis Doctoral, ordenadas según la clase de aportación con que contribuyen al conocimiento sobre el objeto de estudio. De este modo, las conclusiones se dividen en tres apartados.

- 7.1. Conclusiones metodológicas: destacando aquellos métodos empleados que representan un avance en la forma de estudio.
- 7.2. Conclusiones derivadas de los resultados: se destacan los hallazgos más importantes y sus implicaciones prácticas, respecto a los objetivos de la Tesis Doctoral.
- 7.3. Futuras líneas de investigación: sugieren el tema de estudio para futuros trabajos de investigación relacionados con aspectos novedosos que han surgido a lo largo de éste y no han podido ser resueltos.

7.1. CONCLUSIONES METODOLÓGICAS

Dos son las conclusiones de carácter metodológico más destacables:

- Se ha aplicado parcialmente la metodología DOU al estudio de los trinquetes de *pilota valenciana*. Demostrando que, junto con los grupos de discusión, permite conocer cuáles son los criterios de diseño que debe poseer un trinquete de *pilota* para cumplir con las preferencias expresadas por los jugadores.
- Se ha desarrollado una metodología, procedimiento de ensayo y puesta a punto de diferente instrumental para analizar las características mecánicas de los trinquetes de *pilota valenciana*.

7.2. CONCLUSIONES DERIVADAS DE LOS RESULTADOS

7.2.1. EN RELACIÓN A LAS MOLESTIAS CORPORALES DE LOS *PILOTARIS*

Se destacan siete conclusiones:

- Existe una altísima incidencia de jugadores afectados por molestias debido a la práctica de *pilota*, y además, la mayoría debe cesar su práctica debido a éstas.
- Las zonas corporales más afectadas por las molestias son las implicadas en los segmentos de la cadena cinética de golpeo: mano, codo y hombro.
- El miembro inferior registra una incidencia elevada de molestias, destacando las localizadas en el tobillo y la rodilla.

- Los tipos de dolencia de mayor incidencia son las articulares y ligamentosas.
- Por posición de juego los *mitgers* suelen estar más expuestos a las molestias.
- Por modalidades, la *escala i corda* es más lesiva que el *raspall*.
- Por nivel de juego, se han registrado significativamente más molestias en jugadores profesionales que en aficionados.

7.2.2. EN RELACIÓN AL ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE TRINQUETES

El estudio horizontal con jugadores de *pilota* ha contribuido a conocer las opiniones de este colectivo respecto a las características que deben reunir los trinquetes. A continuación, se muestran las tres conclusiones más relevantes de este estudio:

- Se ha observado que existe un grupo de trinquetes bastante deteriorado, lo cual pone de manifiesto la necesidad de promover actuaciones para su remodelación, reforma y actualización.
- Los motivos por los que los pelotaris han designado los trinquetes para formar parte del grupo “en buen estado” son: (1) la pelota no “miente” y “escupe” correctamente; (2) el pavimento es uniforme y permite un correcto bote y rodadura de la pelota; (3) construidos con loseta de Monóvar y con buen mantenimiento.
- Las propuestas de mejora se han centrado en: (1) aumentar la intensidad de luz y colocar los focos enfocando las murallas y el techo; (2) sugerencias de diseño y construcción del techo, las galerías, el *tamborí* y la *escala*; (3) reformas y acondicionamiento de los espacios auxiliares; (4) estandarización de las medidas y colocación de gradas para aumentar el aforo; (5) cambio de color en paredes y pavimento.

7.2.3. EN RELACIÓN AL ESTUDIO MECÁNICO DE TRINQUETES

Se destacan cuatro conclusiones derivadas del estudio mecánico de trinquetes:

- Se han definido los valores mecánicos que debe cumplir un trinquete para ser catalogado de “calidad” en cuanto a: bote vertical de pelota, bote angulado (en el suelo y en la pared) y fricción rotacional.
- Se ha comprobado mecánicamente que en los trinquetes considerados como “buenos”, la pelota bota más alto y sale más rápida en el suelo y en la pared tras el contacto.
- Existe un menor agarre de la zapatilla tanto en el sentido longitudinal como en el rotacional en los trinquetes considerados como “buenos”.

- Se han establecido las bases para crear una futura normativa de trinquetes de *pilota valenciana*.

7.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Tras analizar las conclusiones obtenidas en esta Tesis Doctoral y su discusión, han surgido una serie de cuestiones que podrían ser motivo de estudio en futuras investigaciones y contribuirían a dilucidar algunas cuestiones importantes. En este sentido, se sugieren cuatro:

- Estudios donde se analice la biomecánica de la técnica de la *pilota*, con el objetivo de determinar patrones técnicos eficaces y seguros que minimicen el alto índice de dolencias que sufren los jugadores.
- Estudios sobre calzado específico para la práctica de *pilota*, que maximice el rendimiento y minimice las dolencias y lesiones.
- Analizar nuevos pavimentos para los trinquetes de *pilota*, para evitar las dolencias y lesiones como consecuencia de un déficit de amortiguación y fricción de los actuales.
- Proseguir con estudios que conduzcan a establecer una normativa específica de trinquetes teniendo en cuenta los resultados obtenidos en esta Tesis Doctoral.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. BIBLIOGRAFÍA CITADA

Andreasson, G. y Olofsson, B. (1983). Surface and shoe deformation in sport activity and injuries. En B.M. Nigg y B.A. Kerr, (Eds.), *Biomechanical Aspects of Sport Shoes and Playing Surfaces*. University printing, Calgary. 51-61.

Andreasson, G.; Lindenberger, U.; Redstrom, P. y Peterson, L. (1986). Torque developed at simulated sliding between sport shoes and an artificial turf. *American Journal of Sports Medicine*, Vol. 14, N. 3.

Baker, S.W. (1990). Standards for the playing quality of artificial turf for association football. En R.C. Schmidt; E.F. Hoerner; E.M. Milner y C.A. Morehouse (Eds.), *Natural and artificial playing fields: characteristics and safety features ASTM STP 1703*. 48-60.

Balmaseda, M. (2010). *Entrenamiento Deportivo. Una Disciplina Científica*. Wanceulen. Sevilla.

Baroud, G.; Nigg, B.M. y Stefanyshyn, D. (1999). Energy storage and return in sports surface. *Sports Engineering* 2, 173-180.

Baudet, J. y Laporte, G. (1994). El Clavo (Itzia) en su aspecto quirúrgico. En *I Congreso Internacional de Medicina Deportiva orientada hacia la Pelota Vasca*. San Juan de Luz.

Besser, M.; Marpet, M. y Meddoff, H. (2008). Barefoot-pedestrian tribometry: in vivo method of measurement of available friction between the human heel and the walkway. *Health*. 46 (1).

Brizuela, G. (1996). Aportaciones al diseño de calzado para la práctica de baloncesto: análisis biomecánico de la influencia del calzado sobre el salto vertical y sobre el rendimiento. *Tesis Doctoral*. Valencia: Universitat de València.

Brizuela, G. y Llana, S. (1987). *Herramientas y técnicas para el análisis biomecánico. El análisis de la práctica deportiva; una visión multidisciplinar*. Promolibro. Valencia.

- Bompa, T. O. y Haff, G.G. (2009). *Periodization. Theory and methodology of training*. Human Kinetics.
- Caine, D.J.; Caine, C.G. y Lindner K.J. (1996). Epidemiology of Sports Injuries. En *Human Kinetics*. Champaign.
- Canaway, P.M. y Bell, M.J. (1986). An apparatus for measuring traction and friction on natural and artificial playing surfaces. *J. Sports Turf Res. Inst*, 62, 211-214.
- Cavanagh, P.R. y Lafortune, M.A. (1980). Ground reaction forces in distance running. *Journal of Biomechanics*, 13, 397-406.
- Cham, R. y Redfern, M.S. (2002). Changes in gait when anticipating slippery floors. *Gait Posture*. 15 (2): 159-71.
- Clarke, T.E.; Frederick, E.C. y Cooper, L. B. (1983 a). Biomechanical measurement of running shoe cushioning properties. En B.M. Nigg y B.A. Kerr, (Eds.), *Biomechanical aspects of sport shoes and playing surfaces*. University Printing, Calgary. 25-33.
- Clarke, T.E.; Frederick, E.C. y Cooper, L. B. (1983 b). Effects of shoe cushioning upon ground reaction forces in running. *International Journal of Sports Medicine*. 4: 247-251.
- Cohen, H. y Compton, D.M. (1982). Fall accident patterns: characterization of most frequent work surface-related injuries. *Professional safety*, 27, 16-35.
- Conca, M. y Pérez, V. (1999). Joc popular i tradicional valencià: la Pilota Valenciana. En M. Villamón (Ed.). *Formación de los maestros especialistas en E. Física*. Generalitat Valenciana. Valencia. 187-215.
- Conca, M.; García, G.; Gimeno, T.; Llopis, F.; Naya, J. y Pérez, V. (2003). *La Pilota Valenciana, Unitat didáctica*. Generalitat Valenciana. Valencia.
- Cosca, D.D. y Navazio, F. (2007). Common problems in endurance athletes. *Am. Fam. Physician*. 15; 76 (2): 237-44.
- Cross, R. (2002). Grip-slip behavior of a bouncing ball. *American-Journal-of-Physics*. Nov. 70(11): 1093-102.

- Denoth, J. y Nigg, B.M. (1981). The influence of various sport floors on the load on the lower extremities. Biomechanics VII. A. Morecki, K. Fidelus, K. Kedzior and A. Wit (eds). *University Park Press*, Baltimore: 100-105.
- Durá, J.V. (1997). Pavimentos deportivos de madera y biomecánica. *Revista AITIM. Boletín técnico*, 190, pp 37-42.
- Durá, J.V. (1999). Análisis biomecánico de los pavimentos deportivos y protocolización de ensayos para su evaluación. *Tesis Doctoral*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Durá, J.V.; Alcántara, E.; Rosa, D.; Gámez, J. y González, J.C. (2006). Biomechanical aspects of playing surfaces and shoe-surface-interaction. En *INTERNATIONAL CONGRESS Biomedical Engineering in Exercise and Sports*.
- Durá, J.V.; Gil, S.; Ramiro, J. y Vera, P. (1996). *Los pavimentos deportivos en España. Servicio de asesoramiento y ensayo*. Madrid: Consejo Superior de Deportes.
- Durá, J.V.; Hoyos, J.V.; Lozano, L. y Martínez A. (1999). The effect of shock absorbing sports surfaces in jumping. *Sports Engineering* 2, pp 103-108.
- Ekstrand, J. y Nigg, B.M. (1989). Surface-related injuries in soccer. *Sports Med.* Jul; 8 (1): 56-62.
- Federació de Pilota Valenciana [1986]. *El joc de pilota valenciana*.
- Frederick, E.C. y Himmelsbach, J.A. (1995). Biomechanics of courts sports. *Proceedings of the Ninth Biomechanics Seminar*. pp 1-19. Göteborg. Sweden.
- Fritz, M. y Peikemkamp, K. (2003). Simulation of the influence of sports surfaces on vertical ground reaction forces during landing. *Med Biol Eng Comput.* Jan; 41 (1): 11-7.
- Gámez, J. (2008). Diseño de un guante de protección para pelota vasca, atendiendo a criterios biomecánicos, mecánicos y de rendimiento deportivo. *Tesis doctoral*. Valencia: Universitat de València.
- Gámez, J. y Alcántara, E. (2006). Estudio de la *Pilota Valenciana*. Instituto de Biomecánica de Valencia.

- Gámez, J.; Montaner, A.; Astorgano, A. y Alcántara, E. (2004). Estudio epidemiológico en pelota vasca. En J. Campos (Coord.), *III Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. Hacia la convergencia europea*. FCCAFE. Universitat de Valencia.
- Gámez, J.; Rosa, D.; Alcántara, E.; Montaner, A.; (2005). Puesta a punto de un procedimiento de ensayo para la caracterización de trinquetes de “Pilota Valenciana”. Comunicación oral. *II Congreso de Gestión del Deporte*. Valencia.
- Gao, C.; Oksa, J.; Rintamäki, H. y Holmer, I. (2008). Gait muscle activity during walking on an inclined icy surface. *Ind Health Jan*; 46 (1) :15-22.
- Generalitat Valenciana (2000). ORDEN de 2 de marzo de 2.000, de la Conselleria de Cultura, Educación y Ciencia por la que se modifica el apartado primero de la orden del 15 de mayo de 1992 por la que se aprueba los programas de necesidades para la redacción de proyectos de construcción de centros de Educación Infantil, Infantil y Primaria, Educación Secundaria Obligatoria y Educación Secundaria Completa, de titularidad de la Generalitat Valenciana DOGV nº 3.703.
- Gutiérrez, M. (1999). *Biomecánica deportiva*. Madrid: Síntesis.
- Hackney, R.G. (1994). Nature, prevention, and management of injury in sport. (ABC of Sports Medicine). *British Medical Journal*, 308 (6940): 1356-1360.
- Hamill, J.; Bates, B.T. y Knutzen, K.M. (1983). Variations in ground reaction force parameters at different running speed. *Hum Mov Sci*; 2: 47-56.
- Himmelsbach, J.A. y Shorten, M.R. (2003). Playground Surfaces and Playground Injuries A Review. En B.M. Nigg, G.K. Cole, D.J. Stefanyshyn (Eds.), *Sports Surfaces: (pp71-88)* Calgary: University of Calgary.
- Junge, A.; Chomiak, J. y Dvorak, J. (2000). Incidence of Football Injuries in Youth Players. *The American Journal of Sports Medicine* 28:S.
- Kim, I.J. y Nagata, H. (2008). Research on slip resistance measurements--a new challenge. *Ind Health*. Jan; 46 (1): 66-76.
- Kim, S. y Lockhart, T.E. (2008). The effects of 10% front load carriage on the likelihood of slips and. *Ind Health*. Jan; 46 (1): 32.

- Lambson, R.B.; Barnhill, B.S. y Higgins, R.W. (1996). Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries: A three-year prospective study. *Am. J. Sports Med.* 24, 155-159.
- Laporte, G. (1996). La Patología de la Mano del Pelotari. En *Lesiones de la mano del deportista*, Vol. 1, Ed. Fison Roche, 85-96. París.
- Larumbe, F. (1991). Resumen histórico. En *Pelota*. Comité Olímpico Español y Federación Española de Pelota. España.
- Letamendía, A. (1993). *El dedo blanco del pelotari*. Fundación Kutxa. San Sebastián.
- Letamendía, A. (1995). *El pelotari y sus manos*. Ikastolen Elkarte.
- Li, K.W.; Yu, R.F. y Han, X.L. (2007). Physiological and psychophysical responses in handling maximum acceptable weights under different footwear-floor friction conditions. *Appl Ergon.* May; 38 (3): 259-65.
- Light, L.H. y McLellan, G.E. (1977). Skeletal transient associated on heel strike. En *J. Physiol.* 272: 7-10.
- Light, L.H.; McLellan, G.E. y Klenerman, L. (1980). Skeletal transients on heel strike in normal walking with different footwear. En *J. Biomechanics.* 13: 477-480.
- Llana, S. (1998). Análisis del calzado técnico de tenis atendiendo a criterios epidemiológicos de confort y biomecánicos. *Tesis Doctoral*. Valencia: Universitat de València.
- Llana, S.; Brizuela, G.; Durá, J.V. y García, A.C. (2002). A study of the discomfort associated with tennis shoes. *J Sports Sci.* 20 (9): 671-9.
- Llopis, F. (1999). *El joc de Pilota Valenciana*. Carena. Valencia.
- Luttgens, K. y Wells, K.F. (1982). *Kinesiologia. Bases científicas del movimiento humano*. Madrid: Saunders College Publishing.
- Matveev, L. (2001), *Teoría general del entranamiento deportivo*. Paidotribo. Barcelona.
- McMahon, T.A. y Greene, P.R. (1979). The influence of track compliance on running. *Journal of Biomechanics*, 12 (12), 893-904.

- McGrath, A. y Ozanne, J. (1997). Heading injuries out of soccer: a review of the literature. *Accident Research Centre*, 125. Monash University.
- Milburn, P.D. y Barry, E.B. (1998). Shoe-surface interaction and the reduction of injury in rugby union. *Sports Medicine*, 25 (5): 319-27.
- Millo, Ll. (1976). *El trinquet*. Prometeo. Valencia.
- Moreno, C. (1992). *Juegos y deportes tradicionales en España*. Alianza y CSD. Madrid. 178-179.
- Mothadi, N. y Poole, A. (1996). Racquet Sports. En *Epidemiology of Sport Injuries*. *Human Kinetics*. Champaign. 301-311.
- Newton, R.; Doan, B.; Meese, M.; Conroy, B.; Black, K.; Sebastianelli, W. y Kramer W. (2002). Interaction of wrestling shoe and competition surface: effects on coefficient of friction with implications for injury. *Sports biomechanics* (Edinburgh), July 1 (2). p. 157-166.
- Nieto, M; Durá, J; García, A. y Martínez, A (2001) Prevención de lesiones en atletismo en base al estudio de la relación entre la opinión de los atletas y los ensayos de la normativa IAAF. *Selección* 9 (1): 13-22.
- Nigg, B.M. (1985). Biomechanics, load analysis and sports injuries in the lower extremities. *Sports Med*. 1985 Sep-Oct; 2 (5): 367-79.
- Nigg, B.M. (1990). The validity and relevance of tests used for the assessment of sports surfaces. *Med Sci Sports Exerc*. Feb; 22 (1): 131-9.
- Nigg, B.M.; Herzog, W. y Read, LJ. (1988). Effect of viscoelastic shoe insoles on vertical impact forces in heel-toe running. *Am J Sports Med*. Jan-Feb; 16 (1): 70-6.
- Nigg, B.M. y Segesser, B. (1988). The influence of playing surfaces on the load on the locomotor system and on football and tennis injuries. *Sports Med*. Jun; 5 (6): 375-85.
- Nigg, B.M. y Yeadon, M.R. (1987). Biomechanical aspects of playing surfaces. *J Sports Sci*. Summer; 5 (2): 117-45.
- Nigg, B.M.; Denoth, J.; Kerr, B.; Luethi, S.; Smith, D. y Stacoff, A. (1984). Load sport shoes and playing surface. *Sport Shoes and Playing Surfaces*. E.C. Frederick (ed). *Human Kinetics Publishers*, Champaign, Illinois: 1-23.

- Olaso, S. (1994). El joc de la pilota en la Comunitat Valenciana. *Tesis doctoral*. Universitat de Barcelona. Barcelona.
- Olsen, O.E.; Myklebust, G.; Engebretsen, L.; Holme, I. y Bahr, R. (2003). Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* (Copenhagen), 13 (5): 299-304.
- Page, A.; Porcar, R.; Such, M.J.; Solaz, J. y Blasco, V. (2001). *Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario*. Martin Impresores, Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Pasanen, K.; Parkkari, J.; Rossi, L. y Kannus, P. (2008). Artificial playing surface increases the injury risk in pivoting indoor sports: a prospective one-season follow-up study in Finnish female floorball. *Br J Sports Med*. 42 (3): 194-7.
- Pérez, P. (2001). Revisión de césped artificial. Manuscrito no publicado.
- Pérez, P. (2004). Análisis de los parámetros biomecánicos durante la recepción en colchonetas y su influencia en los mecanismos de lesión en gimnasia deportiva. *Tesis doctoral*. Valencia: Universitat de València.
- Pérez, P.; Llana, S. y Alcántara, E. (2008). Test mecánicos versus biomecánicos para simular impactos en gimnasia. *Archivos de medicina del deporte*. Vol. XXV (123): 435 – 441.
- Platonov, V. (2002). *Teoría General del Entrenamiento Deportivo Olímpico*. Paidotribo. Barcelona.
- Redfern, M.S. y Bkswick, D. (1997). Slips, trips and falls. En M. Nordin, G. Andersson y M. Pope (eds), *Muskuloskeletal Disorders in the Workplace*. St. Louis: Moseby-Year Book, 152-166.
- Renström, A.F. (1995). Knee pain in tennis players. *Clin Sports Med*. 1995 Jan; 14 (1): 163-75.
- Soldado, A. (1999). *Joc de pilota. Historia de un deporte valenciano*. Diputació de València. Valencia.

- Soler, S.; Navarro, R. y Brizuela, G. (2001) Análisis biomecánico del juego de Pilota Valenciana: diferencias en la velocidad de salida de la pelota en dos tipos de saque de la modalidad de raspall. En J. Campos, S. Llana y R. Aranda (Ed.), *Nuevas Aportaciones al estudio de la actividad física y el deporte. Vol II*. FCAFE. Universitat de Valencia. 305-310.
- Stiles, V.H. y Dixon, S.J. (2006). The influence of different playing surfaces on the biomechanics of a tennis running forehand foot plant. *J Appl Biomech*. Feb; 22 (1): 14-24.
- Stuke, H.; Baudzus, W. y Baumann, W. (1984). On friction characteristics of playing surfaces. En Frederick, E.C. (Ed.), *Sport shoes and playing surfaces. Human Kinetics*. Champaign. 87-97.
- Thiess, G.; Tschiene, P. y Nickel, H. (2004). Teoría y metodología de la competición deportiva. Paidotribo. Barcelona.
- Thorpe, J.D. y Canaway, P.M. (1986). The performance of tennis court surfaces I. General principles and test methods. *Journal Sports Turf Res. Inst.* 62 : 92-100.
- Torg, J.S.; Quedenfeld, T. y Landau, S. (1974). The shoe-surface interface and its relationship to football knee injuries. *J. Sports Med.* 2 (5): 261-269.
- Twizere (2004). Epidemiology of soccer injuries in Rwanda. Tesis no publicada.
- Van Gheluwe, B. y Deporte, E. (1992). Friction measurement in tennis on the field and in the laboratory. Mesure des frictions des chaussures de tennis sur le terrain et en laboratoire. *International journal of sport biomechanics* (Champaign, Ill.), Feb: 8 (1): 48-61.
- Vera, P.; Hoyos, J.V. y Nieto, J. (1985). *Biomecánica del aparato locomotor*. Martin Impresores. Instituto de Biomecánica de Valencia.
- Vilalta, S. (1986). *Estudi tipològic i catàleg dels trinquets*. Conselleria de Cultura, Educació i Ciència. Valencia.
- Winterbottom, W. (1985). Artificial grass surfaces for association football report and recommendations. *The Football Association/The Sports Council*.

8.2. NORMATIVA CITADA

EN 12193: 1999. *Iluminación. Iluminación de instalaciones deportivas.*

EN 12234: 2002 – *Superficies para áreas deportivas. Determinación del comportamiento a la rodadura del balón.*

EN 12235: 2004/ AC: 2006 – *Determinación del comportamiento vertical de una pelota o balón.*

EN 13865: 2006 – *Determinación del comportamiento del rebote angular de la pelota. Tenis.*

FIFA (2009). *Handbook of Test Methods for Football Turf.*

UNE 41958: 2000 IN – *Pavimentos deportivos.*

UNE-EN 13036-4: 2004 – *Características superficiales de carreteras y superficies aeroportuarias. Métodos de ensayo. Parte 4: Método para medir la resistencia al deslizamiento/derrape de una superficie. Ensayo del péndulo.*

UNE-EN 14808: 2006 – *Determinación de absorción de impacto.*

UNE-EN 14904: 2006 – *Superficies deportivas. Suelos multideportivos de interior. Especificación.*

9. ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA UTILIZADA EN EL ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIÓN DE MOLESTIAS CORPORALES

ESTUDIO DE PERCEPCIÓN DE MOLESTIAS CORPORALES EN JUGADORES DE PILOTA VALENCIANA

Grupo de Biomecánica Deportiva. Sección MTYEQU. CÓDIGO N°: _____

Este cuestionario es de carácter estrictamente CONFIDENCIAL. Sus datos únicamente se utilizarán como parte de un análisis estadístico con una muestra de población amplia, en ningún caso se hará referencia a los datos de un cuestionario aislado.

1. DATOS PERSONALES

- NOMBRE Y APELLIDOS _____
- Edad: _____ Peso: _____ Estatura: _____ Sexo: # Hombre # Mujer

- ¿En que CATEGORÍA has jugado durante el último año?
Profesional # Aficionado

- ¿Cuántos años hace que practicas Pelota valenciana? ____

- ¿Cuántas horas semanales has dedicado durante el último año a practicar Pelota Valenciana? ____

- ¿Cuántas horas semanales has dedicado durante el último año a la preparación física para practicar Pelota Valenciana? ____

- ¿Cuántas partidas y minutos por partida aproximadamente has jugado a la semana?
Partidas a la semana _____ Minutos por partida _____

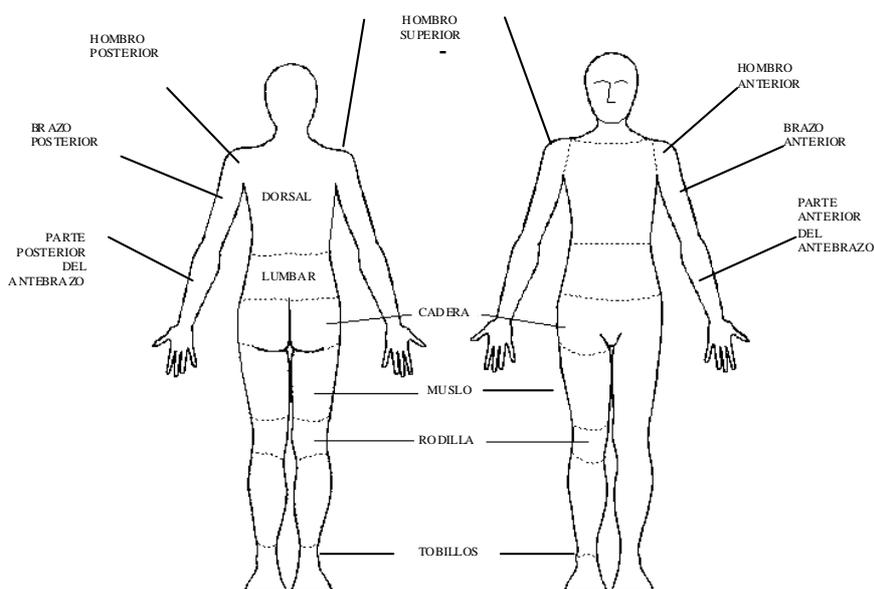
- ¿Qué modalidad practicas habitualmente?
Escala i corda # Raspall # Frontó # Otras: _____

- Indica la posición en la que habitualmente juegas:
Resto # Mitjer # Punter

1. DATOS EPIDEMIOLÓGICOS

- En la actualidad durante el entrenamiento o la competición te duele o tienes molestias en alguna parte del cuerpo: # Si # No

En caso afirmativo. SEÑALA EN QUÉ PARTES DEL CUERPO NOTAS LAS MOLESTIAS.



En cuanto a los dolores que notas:

LESIÓN 1

- Lugar de la dolencia o molestia: _____
- Nombre de la dolencia o molestia si la tuviese: _____
- CUANDO NOTAS LA MOLESTIA (puedes marcar más de una):
 - # Solo en competición.
 - # En competición y entrenamiento, durante toda la temporada.
 - # En competición y entrenamiento, al principio de la temporada.
 - # En competición y entrenamiento, al final de la temporada.
 - # Siempre, incluso cuando no juego.

- Si existe molestia, LA INTENSIDAD DEL DOLOR ES:
 - # Leve.
 - # Molesta, pero se puede aguantar.
 - # Muy molesta, pero practico deporte igualmente.
 - # Excesivamente molesta, tengo que dejar de practicar deporte.

LESIÓN 2

- Lugar de la dolencia o molestia: _____
- Nombre de la dolencia o molestia si la tuviese: _____
- CUANDO NOTAS LA MOLESTIA (puedes marcar más de una):
 - # Solo en competición.
 - # En competición y entrenamiento, durante toda la temporada.
 - # En competición y entrenamiento, al principio de la temporada.
 - # En competición y entrenamientos, al final de la temporada.
 - # Siempre, incluso cuando no juego.
- Si existe molestia, LA INTENSIDAD DEL DOLOR ES:
 - # Leve.
 - # Molesta, pero se puede aguantar.
 - # Muy molesta, pero practico deporte igualmente.
 - # Excesivamente molesta, tengo que dejar de practicar deporte.

LESIÓN 3

- Lugar de la dolencia o molestia: _____
- Nombre de la dolencia o molestia si la tuviese: _____
- CUANDO NOTAS LA MOLESTIA (puedes marcar más de una):
 - # Sólo en competición.
 - # En competición y entrenamientos durante toda la temporada.
 - # En competición y entrenamientos al principio de la temporada.
 - # En competición y entrenamientos al final de la temporada.
 - # Siempre, incluso cuando no juego.
- Si existe molestia, LA INTENSIDAD DEL DOLOR ES:
 - # Leve.
 - # Molesta, pero se puede aguantar.
 - # Muy molesta, pero practico deporte igualmente.
 - # Excesivamente molesta, tengo que dejar de practicar deporte.

LESIÓN 4

- Lugar de la dolencia o molestia: _____
- Nombre de la dolencia o molestia si la tuviese: _____
- CUANDO NOTAS LA MOLESTIA (puedes marcar más de una):
 - # Sólo en competición.
 - # En competición y entrenamientos durante toda la temporada.
 - # En competición y entrenamientos al principio de la temporada.
 - # En competición y entrenamientos al final de la temporada.
 - # Siempre, incluso cuando no juego.
- Si existe molestia, LA INTENSIDAD DEL DOLOR ES:
 - # Leve.
 - # Molesta, pero se puede aguantar.
 - # Muy molesta, pero practico deporte igualmente.
 - # Excesivamente molesta, tengo que dejar de practicar deporte.

LESIÓN 5

- Lugar de la dolencia o molestia: _____
- Nombre de la dolencia o molestia si la tuviese: _____
- CUANDO NOTAS LA MOLESTIA (puedes marcar más de una):
 - # Sólo en competición.
 - # En competición y entrenamientos durante toda la temporada.
 - # En competición y entrenamientos al principio de la temporada.
 - # En competición y entrenamientos al final de la temporada.
 - # Siempre, incluso cuando no juego.
- Si existe molestia, LA INTENSIDAD DEL DOLOR ES:
 - # Leve.
 - # Molesta, pero se puede aguantar.
 - # Muy molesta, pero practico deporte igualmente.
 - # Excesivamente molesta, tengo que dejar de practicar deporte.

- De estas lesiones, SON ACTUALES:

#1 #2 #3 #4 #5 #.....

- TIEMPO LESIONADO (Impedir jugar):

#1..... #2..... #3..... #4..... #5..... #.....

ANEXO 2. CONSENTIMIENTO FIRMADO POR LOS *PILOTARIS*

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

Yo, **D./Dña.**.....con
D.N.I......, habiendo recibido información del **proyecto**: “*Estudio de la pilota valenciana*” desarrollado por el Instituto de Biomecánica de Valencia, en el que voy a prestar mi colaboración, realizando “*encuestas de opinión sobre trinquetes de pilota*”; y habiendo sido suficientemente **informado/a** de los objetivos del proyecto y uso que se le va a dar a la información obtenida.

Comprendo que mi participación es voluntaria, y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento. Por lo que doy libremente mi conformidad para:

SÍ NO

- Participar en el presente estudio.
- Registrar imágenes de mi participación en el estudio.
- Incluir las imágenes obtenidas en publicaciones de ámbito científico.
- Incluir los datos personales en un fichero automatizado propiedad del Instituto de Biomecánica de Valencia cuya finalidad es **la localización de personas que colaboren en la realización de estudios desarrollados por el IBV**. Los datos serán tratados conforme establece la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.

Fdo:.....

Fdo:

El participante, tutor o representante legal.

La persona que ha informado.

Valencia, a, de..... de 200

Podrá consultar, modificar o cancelar sus datos poniéndose en contacto con el personal del Diseño Orientado a las Personas (DOP) a través de los modos de contacto indicados en el encabezamiento.

ANEXO 3. GUIÓN UTILIZADO EN EL GRUPO DE DISCUSIÓN



CUESTIONES A PLANTEAR EN EL GRUPO DE DISCUSIÓN SOBRE LOS PAVIMENTOS Y LAS PAREDES DEL TRINQUETE

1. ¿Qué opinión te merecen los pavimentos utilizados tradicionalmente y en la actualidad para jugar a pelota?
2. ¿Cómo afecta el tipo de pavimento o pared al comportamiento de la pelota? ¿Qué ventajas e inconvenientes tienen los distintos tipos de suelos y paredes: rugosas, lisas, con aristas, etc.?
3. ¿Qué opinas y qué preferencias tienes sobre el color de los suelos y paredes?
4. ¿Cómo es y cómo debería ser el agarre del suelo de un trinquete: fricción, abrasión?
5. ¿Qué función tienen las escalas y cómo deben ser éstas para afectar positivamente al juego y mejorar el espectáculo?
6. ¿Has sufrido lesiones que pienses que pudieran estar relacionadas con la amortiguación del pavimento: rodillas, tobillos, espalda...?
7. ¿Es importante que la pelota ruede bien por el pavimento?
8. ¿Qué opinas sobre la rugosidad de los pavimentos? ¿Cómo es y cómo debería ser?
9. ¿Qué opinión te merece la dureza del suelo de los trinetes? ¿Es necesaria?
10. ¿Es importante a vuestro entender el sonido de la pelota al contactar con el suelo y con las paredes? ¿Cuales son vuestras preferencias sobre este aspecto?
11. ¿Qué preferencias tenéis en relación a la acústica de las instalaciones: ecos, efectos?
12. ¿Cómo te gusta que sea la iluminación de la instalación para jugar partidas? ¿y para entrenar?
13. ¿Cómo es la homogeneidad pavimentos y paredes?
14. ¿Qué preferencias tenéis en relación al diseño de las esquinas de los trinetes donde puede golpear la pelota: en ángulo recto, curvas cóncavas, convexas?

ANEXO 4. ENCUESTA UTILIZADA EN EL ESTUDIO HORIZONTAL DE OPINIÓN DE TRINQUETES



INSTITUTO DE
BIOMECÁNICA
DE VALENCIA

ESTUDIO SOBRE TRINQUETES VALENCIANOS. ENCUESTA PARA JUGADORES

CÓDIGO Nº:

J+nº código trinquete+ nº encuesta

Este cuestionario es de carácter estrictamente CONFIDENCIAL. Sus datos únicamente se utilizarán como parte de un análisis estadístico con una muestra de población amplia, en ningún caso se hará referencia a los datos de un cuestionario aislado.

PREGUNTAS GENERALES RELATIVAS AL ENCUESTADO

1. EDAD: PESO: ESTATURA:
2. POSICIÓN DE JUEGO: Resto Mitger Punter
3. NIVEL DEPORTIVO: Aficionado Profesional
4. NÚMERO DE TRINQUETES A LOS QUE ACUDES A JUGAR NORMALMENTE:
5. ¿CON QUÉ FRECUENCIA PRACTICAS PARTIDAS EN ESTE TRINQUETE?
- Menos de 1 vez al mes 1-3 veces al mes 1-2 veces a la semana 3 o más veces semana
6. MODALIDADES QUE PRACTICAS EN EL TRINQUETE: Escala i corda Raspall Galotxa
- Otras:

ESTADO DEL TRINQUETE

7. DA TU OPINIÓN SOBRE EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE: (Con una escala de 1 a 5 donde 1 es muy malo y 5 muy bueno)

Elemento		Opinión						
PAREDES	MURALLA	Muy malo	1	2	3	4	5	Muy bueno
	REBOTE DEL RESTO	Muy malo	1	2	3	4	5	Muy bueno
	REBOTE DEL DAU	Muy malo	1	2	3	4	5	Muy bueno
	ESCALA	Muy malo	1	2	3	4	5	Muy bueno
	SUELO	Muy malo	1	2	3	4	5	Muy bueno
	GALERÍAS	Muy malo	1	2	3	4	5	Muy bueno

A continuación vamos a hablar de las PAREDES

8. ¿TE GUSTA EL MATERIAL DE LAS PAREDES? No Sí No es un aspecto importante

9. VALORA COMO “MIENTEN” LOS SIGUIENTES ELEMENTOS: (Con una escala de 1 a 5 donde 1 es nunca y 5 siempre)

Elemento		Opinión							
PAREDES	MURALLA	NUNCA	1	2	3	4	5	SIEMPRE	
	REBOTE DEL RESTO	NUNCA	1	2	3	4	5	SIEMPRE	
REBOTE DEL DAU	NUNCA	1	2	3	4	5	SIEMPRE		
CARETA	NUNCA	1	2	3	4	5	SIEMPRE		

10. VALORA CÓMO “ESCUPEN” LOS SIGUIENTES ELEMENTOS:

Elemento		Opinión					¿Cómo te gustaría?					
PAREDES	MURALLA	POCO	1	2	3	4	5	MUCHO	Menos	Igual	Más	
	REBOTE DEL RESTO	POCO	1	2	3	4	5	MUCHO	Menos	Igual	Más	
REBOTE DEL DAU	POCO	1	2	3	4	5	MUCHO	Menos	Igual	Más		
CARETA	POCO	1	2	3	4	5	MUCHO	Menos	Igual	Más		

11. ¿CÓMO ES LA VISIBILIDAD DE LA PELOTA EN ESTOS ELEMENTOS?

Elemento		Opinión							
PAREDES	MURALLA	Muy mala	1	2	3	4	5	Muy buena	
	REBOTE DEL RESTO	Muy mala	1	2	3	4	5	Muy buena	
REBOTE DEL DAU	Muy mala	1	2	3	4	5	Muy buena		
CARETA	Muy mala	1	2	3	4	5	Muy buena		

A continuación vamos a hablar de la ILUMINACIÓN

SI EL TRINQUETE TIENE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL (si NO tiene iluminación artificial pasar a 14)

12. DA TU OPINIÓN ACERCA DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN ARTIFICIAL DEL TRINQUETE:

Insuficiente Adecuada Excesiva

13. ¿LOS FOCOS DESLUMBRAN?

Nada 1 2 3 4 5 Totalmente

14. ¿EXISTEN ÁNGULOS O PUNTOS MUERTOS (no iluminados) EN EL TRINQUETE? (PREGUNTAR SIEMPRE)

No Sí ¿DÓNDE?

15. ¿LA PELOTA SE PIERDE DE VISTA EN ALGÚN MOMENTO DEL VUELO?

No Sí ¿DÓNDE?

A continuación vamos a hablar del SUELO

16. VALORA LA UNIFORMIDAD DEL SUELO:

Nada homogéneo 1 2 3 4 5 Muy homogéneo

17. VALORA LOS SIGUIENTES ASPECTOS DEL PAVIMENTO: (Con una escala de 1 a 5 donde 1 es poco y 5 mucho)

Aspecto	Opinión					¿Cómo te gustaría?				
DUREZA	POCA	1	2	3	4	5	MUCHA	Menos	Igual	Más
										
AMORTIGUACIÓN	POCA	1	2	3	4	5	MUCHA	Menos	Igual	Más
										
FRICCIÓN (agarre suelo-zapatilla)	POCA	1	2	3	4	5	MUCHA	Menos	Igual	Más
										
BOTE DE LA PELOTA	POCO	1	2	3	4	5	MUCHO	Menos	Igual	Más
										
RODADURA DE LA PELOTA	POCA	1	2	3	4	5	MUCHA	Menos	Igual	Más
										
ABRASIÓN (quemaduras en la piel)	POCA	1	2	3	4	5	MUCHA	Menos	Igual	Más
										
“ESCUPE” EL PAVIMENTO	POCO	1	2	3	4	5	MUCHO	Menos	Igual	Más
										

18. VALORACIÓN GENERAL DEL PAVIMENTO:

Muy malo 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Muy bueno

A continuación vamos a hablar del TECHO

[SI EL TRINQUETE TIENE TECHO CUBIERTO (si NO tiene techo pasar a GALERÍAS)]

19. DA TU OPINIÓN SOBRE EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL TECHO: (Con una escala de 1 a 5 donde 1 es muy malo y 5 muy bueno)

Muy malo 1 2 3 4 5 Muy bueno

20. ¿LA ALTURA ES ADECUADA?

Totalmente en desacuerdo

1	2	3	4	5

Totalmente de acuerdo

21. ¿CÓMO TE GUSTARÍA QUE FUERA LA ALTURA DEL TECHO?

Más baja Igual Más alta

22. ¿CÓMO TE GUSTARÍA QUE FUERA EL COLOR DEL TECHO?

Mucho más claro

1	2	3	4	5

Mucho más oscuro

23. VALORACIÓN GENERAL DEL TECHO:

Muy malo

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Muy bueno

A continuación vamos a hablar de las GALERÍAS

24. ¿CUÁNTAS PELOTAS DEVUELVEN LAS GALERÍAS?

Ninguna

1	2	3	4	5

Todas

A continuación vamos a hablar del SONIDO

25. EXPÓN TU OPINIÓN ACERCA DE LA ACÚSTICA DEL TRINQUETE

Muy mala

1	2	3	4	5

Muy buena

VALORACIÓN SUBJETIVA DEL TRINQUETE

26. ¿QUÉ TE PARECEN LOS ESPACIOS AUXILIARES (vestuarios, aseos...)?

Muy malos

1	2	3	4	5

Muy buenos

27. ESTÉTICAMENTE, ¿TE GUSTA ESTE TRINQUETE?

Nada

1	2	3	4	5

Me encanta

28. ¿CÓMO ESTÁ EL TRINQUETE EN CUANTO A LIMPIEZA E HIGIENE?

Muy sucio

1	2	3	4	5

Muy limpio

29. VALORACIÓN DEL RIESGO DE LESIÓN EN ESTE TRINQUETE:

Muy bajo

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Muy alto

--	--	--	--	--

30. VALORACIÓN GENERAL DEL TRINQUETE:

Muy malo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Muy bueno

PROPUESTAS DE MEJORA

31. ¿QUÉ TE PARECERÍA QUE SE ESTANDARIZARAN LAS MEDIDAS DE LOS TRINQUETES?

Muy mal	1	2	3	4	5	Muy bien

32. ¿QUÉ MEDIDAS CREES QUE SON LAS ÓPTIMAS?

ANCHO: LARGO: ALTO:

33. ¿CÓMO TE GUSTARÍA QUE FUERA LA UBICACIÓN DEL PÚBLICO EN EL TRINQUETE? (marcar varias si es necesario)

Como en Raspall Como en Escala i corda Sin gente bajo la cuerda
 Sin gente en la escala En gradas exteriores Otras:

34. ¿VALORA LA POSIBILIDAD DE INSTALAR GRADAS EN LOS TRINQUETES PARA AUMENTAR EL AFORO? (Con una escala de 1 a 5 donde 1 es muy mal y 5 muy bien)

Muy mal	1	2	3	4	5	Muy bien

35. ¿DÓNDE LAS COLOCARÍAS? (marcar varias si es necesario)

Detrás de la muralla de la escala (cristal) Detrás de la muralla (cristal)
 Detrás de ambas murallas (cristal) Detrás de todas las paredes (cristal)

Otras: **A continuación vamos a hablar de las PAREDES**

36. ¿QUÉ MATERIAL PREFIERES PARA LOS TAMBORINS?

Madera Sintético Hormigón Terrazo Me es indiferente

Otros:

37. ¿POR QUÉ PREFIERES ESE MATERIAL PARA LOS TAMBORINS?

Rebota más la pelota Rebota menos la pelota Otras:

