

## ANFIMUL. DISEÑO DE UNA MULETA ANFIBIA

*Ricard Barberà i Guillem; Fernando Gómez Sendra y Mario Comín Clavijo*  
Instituto de Biomecánica de Valencia

**EL INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA (IBV)**, CONTINUANDO CON SU COLABORACIÓN en el Plan de Playas Accesibles de la Comunidad Valenciana, ha desarrollado una muleta anfibia, que mejora el acceso a las playas y al baño a personas con movilidad reducida. El proyecto, promovido por la Dirección General de Integración Social de Discapacitados de la Generalitat Valenciana, ha contado con el patrocinio de BANCAIXA y la participación como fabricante de la empresa valenciana EMO, S.L.

### **ANFIMUL. Design of an amphibious crutch**

The Institute of Biomechanics of Valencia (IBV) continuing with its collaboration in the Beaches Accessibility Plan of the Valencian Community, has developed with the support of the General Direction of Social Integration of Disabled People of the Valencian Government, the sponsorship of Bancaixa and the valencian manufacturer EMO S.L., an **amphibious crutch** that improves the access to the beaches and bathe to people with reduced mobility.

### **INTRODUCCIÓN**

Las personas con discapacidades relacionadas con la movilidad personal, a la hora de acceder a las playas y tomar el baño encuentran barreras infranqueables. La mejora de la accesibilidad a las playas, acompañada del diseño de ayudas técnicas especiales, permite resolver esta problemática. El Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) desarrolló hace un año la silla anfibia "MARINA". Siguiendo este mismo camino, el IBV ha participado también en la tercera fase del Plan de Playas Accesibles de la Comunidad Valenciana con el desarrollo de una nueva ayuda técnica para la playa, una muleta anfibia.

La muleta anfibia (Figura 1) está especialmente pensada para facilitar a las personas con discapacidad o movilidad reducida el acceso a la playa y su entorno, permitiendo desplazarse con seguridad por la arena y facilitando las operaciones de entrada y salida del mar. Las principales características que la diferencian de una muleta convencional son: una mayor superficie de contacto para que no se clave en la arena, una elevada resistencia a la corrosión y cierta flotabilidad para que no se hunda en el agua, sin que llegue a dificultar su función de apoyo en el momento de entrar en el agua.

Junto a las muletas se han desarrollado dos soportes o perchas: uno para la arena de la playa, donde se encuentran disponibles las muletas, y otro flotante para dentro del mar. Los usuarios pueden acceder a las muletas y utilizarlas tanto para desplazarse por la arena como para entrar en el mar, donde se encuentra el soporte flotante sobre el que se puede dejar la muleta mientras se disfruta del baño.



Figura 1. Prototipo de las muletas y del soporte en el agua.

## > OBJETIVO Y COLABORACIONES

El proyecto, llevado a cabo por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), en colaboración con la Dirección General de Integración Social de Discapacitados de la Generalitat Valenciana, el patrocinio de Bancaixa y la participación como fabricante de la empresa valenciana Especialidades Médico-Ortopédicas, S.L. (EMO), tenía como objetivo el desarrollo de una muleta anfibia y un sistema de soportes para su sujeción que permitiera el uso de las muletas tanto en la arena como dentro del agua.

Para el correcto desarrollo del proyecto ha sido importante la amplia experiencia en el desarrollo y evaluación de ayudas técnicas para personas con discapacidad del personal de la sección de ayudas técnicas del IBV, así como la colaboración de la empresa valenciana EMO, S.L. La empresa posee demostrada experiencia en la fabricación y comercialización de ayudas técnicas.

## DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la concepción de la muleta anfibia se han seguido los siguientes pasos de trabajo:

1. Definición de requisitos
2. Diseño del producto
3. Ensayo y verificación del diseño
4. Construcción de prototipos preindustriales. Validación

### 1. Definición de requisitos

El objetivo de esta fase ha sido definir el producto a desarrollar, determinando quiénes van a ser los usuarios, qué necesidades debe cubrir y qué características debe poseer. Para ello se ha realizado una revisión del estado actual de la técnica, buscando modelos comerciales semejantes existentes en el mercado o en proyecto.

*Estado de la técnica.* En la actualidad existen soluciones específicas para el uso de muletas y bastones en condiciones especiales como la nieve, la montaña y la playa. Básicamente, la adaptación a los diferentes entornos se hace posible con un diseño específico de la contera. La contera es la pieza que se sitúa en el extremo inferior de la muleta. Es la parte que está en contacto directo con el suelo. Normalmente es de goma y suele llevar partes metálicas para aumentar su rigidez. Son objetivos principales de la contera: favorecer la absorción y amortiguación de impactos, proporcionar un agarre efectivo con el suelo durante la fase de apoyo para evitar deslizamientos y aportar una mayor estabilidad.

Existen diferentes diseños de conteras para diferentes entornos, desde conteras para caminar sobre hielo (Figura 2), accesorios que se acoplan a las conteras estándar, para la nieve o la arena de la playa, e incluso para la montaña.

Figura 2. Contera para hielo.



El diseño de la contera es clave en la adaptación de las muletas para entornos especiales, pero no es el único factor a tener en cuenta, el diseño de la estructura de la muleta, del mango, de la caña, la elección de los materiales, etc. para cada entorno específico, son esenciales para su adaptación y uso correcto.

A pesar de que actualmente existen nuevas muletas con diseños innovadores; con nuevos materiales, como fibra de carbono y composite; con propiedades específicas que amortiguan mejor los impactos en terrenos irregulares; con capacidad de almacenar la energía producida en la fase de apoyo y luego liberarla, no existen muletas con características específicas para la playa.

Con el análisis de la información recogida en esta etapa del proyecto se han marcado los requisitos esenciales de diseño que debe cumplir la muleta anfibia y el sistema de perchas.

Entre los requisitos para las perchas cabe destacar:

- Facilidad en la utilización. Tanto el acceso a las muletas de una manera sencilla e intuitiva por parte del usuario (en la arena o en el agua), como el fácil montaje/desmontaje y almacenado por parte del responsable del mantenimiento (cuidador).
- Resistencia adecuada a la corrosión.

Por su parte, los requisitos esenciales de las muletas anfibas son:

- Permitir un buen equilibrio durante la marcha sobre la arena y en las operaciones de entrada y de salida del agua.
- Flotabilidad adecuada, que impida su hundimiento pero que no dificulte el uso de la muleta en la entrada y salida del agua.
- Material adecuado para entorno de uso marino (alta corrosión y abrasión).
- Disponibilidad de varias tallas para adecuarse a los distintos usuarios y su fácil identificación.

### 2. Diseño del producto

En la fase de diseño se ha concretado e implementado las características y prestaciones requeridas a partir de la información obtenida en la fase previa.

A continuación se detallan los puntos clave de diseño de la muleta anfibia y del sistema de perchas.

En cuanto al diseño de la **muleta**, la característica más importante es la construcción de la estructura. Se ha realizado de una sola pieza, con tubo de aluminio doblado y lacado, y está completamente sellada para evitar zonas en las que se pueda introducir agua o arena, ya que dificultaría su limpieza y son posibles focos de corrosión. En las muletas convencionales el tubo de la caña y el tubo del brazo están unidos por el mango. Para evitar estas uniones, el mango se ha inyectado directamente sobre el tubo de la estructura, haciendo una pieza compacta y totalmente estanca. El mango tiene forma ergonómica para una mejor adaptación a la anatomía de la mano.

El extremo superior de la muleta está definido por la abrazadera, que va unida a la estructura a presión, evitando cualquier intrusión dentro de la muleta. El mango y la abrazadera están fabricados en plástico.

La compactación de la muleta no permite el ajuste personal para diferentes tallas, por lo que fue necesario definir tres tallas, y para identificarlas más fácilmente se les ha asignado un color específico a cada una. La talla más pequeña es de color amarillo y va dirigida a personas con una altura de hasta unos 1.50 metros, la talla mediana es de color rojo y es para usuarios de 1.65 metros aproximadamente, y el color azul corresponde a la talla grande en la que la altura máxima del usuario ronda los 1.80 metros.

Otro de los puntos importantes en el desarrollo de la muleta es el diseño de la contera. La contera está realizada en caucho, mediante un molde en dos piezas. Las características de este material permiten que sea suficientemente flexible para adaptarse a las irregularidades de la arena manteniendo la estabilidad del usuario. Además, la anchura de la base (aproximadamente 85 mm) permite que la muleta no se hunda en la arena. El caucho ofrece unas características de flotabilidad que permite que la muleta cumpla su función de apoyo al entrar en el agua, y que flote cuando se deja suelta en el agua.

El dibujo de la base inspirado en la estrella de mar (Figura 3), ha sido diseñado para facilitar el tránsito de agua y arena, permitiendo de este modo un mejor agarre a la superficie y proporcionando mayor estabilidad.



Figura 3. Estrella sobre la arena y detalle de la base de la contera.

El diseño del **soporte de las muletas** debía ser de fácil uso para coger y dejar las muletas dentro y fuera del agua (Figura 4), por lo que se diseñó un soporte que se puede fijar tanto a una barra con un pedestal (para la arena) como a un lastre (para dentro del agua).

Figura 4. Imagen virtual de las muletas y del soporte en la arena.





## 14 ayudas técnicas

> El soporte está fabricado con espuma plastazote, mediante cortado por chorro de agua (el plastazote es una espuma EVA de célula cerrada). Es un material muy ligero y flexible, con gran resistencia a los agentes químicos y al agua, y ofrece muy buenas características de flotabilidad. Acepta bien las tintas, por lo que es posible serigrafiar directamente sobre él.

En la arena, el soporte descansa sobre una base de aluminio y fundición. Se eligió este material para que sea difícil de mover y para que no pueda volcar cuando se recogen las muletas.

Dentro del agua el soporte está unido a un lastre, que tiene la función de anclar el soporte. Durante el tiempo en el que no se ofrece el servicio de las muletas, el soporte se guarda y se coloca en su lugar una boya que indica la ubicación del lastre dentro del agua.

### 3. Ensayo y verificación del diseño

La fase de ensayos y verificación del diseño tiene como objetivo la comprobación de que los requisitos y necesidades que se han definido en las fases iniciales se han cumplido correctamente. Para la realización de los ensayos ha sido necesaria la fabricación de prototipos funcionales, desarrollados por el personal técnico de la empresa EMO, que han sido sometidos a diferentes pruebas en las que se ha evaluado, en condiciones de uso simulado, aspectos como la estabilidad, flotabilidad, seguridad, comodidad, etc.

Se han realizado dos tipos de ensayos: funcionales y mecánicos.

Los **ensayos funcionales** se han realizado en la playa de la Malva-rosa de Valencia, y han sido llevados a cabo por expertos en el campo de las ayudas técnicas. En estos ensayos se ha evaluado la flotabilidad de las muletas y del soporte, la estabilidad del soporte dentro y fuera del agua, y la estabilidad de la muleta sobre el terreno irregular que ofrece la arena de la playa.

Los **ensayos mecánicos** (Figura 5), se han realizado en el laboratorio de ensayos del IBV según la norma UNE EN ISO 11334-1 y procedimientos propios.

Durante estos ensayos se han inspeccionado todas las partes de la muleta, asegurando el funcionamiento adecuado del producto. Se ha ensayado el producto a resistencia estática y a fatiga, para comprobar el correcto funcionamiento del producto en todo su ciclo de vida. También se ha realizado un ensayo de resistencia a la corrosión y resistencia a las bajas temperaturas.



Figura 5. Ensayo de fatiga.

### 4. Construcción de prototipos preindustriales. Validación

Una vez realizados los ensayos necesarios para asegurar la viabilidad del diseño final, se han realizado prototipos preindustriales para validación (Figura 6).

Cada prototipo preindustrial consta de un juego completo de los productos. Cada conjunto playero de productos estará formado por: dos soportes para la arena (con la base de acero y fundición), dos soportes para el agua, (con el peso muerto), dos boyas (para cuando se recojan los soportes del agua) y 16 muletas (3 pares talla pequeña, 3 pares talla mediana y 2 pares talla grande).



Figura 6. Prototipo de muleta flotando en el agua.

Dichos prototipos constituyen la última fase del diseño, pero aún deben superar ensayos de usabilidad en condiciones reales que permitirán la validación de la muleta y del sistema de perchas desarrolladas.

Para ello, los prototipos preindustriales serán repartidos este verano en 62 playas de la Comunidad Valenciana para someterse a las condiciones de uso habituales.

Sobre los mismos, personal del equipo de desarrollo realizará un estudio de campo y evaluará su funcionamiento mediante encuestas de uso, dirigidas a los usuarios y al personal asistente de playas, para elaborar al final de la temporada estival, un informe que permitirá constatar el grado de satisfacción y adecuación del diseño y del proyecto a las expectativas iniciales, así como contemplar las sugerencias realizadas y conclusiones de las pruebas de uso que, aplicadas a los prototipos preindustriales, determinarán el diseño definitivo de la muleta anfibia y del sistema de sujeción.

### CONCLUSIONES

El desarrollo de ayudas técnicas para actividades de ocio es un mecanismo estimulante para potenciar la calidad de vida de las personas con discapacidades. Las ayudas técnicas pueden contribuir al disfrute de la naturaleza y a una mejora de la calidad de vida creando nuevas oportunidades de participación y de aumento de la autoestima. En este contexto la ejecución de este proyecto permitirá a las personas con discapacidades y a las personas mayores realizar actividades tan saludables como caminar por la arena o darse un baño en el mar con total independencia. ●