

ACE 13

Electronic offprint

Separata electrónica

ACCESIBILIDAD HORIZONTAL: CONTRIBUCIÓN DE NUEVOS PAVIMENTOS CERÁMICOS

MARTA VALERO MARTÍNEZ *et ál.*

ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno [en línea]. 2010, Año 5, núm. 13 Junio. P. 127-144

ISSN: [1886-4805](https://doi.org/10.1080/18864805)

Website access: http://www-cpsv.upc.es/ace/Articles_n13/Articles_PDF/ACE_13_SE_15.pdf

UPCommons Access: <http://hdl.handle.net/2099/9202>

ACE

Architecture, City, and Environment
Arquitectura, Ciudad y Entorno

C

ACE 13

Electronic offprint

Separata electrónica

HORIZONTAL ACCESSIBILITY: NOVELTIES FROM NEW CERAMIC PAVEMENTS

Key words: pavement, ceramic, accessibility, heritage.

Abstract

Built heritage should be preserved, despite the fact that access barriers are frequently present, which difficult the right of people to access to heritage as an integrating factor of culture. In this context, the use of building materials that facilitate, in a secure way, the access to build heritage is crucial, especially when *reversibility* is considered in both phases of conservation and exploitation. In this context it has been considered solution systems based on the construction of light structures using porcelain pavements, which incorporate information in digitally printed legends which reduces the impact on such a kind of signs. This system, allows for differentiating the intervention from the original works, at the time that assures security and accessibility, since mobility restrictions are considered in the design process. In this paper, carried out in the Framework of the PATRAC Project, the use of this system considering as a case of study the Mosque of Cristo de la Luz in Toledo is proposed.

ACE

Architecture, City, and Environment

Arquitectura, Ciudad y Entorno

C

ACCESIBILIDAD HORIZONTAL: CONTRIBUCIÓN DE NUEVOS PAVIMENTOS CERÁMICOS

VALERO MARTÍNEZ, Marta¹
ZAMORA ÁLVAREZ, Tomás
POVEDA PUENTE, Raquel
GARCÍA DOMENE, María Virtudes
GASCÓN NOGUEROLÉS, Félix
GARCÍA BENÉITEZ, Alfredo

Remisión inicial: 22-03-2010

Remisión definitiva: 10-05-2010

Palabras Clave: pavimento, cerámica, accesibilidad, patrimonio.

Resumen

Los bienes patrimoniales deben ser conservados pero muchos de ellos presentan barreras de acceso, lo que impide cumplir el derecho de las personas a acceder al patrimonio como parte fundamental de la cultura. Para ello son necesarios los productos y sistemas adecuados para garantizar un *acceso seguro y confortable* a los monumentos, de forma no discriminatoria, *para todos los ciudadanos*, y de forma *compatible con el bien cultural* y reversible, tanto en las fases de conservación, como en la de "explotación" del patrimonio existente. En este contexto se han desarrollado soluciones para la accesibilidad horizontal, consistentes en estructuras ligeras con pavimentos de gres porcelánico, que permiten incluir elementos de información y orientación sobre el bien patrimonial con un impacto reducido, mediante la utilización de técnicas de impresión digital sobre la superficie de las baldosas cerámicas. Un sistema que mejora la accesibilidad distinguiendo la intervención respecto del original gracias al acabado estético diferenciado y considerando: seguridad, accesibilidad y cargas asociadas al uso. Además, se han incluido requisitos emocionales y funcionales de los usuarios, debido a que en un sistema de pavimentación deben considerarse especialmente los requisitos derivados de las diferentes formas de movilidad, marcha humana tanto normal como patológica, con sillas de ruedas, etc. Dichos requisitos se han definido teniendo especialmente en cuenta al usuario. El presente artículo desarrollado en el marco del proyecto PATRAC² presenta los requisitos obtenidos y la definición de los sistemas de pavimentación mediante el caso de estudio de la Mezquita del Cristo de la Luz en Toledo, donde se plantea una posible solución para la accesibilidad horizontal.

¹ **Marta Valero Martínez:** Instituto de Biomecánica de Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. Edificio 9C. Camino Vera s/n. 46022 Valencia. España. Correo email: marta.valero@ibv.upv.es.

² PATRIMONIO ACCESIBLE: I+D+i para una cultura sin barreras, cofinanciado por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través del Plan Nacional de I+D+I, dentro del programa de Proyectos Científico- Tecnológicos Singulares y de Carácter Estratégico, y por la Unión Europea a través de los fondos FEDER.

1. Introducción

Los bienes patrimoniales suelen presentar, por diferentes motivos, barreras que dificultan el acceso a un número importante de personas, privándoles del derecho a acceder a su propia cultura.

Según la Ley de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad (LIONDAU) todas las personas deberían poder acceder en igualdad de condiciones. Sin embargo, los bienes patrimoniales tienen características especiales que determinan, y en muchos casos dificultan, la elaboración de estrategias convencionales para la accesibilidad integral. Es por ello, que se considera necesario disponer de herramientas y metodologías capaces de garantizar el acceso a los bienes patrimoniales de todas las personas con independencia de sus capacidades funcionales.

Por un lado las intervenciones han de ser respetuosas con el propio patrimonio, y no menoscabar su conservación y transmisión de contenido cultural. Por otro lado, en los bienes patrimoniales no se puede planificar la accesibilidad previamente al desarrollo del bien, lo cual determina de modo importante el grado de accesibilidad que se puede alcanzar.

Además son muchos, y muy diferentes, los agentes implicados en la conservación y gestión de los bienes patrimoniales. En la mayoría de los casos suelen ser las propias administraciones, pero también están los propietarios privados, la iglesia, etc. Finalmente, no hay que olvidar a las personas que disfrutan del bien patrimonial.

Dentro del contexto mencionado, el IBV³ participa junto con otros 19 socios, en *el proyecto estratégico singular PATRAC: I+D+i para una cultura sin barreras*, liderado por GEOCISA.⁴

El objetivo fundamental del proyecto es el desarrollo de una metodología de intervención en los bienes patrimoniales que incorpore los requisitos de la accesibilidad. Para ello el proyecto se ha centrado en el patrimonio arquitectónico tangible que, de acuerdo con la clasificación de la ONU⁵, involucra a monumentos, conjuntos y lugares.

Actualmente, el proyecto "PATRAC Patrimonio Accesible: I+D+i para una cultura sin barreras" ha desarrollado esta metodología incluyendo un análisis de la diversidad funcional de la población española, un análisis de las barreras existentes en el patrimonio español, un análisis de los productos de apoyo que pueden facilitar la accesibilidad al patrimonio y, al mismo tiempo, se está abordando el desarrollo de productos específicos que permitan el acceso a la cultura de todos. Con el objetivo de desarrollar los productos y sistemas necesarios para garantizar un *acceso seguro y confortable* al monumento, de forma no discriminatoria, *para todos los ciudadanos*, y de forma *compatible con el bien cultural* y reversible, tanto en las fases de conservación, como en la de "explotación" del patrimonio existente.

³ Instituto de Biomecánica de Valencia.

⁴ GEOTECNIA Y CIMENTOS, S.A.

⁵ Organización de las Naciones Unidas.

En este contexto el IBV⁶ está desarrollando, junto con AZTECA⁷ y ACCIONA⁸, soluciones específicas derivadas de la aplicación de nuevas tecnologías que mejoren la accesibilidad horizontal, consistentes en estructuras ligeras con pavimentos de gres porcelánico, que permitan la inclusión de elementos señaléticos impresos en el pavimento mediante técnicas de impresión digital cerámica, y que aporten información y orientación sobre el bien patrimonial, causando el mínimo impacto posible sobre el mismo. Este sistema mejoraría la accesibilidad a la vez que permitiría distinguir la intervención con respecto del original.

Es importante considerar que el satisfacer las necesidades del usuario no sólo pasa por abarcar las funcionalidades básicas que se buscan en los productos, sino que es necesario también la comprensión de cómo las personas interactúan con los productos, sus expectativas, los procesos de aprendizaje del uso y las experiencias que dichos productos estimulan a nivel subjetivo. Por tanto, la orientación al usuario consiste en abordar cualquier aspecto que afecte a la satisfacción tanto funcional como emocional para el desarrollo de productos destinados al uso humano. Dicho proceso es complejo y requiere de la combinación de conocimientos provenientes de diferentes campos de la ingeniería, la biomecánica, el marketing, la psicología y factores humanos, junto con la experiencia en fabricación, comercialización y diseño entre otros, para alcanzar un producto que finalmente satisfaga o incluso supere las expectativas del usuario.

En un sistema de pavimentación deben considerarse especialmente los requisitos derivados de las diferentes formas de movilidad, marcha humana tanto normal como patológica, con sillas de ruedas, etc. Con el objetivo de permitir a todas las personas un mejor acceso a los bienes patrimoniales. La marcha humana es un proceso de locomoción en el cual el cuerpo humano, en posición erguida, se mueve hacia adelante siendo su peso soportado, alternativamente, por ambas piernas. Mientras el cuerpo se desplaza sobre la pierna de soporte, la otra pierna se balancea hacia adelante como preparación para el siguiente apoyo. Cuando la marcha humana es patológica se producen ciclos de marcha que pueden tener alteraciones en cualquiera de sus fases, siendo más probable que se produzcan tropiezos o resbalones.

Por ello, en el diseño de un pavimento cerámico sobre-elevado accesible para todos se deben considerar los aspectos que deben satisfacer los pavimentos en cuanto a su seguridad, su accesibilidad, y las cargas asociadas al uso para que el sistema sea estable y sin vibraciones. Además, el producto resultante habrá de tener en cuenta los requisitos emocionales y funcionales de los usuarios.

⁶ Instituto de Biomecánica de Valencia.

⁷ Azteca Sergrup, S.L.

⁸ Acciona Infraestructuras, S.A.

2. Pavimento sobre elevado para accesibilidad horizontal

2.1 Objetivo y características del sistema

Dentro del proyecto PATRAC, el IBV⁹ está desarrollando conjuntamente con AZTECA¹⁰ y ACCIONA¹¹ un dispositivo destinado a salvar distancias horizontales. Se trata de un sistema de pavimento sobreelevado para intervención en patrimonio arquitectónico, constituido por baldosas de gres porcelánico, dado que las características físico-químicas de los mismos permiten su utilización sin ningún tipo de problemas en espacios interiores y exteriores.

El objetivo es permitir el acceso seguro y confortable al patrimonio, de forma no discriminatoria, para todas las personas. Mediante este sistema, desarrollado con metodologías de desarrollo orientado al usuario y de diseño para todos, se posibilita el *acceso físico* en el plano horizontal al edificio o conjunto histórico (acceso al continente) y se facilita el *acceso intelectual* al mismo (acceso al contenido). Un ejemplo de aplicación virtual puede verse en la Figura 1.

Este desarrollo se espera que tenga un gran impacto debido a que de esta forma se conseguirá el acceso al patrimonio de visitantes que hasta ahora han tenido grandes dificultades, permitiendo que disfruten del derecho de acceder a los bienes patrimoniales y teniendo también en cuenta las necesidades de conservación del bien patrimonial.

Figura 1. Aplicación virtual del pavimento de la Mezquita del Cristo de la Luz (Toledo)



Fuente: Elaboración propia (IBV).

El sistema se compone de una estructura ligera sobre la cual se dispone el pavimento correspondiente, compuesto por baldosas de gres porcelánico de alta resistencia.

Las baldosas seleccionadas para el sistema poseen unas dimensiones de 440x440 mm., y tienen adherida por su cara no esmaltada una capa de laminado de alta presión (HPL), que le confiere las propiedades físicas requeridas para su posterior utilización. El conjunto posee un espesor medio de 20 mm., y un peso de 37 kg/m², consiguiéndose llegar de esta forma a una carga de rotura superior a los 40 KN. Además, la cerámica permite la inclusión de elementos informativos y señaléticos mediante impresión digital sobre su superficie de acabado (ver elemento recuadrado en la Figura 1).

De esta forma se logran los objetivos propuestos para el sistema: ser resistente, ligero y de fácil instalación y desinstalación; ser respetuoso con la naturaleza del bien patrimonial, e integrarse de forma compatible en el mismo, constituyendo una intervención totalmente reversible tanto en las fases de conservación como de explotación.

2.2 Requisitos del sistema

Mediante metodologías de diseño orientado al usuario y de diseño para todos se han definido una serie de requisitos que permiten satisfacer las necesidades de todos los usuarios: un pavimento debe ser estable, resistente, seguro y accesible. Para garantizar que el pavimento cumple estas características, se establecen una serie de requerimientos técnicos a cumplir, agrupados en 3 niveles:

- Requerimientos técnicos de *estabilidad y resistencia*.
- Requerimientos técnicos de *seguridad*.
- Requerimientos técnicos de *accesibilidad*.

Requisitos técnicos de estabilidad y resistencia

Son una serie de requerimientos cuyo objetivo es que el pavimento sea estable y resistente, garantizando la aptitud al servicio, es decir, ofreciendo una marcha segura y confortable, libre de excesivas deformaciones y/o vibraciones.

a) Estructura de los pavimentos sobreelevados

La estructura soporte del sistema de pavimento sobreelevado está siendo desarrollada por ACCIONA.¹² El trabajo del IBV¹³ es proporcionar la información necesaria en cuanto a cargas de uso relacionadas con las personas a tener en cuenta en el desarrollo estructural.

¹² Acciona Infraestructuras, S.A.

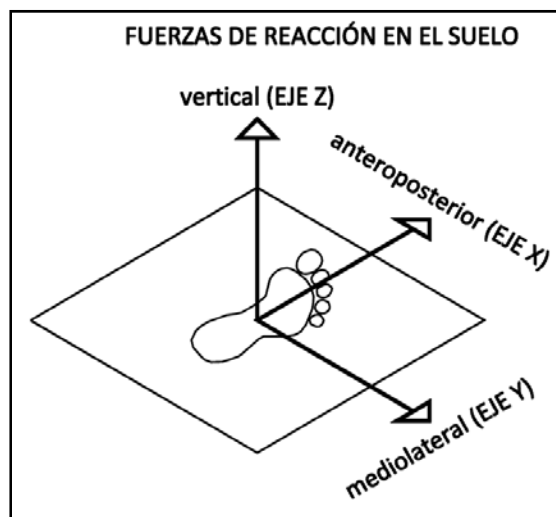
¹³ Instituto de Biomecánica de Valencia.

b) Cargas derivadas de la marcha humana normal

Las *cargas derivadas de la marcha humana* tienen carácter dinámico, es decir, variables en magnitud y en el tiempo. En la marcha humana normal, durante la fase de apoyo, el contacto físico entre el miembro y el suelo determina la aparición de acciones recíprocas. El sujeto ejerce sobre el suelo una fuerza de acción y el suelo ejerce sobre el sujeto otra fuerza igual de sentido contrario, denominada fuerza de reacción. Esta fuerza de reacción se puede analizar en el espacio según sus 3 componentes (Figura 2)

- Fuerza vertical: Es perpendicular al plano de apoyo. Es la más importante por su magnitud frente a las otras. Su sentido positivo es hacia arriba.
- Fuerza anteroposterior: Es horizontal, en la dirección de la marcha. Es de sentido positivo hacia adelante (impulsión) y negativo hacia atrás (frenado).
- Fuerza mediolateral: Es horizontal, perpendicular a las anteriores. Es de sentido positivo hacia el exterior del pie.

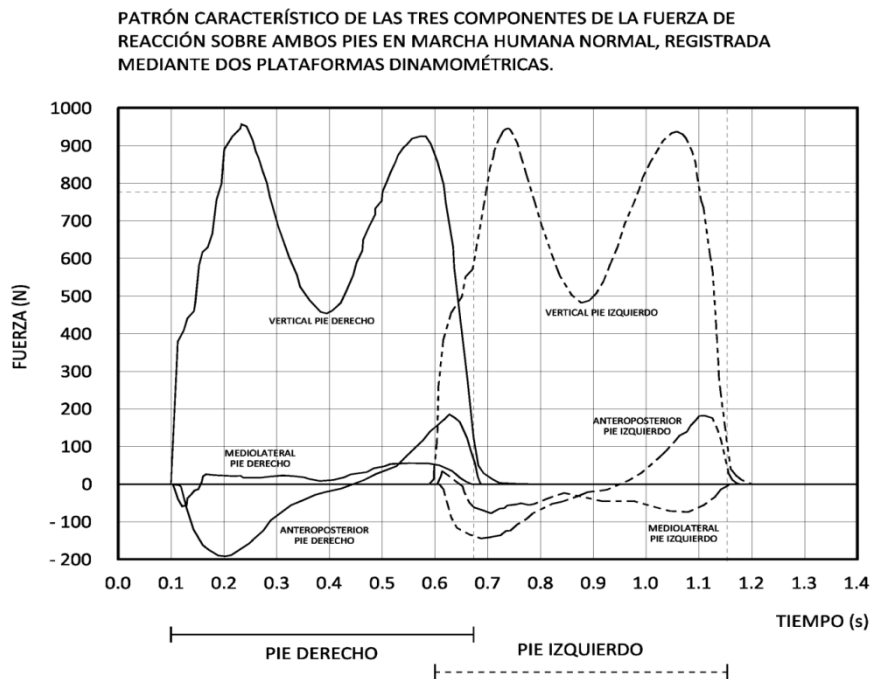
Figura 2. Componentes de la fuerza de reacción



Fuente: Elaboración propia (IBV).

La evolución temporal de las fuerzas de reacción en la ejecución de la marcha humana normal presenta un patrón característico, que depende en gran medida de la masa corporal y la velocidad de la marcha del sujeto (Figura 3). El conocimiento de estas cargas permite la prevención de vibraciones provocadas por la marcha humana normal.

Figura 3. Patrón característico de las componentes de la fuerza de reacción sobre ambos pies en marcha normal, registrada mediante dos plataformas dinamométricas



Fuente: Biomecánica de la Marcha Humana normal y patológica (BIOMECÁNICA, 2005).

c) Cargas derivadas de la marcha humana patológica

La *marcha humana patológica con ayudas a la deambulación* presenta patrones diferentes al de la marcha normal. Según el número de secuencias se clasifican en marchas de 2, 3 o 4 tiempos, según la manera de desplazar las ayudas puede haber avance simultáneo o alternativo, y de acuerdo a la posición del producto de apoyo la marcha será cruzada o acompañada. Cada una de estas marchas presenta un patrón concreto especial diferente del resto y que habría que tener en cuenta, pues significa que las cargas transmitidas son diferentes y por tanto las fuerzas de reacción también.

d) Cargas derivadas de la marcha en silla de ruedas

La *marcha en silla de ruedas* presenta también diferencias en cuanto a cargas transmitidas respecto de las marchas normal y patológica. Además hay que tener en cuenta el peso añadido que supone la propia silla de ruedas. En el caso de ser eléctrica, el conjunto silla-ocupante puede llegar a suponer una carga relativamente concentrada de hasta 2,5 KN.

Requisitos técnicos de seguridad

Son una serie de requerimientos cuyo objetivo busca que el pavimento facilite una *marcha segura y confortable*, minimizando el riesgo de caídas por resbalones, tropiezos o desniveles. Y en el caso de una posible caída, que disponga de una cierta amortiguación a impactos. Además también se preocupa de la percepción de los usuarios sobre el propio pavimento.

a) *Resbaladidad*

El primer requerimiento sería el de disponer de una adecuada *resbaladidad*. El CTE¹⁴, en su Documento Básico: Seguridad de Utilización, limita la resbaladidad de los suelos en función de su localización y características, con el fin de disminuir al máximo el riesgo de caídas por resbalamiento (MINISTERIO, 2010, pág. SUA1 – 1). La propiedad que define en mayor medida la resbaladidad de un pavimento es la fricción de su superficie. Según los usuarios, no sólo es la propiedad más importante en cuanto a seguridad (tanto en seco como en mojado), sino también en cuanto a confort. El objetivo es encontrar la fricción mínima que permita una marcha confortable y segura, una fricción insuficiente aumenta el riesgo de caídas por resbalones (Alcántara, 2004, pág. 15-20; Alcántara, 2005, pág. 485-489; INFLUENCE, 2008, pág. 992-998; IDENTIFICATION, 2005, pág. 407-423; Zamora et al, 2008, pág. 687-692;).

b) *Discontinuidades*

El segundo requerimiento sería el de las *discontinuidades* en el pavimento. El CTE¹⁴, en su Documento Básico: Seguridad de Utilización, limita la existencia y dimensiones de las discontinuidades para minimizar el riesgo de caídas por tropiezo (MINISTERIO, 2010, pág. SUA1 – 2). Para el caso de irregularidades o relieve del pavimento se hace uso del criterio Toe Clearance (resaltes ≤ 3 mm). Este criterio tiene en cuenta a las personas con mayor diversidad funcional y aporta limitaciones más restrictivas que el CTE¹⁴, que además son válidas también para usuarios en sillas de ruedas.

c) *Barandillas*

Un tercer requerimiento lo constituirían las *barreras de protección*, cuya función es limitar el riesgo de caídas en los desniveles, particularmente en los existentes entre pavimento sobreelevado y el suelo. El CTE¹⁴, en su Documento Básico: Seguridad de Utilización, indica las características que deben cumplir estas barreras de protección, como la altura, resistencia o aspectos constructivos (MINISTERIO, 2010, pág. SUA1 – 2 a SUA1 – 8). En general las barandillas deben estar firmemente ancladas para evitar movimientos u oscilaciones, y deben dificultar la posibilidad de trepar por ellas. Serán además el soporte sobre el cual disponer los pasamanos que sirvan de apoyo a las personas con movilidad reducida.

d) *Amortiguación a impactos*

Un cuarto requerimiento sería el de la *amortiguación a impactos*. Existen 2 clases de impactos en un pavimento, que son los impactos por caída y los impactos de talón durante la marcha.

¹⁴ Código Técnico de la Edificación.

Una ligera amortiguación de los impactos de talón durante la marcha es percibida por los usuarios como una mejora significativa del confort al deambular.

e) *Percepción subjetiva*

El quinto requerimiento sería la *percepción subjetiva*. En un suelo adaptado hay que tener en cuenta tanto las propiedades funcionales como las emocionales. Es igual de importante que el diseño incremente el confort y seguridad de uso, como que se transmita claramente a los usuarios.

Requisitos técnicos de accesibilidad

Son aquellos requerimientos cuyo objetivo es procurar que el sistema de pavimento resuelva la accesibilidad de manera integral. Hablamos de la accesibilidad del propio pavimento como sistema constructivo y la accesibilidad proporcionada por el pavimento al contenido e información existentes en el edificio o conjunto histórico. En ese sentido, la información debe mostrarse en un amplio rango de alternativas: texto, braille, audio, símbolos, etc.

a) *Pasamanos*

Deben disponerse *pasamanos* sobre las barandillas en todo el itinerario donde se instale el pavimento, que sirvan de apoyo a las personas con movilidad reducida y de guía para las personas con deficiencias visuales. El pasamanos firme y fácil de asir, se instalará a lo largo del todo el recorrido, a ambos lados. Será de color contrastado, con sección preferentemente circular con diámetro de 4 a 5 cm, y estará separado de la barandilla. Permitirá el deslizamiento continuo y estará colocado a 2 alturas: una entre 65 y 75 cm, y otra entre 95 y 105 cm.

b) *Señalización visual*

La señalización visual cobra gran importancia debido a que el pavimento cerámico permite la inclusión de imágenes sobre su superficie, a modo de elementos informativos y señaléticos. La inclusión de estas imágenes forma parte del propio proceso industrial de fabricación de baldosas cerámicas, y se realiza mediante técnicas de impresión digital con utilización de pigmentos cerámicos; dado que su aplicación es anterior a la cocción, permite que estas imágenes se fundan en el cuerpo de la propia baldosa, dotándolas de las propiedades intrínsecas de estos materiales (resistencia al desgaste, durabilidad...).

- Tipos de letra

La información proporcionada mediante *señalización visual* debe ser claramente visible y comprensible, lo que implica frases cortas y simples. Se recomiendan tipos de letras sencillas, sin adornos (por ejemplo Arial, Verdana o Tiresias) y evitando la cursiva. El tamaño de la letra se adaptará según la distancia al punto de vista (Tabla 1).

Tabla 1. **Altura de las letras según la distancia al punto de vista**

Altura letra	Distancia
2 a 5 mm	A menos de 0,5 m
5 a 9 mm	Entre 0,5 y 0,9 m
9 a 18 mm	Entre 0,9 y 1,8 m
18 a 30 mm	Entre 1,8 y 3,6 m
30 a 50 mm	Entre 3,6 y 6,0 m

Fuente: Ceapat 2007.

- Símbolos

Los *símbolos* deben estar normalizados o ser de uso común (UNE¹⁵ 139801:2003). Además se recomiendan que sean tacto-visuales, es decir, que puedan percibirse mediante exploración visual y háptica. En la elección de los símbolos debe prestarse atención a que éstos se asocien fácilmente con lo que representan, para ayudar a los usuarios a recordar su significado (ONCE¹⁶, 2003).

- Color y contraste

El *color y el contraste* son aspectos prioritarios en el diseño de un producto visualmente accesible, ya que la eficacia de la vista se ve reducida para determinadas combinaciones de colores y/o contrastes. Para una adecuada información visual, el color de los caracteres debe contrastar suficientemente con el del fondo y éste, a su vez, con el del entorno. A modo orientativo en la Tabla 2 se muestran contrastes de colores para señalización.

Tabla 2. **Contraste de colores en señalización**

Color letra o símbolo	Color fondo
Blanco	Azul oscuro
Negro	Amarillo
Verde	Blanco
Rojo	Blanco
Azul	Blanco
Negro	Blanco
Amarillo	Negro
Blanco	Rojo
Blanco	Verde oscuro
Blanco	Negro

Fuente: UNE 41500 IN, 2001.

- Iluminación

La *iluminación* juega también un papel importante en la accesibilidad física e intelectual. Es obvio que una iluminación insuficiente aumenta los riesgos de caídas al deambular por el pavimento y dificulta el acceso a la información.

¹⁵ Una Norma Europea.

¹⁶ Organización Nacional de Ciegos Españoles.

- Señalización táctil

La *información táctil* se proporciona a través de texturas rugosas, caracteres en altorrelieve y braille. La rugosidad es una propiedad física que puede servir de apoyo sensorial, pero hay que tener en cuenta que las rugosidades demasiado pequeñas son imperceptibles.

- Señalización acústica

La *información acústica* ha de ser audible pero no molesta, y ha de venir precedida de una señal de aviso. La información debe ser precisa e invariable, transmitiendo el contenido necesario.

- Señalización de accesibilidad

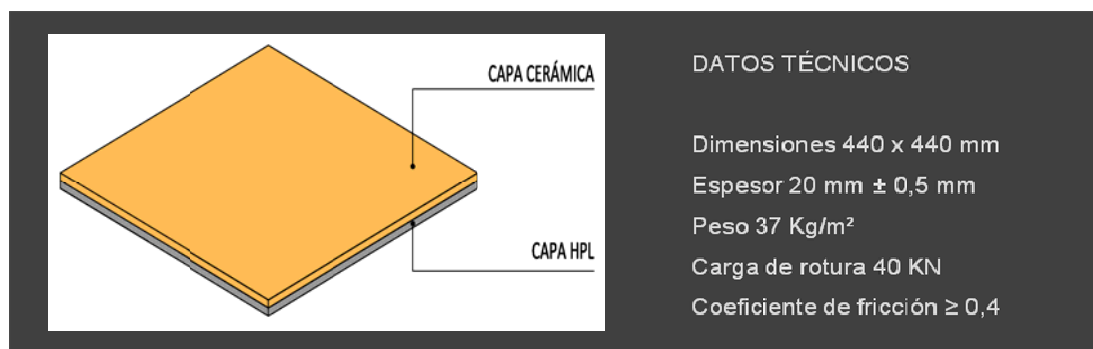
Las *condiciones de accesibilidad* serán señalizadas mediante el SIA (símbolo internacional de accesibilidad). El uso del SIA indica la prioridad de acceso para las personas con movilidad reducida, pero no su uso exclusivo. Los paneles informativos serán fácilmente perceptibles y contendrán información de fácil comprensión. Estarán a una altura adecuada para cualquier usuario. En este sentido, los paneles y expositores horizontales ofrecen más problemas para las personas en silla de ruedas o de corta estatura. La solución puede ser disponer expositores horizontales inclinados en un ángulo adecuado para que cualquier persona pueda explorarlos. Habrá que prestar especial atención a la ausencia de reflejos y deslumbramientos. Los mapas, planos y maquetas serán reproducidos de forma visual y táctil como mínimo.

3. Caso de estudio: Mezquita del Cristo de la Luz en Toledo

3.1 Introducción

En el sistema propuesto, la baldosa cerámica (Figura 4 y Tabla 3) es impresa digitalmente antes de realizar su cocción, de manera que la imagen impresa pasa a formar parte del 'cuerpo' de la baldosa, quedando debajo de una capa de esmalte vítreo que la protege. Por tanto, la baldosa cerámica propuesta posee una alta resistencia a la intemperie, permitiendo además la inclusión de elementos informativos y señaléticos; y el realizar acabados estéticos adaptados a cada intervención, para una mayor integración.

Figura 4. Descripción técnica de la baldosa cerámica



Fuente: Elaboración propia (IBV).

Tabla 3. Mejoras introducidas por cada una de las capas de la baldosa cerámica

CAPA SUPERIOR CERÁMICA	CAPA INFERIOR DE LAMINADO DE ALTA PRESIÓN HPL
Alta resistencia mecánica.	Aumenta la resistencia.
Alta resistencia al desgaste.	Aumenta la rigidez.
Rigidez.	Reduce el peso del conjunto.
Acabado superficial adaptable a las necesidades funcionales.	Posibilita el apoyo de la baldosa únicamente en los bordes perimetrales.

Fuente: Elaboración propia (IBV).

Con el objetivo de poder realizar ensayos biomecánicos y además evaluar la percepción subjetiva de los usuarios es necesario el uso de un caso de estudio, para ello el entorno seleccionado es la Mezquita del Cristo de la Luz en Toledo. Durante las intervenciones que se realizaron con el objetivo de restaurar la mezquita se descubre una antigua calzada romana que dado su valor histórico se debe proteger. Por otro lado, es irregular y plantea problemas de accesibilidad. La solución que se propone en este artículo es intervenir con el pavimento sobreelevado. Para ello se han realizado el levantamiento fotográfico de la calzada romana y el diseño de la impresión incluyendo elementos señaléticos. Como trabajo futuro queda la presentación de los resultados obtenidos tras la evaluación del sistema de pavimentación por parte de los usuarios.

3.2 Levantamiento fotográfico de la calzada romana

El objetivo del levantamiento fotográfico fue el realizar una reproducción escala 1:1 de la calzada romana que permitiría su reproducción y la posterior inclusión de elementos informativos en la misma imagen. Para ello se tomaron fotografías ortogonales al plano del suelo que posteriormente fueron fusionadas para obtener la imagen mostrada en la Figura 6. En la Figura 5 vemos el entorno de la calzada romana con una panorámica de la Mezquita del Cristo de la Luz.

Figura 5. Panorámica entorno Mezquita del Cristo de la Luz (Toledo)



Fuente: Elaboración propia (IBV).

Figura 6. Calzada romana Mezquita del Cristo de la Luz (Toledo)



Fuente: Elaboración propia (IBV).

3.3 Propuesta de pavimentación con inclusión de señalética

El sistema de pavimentación cerámico utilizado permite la reproducción de la calzada original y además, la introducción de elementos señaléticos por ello en la propuesta se han introducido flechas direccionadoras, texto informativo, una imagen de la planta con un punto ubicador de la situación del visitante, y unas bandas laterales cromáticamente diferenciadas que avisan del borde del pavimento sobreelevado.

Tal y como se puede observar en la Figura 7, se ha realizado un tramo de pavimento de 18 x 5 baldosas de gres porcelánico de dimensiones 440x440 mm, lo que constituye un conjunto de 90 piezas que reproduce las texturas de la calzada inferior, interpretándolas. El suelo se reproduce con baja opacidad de manera que se identifique el pavimento al mismo tiempo que se pueden introducir los elementos de señalética (Figura 8) dotándolos de un mayor contraste con el fondo. Además, las baldosas tienen en cuenta su colocación en un espacio exterior, por lo que están dotadas de una superficie categorizada como CLASE 3, según los requisitos de resbaladividad establecidos por el Código Técnico de la Edificación.

Figura 7. Propuesta de pavimentación. Mezquita del Cristo de la Luz (Toledo)



Fuente: Elaboración propia (IBV).

Figura 8. Elementos señaléticos incorporados



Fuente: Elaboración propia (IBV).

Figura 9. Propuesta de pavimentación en perspectiva.
Mezquita del Cristo de la Luz (Toledo)



Fuente: Elaboración propia (IBV).

4. Conclusiones

El acceso a los bienes patrimoniales es un derecho de todas las personas, pero que está dificultado en muchas ocasiones por la naturaleza del bien patrimonial y por las necesidades de conservación del mismo. Pese a ello, es posible abordar intervenciones respetuosas con el patrimonio y que, al mismo tiempo, incrementen de manera sustancial el grado de accesibilidad del mismo.

En el seno del proyecto PATRAC se está elaborando metodología específica para la gestión accesible del patrimonio. Además, se han aplicado metodologías de diseño orientado al usuario y de diseño para todos en la aplicación de nuevas tecnologías para el desarrollo de soluciones y productos accesibles.

En este contexto se ha desarrollado un dispositivo destinado a salvar distancias horizontales. Se trata de un sistema de pavimento cerámico sobreelevado para intervención en patrimonio arquitectónico, cuyo objetivo es permitir el acceso seguro y confortable al patrimonio, de forma no discriminatoria, para todas las personas. Mediante este sistema de pavimento cerámico sobreelevado se posibilita el acceso físico en el plano horizontal al edificio o conjunto histórico (acceso al continente) y se facilita el acceso intelectual al mismo (acceso al contenido).

Como trabajo futuro se plantea la validación de dicho sistema con usuarios reales con el objetivo de verificar la adecuación del sistema a sus necesidades tanto funcionales como emocionales.

Agradecimientos

Las actividades de este proyecto han sido desarrolladas a través del proyecto PATRAC. PATRIMONIO ACCESIBLE: I+D+i para una cultura sin barreras, cofinanciado por el Ministerio de Ciencia e Innovación a través del Plan Nacional de I+D+I, dentro del programa de Proyectos Científico- Tecnológicos Singulares y de Carácter Estratégico, y por la Unión Europea a través de los fondos FEDER¹⁷.

Agradecimientos a las empresas participantes en el subproyecto de accesibilidad horizontal: AZTECA¹⁸ y ACCIONA¹⁹.

¹⁷ Fondo Europeo de Desarrollo Regional

¹⁸ Azteca Sergrup, S.L.

¹⁹ Acciona Infraestructuras, S.A.

Bibliografía

ALCÁNTARA, Enrique y ZAMORA, Tomás. *Avances en el estudio de la seguridad y confort en los pavimentos urbanos y de interior*. En: Revista de Biomecánica, (41):15-20, Enero 2004.

ALCÁNTARA, Enrique "et al". *Influence of pavement design parameters in safety perception in the elderly*. En: Annual Conference of the Ergonomics Society (2005, Hatfield, UK). Contemporary ergonomics. Reino Unido, Taylor and Francis, 2005. pp: 485-489.

ALIANZAS para el Desarrollo Económico y Social (ALIDES), Centro Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas (CEPAT-IMSERSO), Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), "et al". *¡Pregúntame sobre accesibilidad y ayudas técnicas!* Valencia, España, IMSERSO. 2005. 408 p.

ASOCIACIÓN Española de Normalización y Certificación (AENOR) *Accesibilidad en la edificación y el urbanismo. Criterios generales de diseño. UNE 41500 IN*. Madrid, España, 2001. 20 p.

ASOCIACIÓN Española de Normalización y Certificación (AENOR) *Accesibilidad en el urbanismo. UNE 41510*. Madrid, España, 2001. 12p.

ASOCIACIÓN Española de Normalización y Certificación (AENOR) *Accesibilidad universal. Parte 2: sistema de gestión de la accesibilidad global. UNE170001-2*. Madrid, España, 2007. 14 p.

ASOCIACIÓN Española de Normalización y Certificación (AENOR) *Revestimientos de las superficies de las áreas de juego absorbedores de impactos. Determinación de la altura de caída crítica. UNE-EN 1177*. Madrid, España. 2009. 20 p.

CENTRO Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Técnicas (CEPAT). *Cómo elaborar textos de fácil lectura*. [en línea]. España, 2007 [Citado Marzo 2010]. Disponible en: <<http://www.crmfalbacete.org/web%20lectura/html/index.html>>.

DURÁ, Juan V. "et al". *Identification of floor friction safety level for public building considering mobility disable people needs*. En: Safety Science, 43(7): 407-423, Agosto 2005.

LEY 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad (LIONDAU). [en línea]. Madrid, España, 2003. [Citado: Marzo 2010] Disponible en: <http://www.mviv.es/es/index.php?option=com_content&task=view&id=552&Itemid=226>.

MINISTERIO de Vivienda. *Guía Técnica de Accesibilidad en la Edificación 2001*. [en línea]. Madrid, España, 2001. [Citado: Marzo 2010], Disponible en: http://www.mviv.es/es/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=60

MINISTERIO de Vivienda. *Código Técnico de la Edificación*. [en línea]. Madrid, España, 2006. [Citado: Marzo 2010]. Disponible en:

<http://www.mviv.es/es/index.php?option=com_content&task=view&id=552&Itemid=226>.

ORGANIZACIÓN Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). *Accesibilidad para personas con ceguera y deficiencia visual*. Madrid, España. 2003. 167p.

ORGANIZACIÓN Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). *Recomendaciones para presentar textos impresos accesibles a personas con deficiencia visual*. [en línea]. Madrid, España. [Citado Marzo 2010], Disponible en:
<<http://www.once.es/appdocumentos/once/prod/SSAP%20Recomendaciones%20textos%20impresos.doc>>.

PAGE, Álvaro, “et al”. *Nuevas técnicas para el desarrollo de productos innovadores orientados al usuario*. Valencia, España, IMPIVA. 2001. 124 p.

SÁNCHEZ, Javier “et al”. *Biomecánica de la Marcha Humana Normal y Patológica*. Valencia, España, Publicaciones IBV. 2005. 444 p.

TORTOSA, Lourdes, “et al”. *GUÍA de recomendaciones para el diseño y selección de mobiliario de oficina para usuarios de sillas de ruedas*. Madrid, España, Ministerio de Asuntos Sociales, IMSERSO. 1995. pp: 92.

UNITED States Compliance Board. *Access Board Issues New Guidelines for Accessible Design* [en línea]. Washington, Estados Unidos, 2004. [Citado: Marzo 2010]. Disponible en: <<http://www.access-board.gov/>>.

WINTER, David A. “et al”. *Biomechanical Walking Pattern Changes in the Fit and Healthy Elderly*. En: Physical Therapy, 70(6): 340-347, Junio 1990.

ZAMORA, Tomás, “et al”. *Optimum friction level for walking over a floor*. En: Annual Conference of the Ergonomics Society (2008, Nottingham, UK). Contemporary Ergonomics. Nottingham, Reino Unido, Taylor and Francis, 2008. pp: 687-692.

ZAMORA, Tomás, “et al”. *Influence of pavement design parameters in safety perception in the elderly*. En: International Journal of Industrial Ergonomics. 38(11-12): 992-998, Noviembre-Diciembre 2008.

