

AVANCES EN EL ESTUDIO DE LA SEGURIDAD Y CONFORT EN LOS PAVIMENTOS URBANOS Y DE INTERIOR

Enrique Alcántara Alcover, Tomás Zamora Álvarez
Instituto de Biomecánica de Valencia

Los resultados de los recientes proyectos de investigación realizados por el IBV en el que han colaborado el IMSERSO y diferentes empresas, no sólo han permitido avanzar en el conocimiento de los requisitos de seguridad de los suelos y su adecuación a las necesidades de las personas con capacidad de deambulación reducida, sino que han permitido la aparición de nuevas perspectivas de desarrollo en pavimentos que puedan ofrecer prestaciones de confort, salubridad, accesibilidad y orientación al usuario entre otras. Así, el siguiente artículo presenta los recientes avances relacionados con la medición de características biomecánicas como la fricción, la amortiguación de impactos, fatiga o compresión estática junto con los resultados del estudio de la percepción de los productos en el que se han empleado diferentes técnicas de análisis de la opinión y que han identificado nuevos conceptos, planteando retos de futuro en la mejora de los suelos.

Results and future research on the security and comfort properties of urban and indoor pavements.

Results of recent projects done by IBV in collaboration with different companies and the IMSERSO (Migration and Social Service Spanish Institute) not only have allowed to progress in the friction knowledge, as the main floor security parameter and its adaptation to the necessities of the lower mobility people, trough this work, news perspectives have emerged on the development of pavements capable to offer comfort, healthiness, accessibility and user orientation as many others facilities. Therefore, next article present a review and new progress related to the acquisition of biomechanical parameters as shock absorption, fatigue and stiffness compression and their relations with these facilities. These results joined with the extracted from the products perception study resulting from the use of different opinion analysis methods, have identified new concepts, exposing future challenges on the floors improvement.

INTRODUCCIÓN

Las caídas son la principal causa de mortandad en personas mayores de 75 años y la segunda mayor causa de muerte accidental entre los 45 y 75 años (National Safety Council

1998). Estas caídas se relacionan principalmente con resbalones y tropezones. En respuesta a este problema se ha realizado un gran esfuerzo en el estudio de la influencia de los suelos y aunque existen varios métodos para determinar la resistencia al deslizamiento, este problema dista bastante de

>

> estar resuelto, como indican las altas cifras de caídas registradas aún hoy en día. Se demuestra entonces la necesidad de profundizar en el estudio de otros aspectos relacionados con la Biomecánica que puedan influir en la seguridad y en la adecuación de la función, uso y usuario de los pavimentos ya que, más allá de la fricción, las propiedades mecánicas de los pavimentos modifican las fuerzas ejercidas por el pie sobre la superficie y por lo tanto influyen en la percepción de confort y en la fatiga (Whittle, Orofino, Miller, 1994). Los principales síntomas y enfermedades relacionadas con posturas erguidas y prolongadas son dolor de espalda y en las extremidades inferiores, disconfort, fatiga, sudoración excesiva en las extremidades inferiores y pies, obturaciones en los vasos sanguíneos y varices en las extremidades inferiores (Brantingham 1970). El IBV, tomando conciencia de la problemática, realizó un estudio para recoger los problemas de uso en el que se llevaron a cabo paneles de usuarios y profesionales de geriatría que sirvieron de base para el diseño de varias encuestas. Al mismo tiempo, los resultados de la primera revisión bibliográfica y de las encuestas, unidos a los avances que aportó el proyecto PAVISEGU (IMSERO, principalmente relacionados con ensayos de fricción biomecánicos) han permitido establecer una batería de ensayos, así como una serie de metodologías para el estudio de la seguridad y el confort tanto en el campo de sus propiedades físicas como en el de la valoración subjetiva. Esta última, en los aspectos de confort y seguridad, cumple un papel muy importante en el uso de los suelos (K.A. Chirstina, P.R. Cavanagh; 2001). Las personas son capaces de variar las fuerzas de reacción que ejercen sobre el suelo y generar estrategias para realizar una marcha más segura y confortable. Si un suelo es inseguro pero no se percibe como tal, la persona no será capaz de establecer una estrategia adecuada y corre el riesgo de resbalar o tropezar. La iluminación, el aspecto y la percepción de seguridad entre otros, podrían ser parámetros significativos y por lo tanto susceptibles de ser estudiados por su influencia en la seguridad y el confort de los suelos.

METODOLOGÍA EMPLEADA

La estructura que se describe a continuación conforma la línea de trabajo que se está desarrollando con el objetivo de adecuar los suelos a las personas con movilidad reducida. Los métodos empleados en cada una de las fases realizadas se describen más adelante:

1. Paneles de Profesionales y usuarios, y encuestas sobre los problemas con los suelos, sus causas y sus efectos.
2. Conjoint Análisis: Influencia de los factores de diseño.
3. Medición de las Propiedades Mecánicas relacionadas.
4. Parámetros biomecánicos: Ensayos con sujetos (fase en proceso de realización).

Paneles de Profesionales y usuarios, y encuestas sobre los problemas con los suelos, sus causas y sus efectos

Se realizaron paneles de profesionales y de usuarios que, junto a los resultados de la revisión bibliográfica, permitieron diseñar una encuesta para identificar la importancia y frecuencia de los diferentes problemas, carencias y necesidades identificados en la revisión. Se encuestó a 120

personas mayores (>55 años) de distribución equilibrada en edad, género y lugar de residencia. La encuesta hizo hincapié en la percepción de peligro y en la experiencia de sufrir caídas. Con apoyo de imágenes se evaluó qué elementos de diseño son los que están influyendo en la percepción de seguridad o inseguridad y otros aspectos de interés, en función de su relación con el uso de los pavimentos. El análisis de resultados incluía un estudio de correlaciones a través del cruce de la información obtenida; de esta manera se han recogido todas las posibles relaciones significativas. Este último estudio se ha reforzado más adelante con el análisis Conjoint.

Los principales resultados se muestran a continuación:

Entre los problemas con ciertas aptitudes físicas que se registraron (dificultades para: andar, coger objetos, equilibrio, vista, etc.) destacan por su frecuencia los problemas en la vista y la dificultad de agacharse. Ambos problemas reflejaron una influencia significativa en el incremento de caídas, y se pueden relacionar con los suelos en sus prestaciones de visibilidad y de facilidad de limpieza.

Las ayudas técnicas que más interactúan con el suelo son los bastones y los andadores (>30% de los encuestados los usan) por lo que intervenir en la fricción de las conteras repercutiría en el beneficio de un 1/3 de los usuarios de la población encuestada. En la parte correspondiente al calzado cabe destacar que la mayoría de la gente usa suela de goma.

Los suelos más empleados por las personas encuestadas (Residencias, Centros de día y Domicilios asistidos) son el terrazo y el cerámico siendo el terrazo ligeramente mejor valorado que el cerámico: se limpia mejor (18% más), resbala menos (12% menos) etc. Por el contrario, el cerámico, no transmite sensación de peligro frente al terrazo que si que es considerado peligroso en un 7.6% de los usuarios. La vida media de los suelos antes de un cambio supera los 20 años para las personas encuestadas.

A continuación se muestra un gráfico de frecuencia-importancia (Figura 1) en donde el eje Y refleja la importancia de sufrir algún problema físico en la probabilidad de caer. El eje X representa la frecuencia de que la gente sufra ese problema. De esta forma se puede tener un orden de magnitud de la importancia del problema respecto a la cantidad de gente que lo sufre y establecer estrategias de reducción de problemas mediante I+D.

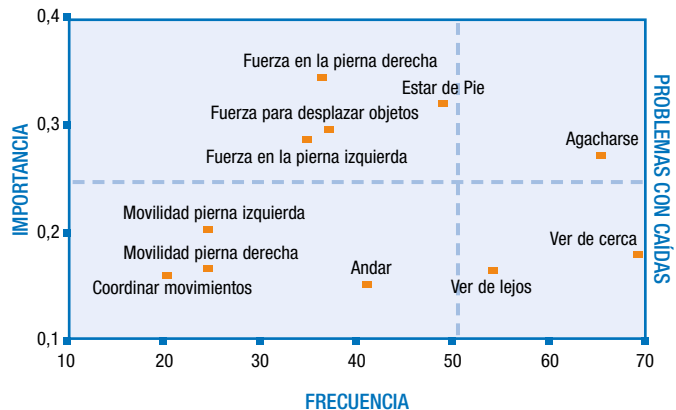


Figura 1. Porcentaje de caídas atribuible a los problemas con varias aptitudes físicas, y la frecuencia de éstos en la población encuestada.

Problemas muy frecuentes son los relacionados con la vista y la acción de agacharse. Por otro lado, en importancia destacan los problemas en las extremidades inferiores. De esta forma podemos interpretar el diagrama en cuatro cuadrantes: Problemas muy frecuentes y muy importantes como la dificultad de agacharse; problemas menos importantes aunque muy frecuentes como la dificultad de ver de cerca y ver de lejos; problemas menos frecuentes pero muy importantes como la falta de fuerza en las piernas y sus consecuencias (problemas para estar de pie, andar, etc.).

El entorno de las escaleras, seguido de las calles, aceras y el baño, son los lugares que se perciben como peligrosos. De hecho las cifras demuestran que mucha gente sufrió caídas en estos lugares. Los motivos principales de caídas fueron tropezar, resbalar y por desfallecimiento (mareos). No se encontraron diferencias en la cantidad de caídas según el grupo de ambiente (Residencias, Centros de día y Domicilios asistidos) aunque, diferenciando los motivos de caídas, la gente de domicilio caía más por tropezar y por descuido que el resto. La mayoría de las caídas se produjeron mientras la gente andaba seguido de la maniobra de subir o bajar escalones. Todo esto resalta la influencia del suelo en la incidencia de caídas y la posibilidad de actuar ya sea para prevenirlas, disminuyendo los riesgos, como para reducir la capacidad lesiva de las mismas.

En cuanto a las relaciones significativas, el dato de que la población de mayor edad ha caído menos que la de 55-74 años acentúa el crecimiento del número de caídas en un futuro próximo. Las personas que usan tacón superan significativamente en caídas a los que no lo usan de lo que se deduce que el hecho de haber caído no les ha animado a no seguir utilizándolo.

Como era de esperar, la percepción de peligro que observaron quienes han sufrido caídas era mayor que la de los que no habían caído. Además, en cuanto a las enfermedades que obtuvieron una relación con las caídas, no se encontró motivos de caída específicos tales como pisar mal, tropezar y/o resbalar. En cambio, los que sufrían problemas circulatorios padecían un mayor porcentaje de caídas sufridas por desfallecimiento. La artritis, con un 17% de porcentaje atribuible, la artrosis, con un 21.2%, el reuma, con un 11.9%, la hipertensión, con un 11.9%, y los mareos, con un 15.7%, aumentaban significativamente la probabilidad de haber sufrido caídas. Si se observa la frecuencia de estas enfermedades según GERIATRÍA XXI (1995), que en muchos casos afecta al 40% de la población mayor, se convierte en una necesidad la mejora de los factores que puedan reducir las cifras de caídas en una población con tantas probabilidades de sufrirlas.

Finalmente, del estudio de correlaciones entre las causas y efectos relacionados con la percepción de seguridad, confort y facilidad de limpieza y a modo de ejemplo se adelantan las conclusiones referentes a la percepción de seguridad.

Los parámetros que generan inseguridad (fácil de limpiar, liso, demasiado brillante) afectan más intensamente a ésta que los parámetros que transmiten seguridad, por lo que se podría otorgar mayor prioridad a la eliminación de las sensaciones

de inseguridad frente a potenciar las sensaciones de seguridad. Las juntas, la iluminación adecuada, el color claro y la calidez coinciden con el estudio conjoint como potenciadores de sensación de seguridad. En cuanto a texturas superficiales el brillo y la no presencia de relieve o microrelieve (Textura Lisa) aparecen en el mismo cuadrante como características muy importantes y muy frecuentes para transmitir inseguridad.

Conjoint Análisis: Influencia de los factores de diseño

Como se ha adelantado en la introducción, el modo en el que un suelo influye en las personas que lo utilizan no se reduce al aspecto funcional como elemento de sustentación horizontal, los aspectos emocionales que son capaces de transmitir los pavimentos son de extremada utilidad para las empresas fabricantes y los criterios que de éstos se extraen definen el éxito o el fracaso de una línea de pavimentos. Es por esto que un estudio de las características físicas de los pavimentos debe ir acompañado del estudio de la percepción de los usuarios que complementará los criterios de diseño y, de esta forma, será posible adecuar en toda su amplitud los objetivos marcados de seguridad, confort, etc.

Existen varias metodologías para valorar la percepción de los usuarios. En este proyecto y tras la experiencia en personas mayores, se determinó que un análisis conocido como CONJOINT minimizaría el tiempo de encuesta, que es un factor primordial en estos casos. El Conjoint análisis es una técnica de extracción de la opinión de los usuarios que permite resolver la complejidad de encuestar a personas mayores que, por el deterioro cognitivo que sufren con la vejez, les es muy dificultoso centrarse en los problemas de su etapa reciente. Esta técnica permite establecer la influencia de los atributos de diseño, así como la importancia de las diferentes alternativas de diseño de los suelos en las preferencias de los usuarios mediante el análisis de las decisiones de los usuarios frente a un prototipo, boceto o imagen como ha sido el caso (Figura 2), cuyos parámetros de diseño son el resultado de un diseño de experimentos ortogonal.



Figura 2. Grupo de 4 imágenes de características (atributos) controladas y determinadas en la fase de diseño del Conjoint. El usuario asume la decisión de seleccionar o discriminar los distintos diseños sin que el encuestador altere su evaluación global con preguntas acerca de elementos singulares (atributos).

> La parte correspondiente al Conjoint se agrupó entorno a 4 aspectos que se han considerado como más importantes a la hora de analizar un suelo:

- > la seguridad,
- > la calidez, el confort y la comodidad,
- > la facilidad en la limpieza del suelo,
- > la preferencia de tipo general por un suelo u otro (teniendo en cuenta todo lo preguntado anteriormente y la satisfacción que cada tipo de suelo produce).

De entre los parámetros de diseño estudiados, el brillo fue el que mayor influencia significativa obtuvo, siendo negativa en todos los aspectos menos en la facilidad de limpieza. Esa contradicción se ha identificado como uno de los retos de diseño más preocupantes del mercado. La presencia de juntas visibles, por el contrario, induce seguridad, confort, pero parece más difícil de limpiar. La buena iluminación es un factor positivo en todos los aspectos salvo en la facilidad de limpieza, dado que, a la gente mayor que vive en domicilio un suelo bien iluminado les parece difícil de limpiar. El color influye poco en la percepción de seguridad pero de manera más significativa en los demás aspectos, siendo los colores claros los que transmitían sensaciones positivas en confort, facilidad de limpieza y valoración global.

El ambiente donde estaban ubicados los suelos también constituyó un factor de estudio. La cocina frente al baño, la escalera frente a la calle y el centro comercial frente a la piscina, fueron los ambientes con más percepción de peligro, evidenciando el desconocimiento por parte de las personas mayores de situaciones altamente peligrosas por las cifras de caídas sufridas en baños y en la calle frente a las sufridas en el resto de ambientes. Es posible que las personas mayores no afronten situaciones de alto riesgo con las medidas adecuadas por no percibir el peligro y que esto influya negativamente en la incidencia de caídas.

Se muestran a continuación (Tabla 1) la combinación óptima de los factores de diseño estudiados, distinguiendo entre percepción de seguridad, confort, limpieza y valoración general, así como entre las opiniones en función del lugar donde transcurren la mayor parte del tiempo.

Tabla 1: Niveles seleccionados por los usuarios (gente mayor de centros de día, residencias y domicilios asistidos) ordenados por importancia y para cada aspecto estudiado.

	SEGURIDAD	CONFORT	LIMPIEZA	VALORACIÓN GLOBAL
Domicilio	Relieve, junta, suelo claro, bien iluminado	Relieve, junta, suelo claro, bien iluminado	Mate, sin junta, suelo claro y poco iluminado	Relieve, junta, suelo claro, bien iluminado
Residencia	Relieve, junta, suelo claro, bien iluminado	Mate, junta, suelo claro, bien iluminado	Mate, sin junta, suelo claro y bien iluminado	Mate, junta, suelo claro, bien iluminado
Centro de día	Relieve, junta, suelo oscuro, bien iluminado	Mate, junta, suelo claro, bien iluminado	Mate, sin junta, suelo claro y bien iluminado	Mate, junta, suelo claro, bien iluminado

Medición de las Propiedades Mecánicas relacionadas

Estudio de la Fricción Dinámica como parámetro de Seguridad

Como se deduce en la bibliografía, la seguridad ante deslizamiento de un suelo viene dada por el Coeficiente de Seguridad (Figura 3a) que se expresa como $CFS=CFD-CFN$,

dónde CFD es el Coeficiente de Fricción Dinámico medido con la máquina de ensayos y CFN es el Coeficiente de Fricción Necesario obtenido en ensayos con sujetos (Hanson, 1999). Este último valor para personas mayores se sitúa alrededor de 0.3.

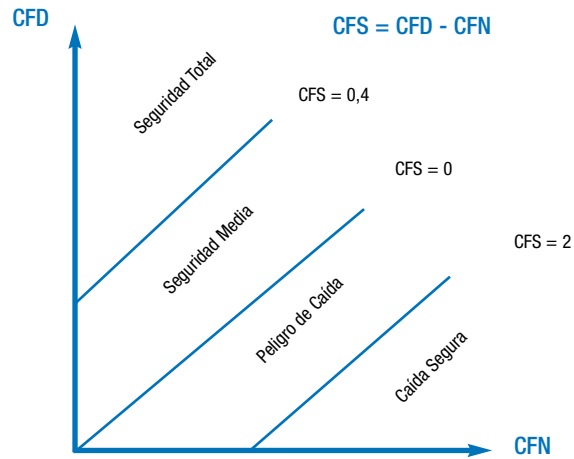


Figura 3a. Distribución de riesgos según el CFS característico del suelo (Cada suelo y condición ambiental es capaz de variar CFN y CFD que precisa cada persona).

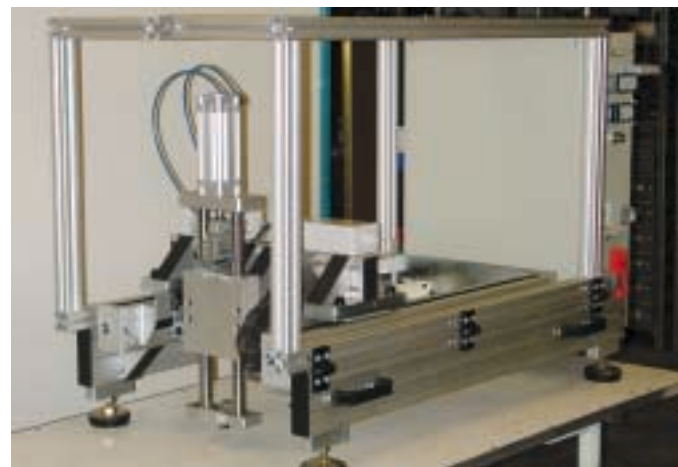


Figura 3b. Máquina de fricción desarrollada por el IBV.

Existen multitud de métodos para valorar la fricción dinámica de los suelos. Tras la incertidumbre que estos métodos generó, la normativa ISO ha recogido en su proyecto de norma 10545-17, 3 métodos que contienen la mayoría de los que se han venido considerando. A partir de uno de estos métodos, el IBV ha desarrollado una máquina (Figura 3b) que trata de mejorar el ensayo mediante la aplicación de fuerzas y condiciones cuyos valores pueden ser modificados por el técnico. De esta forma, se extrae un parámetro que mide la variabilidad de los resultados en función de las condiciones, consiguiéndose valores que se aproximan todavía más al fenómeno de la fricción.

Basado en la relación entre el CFN y el CFD se ha determinado un criterio de adecuación de la fricción de los suelos a las personas con movilidad reducida y por lo tanto, a todos los usuarios.

El método establece el nivel del Coeficiente de Fricción Necesario en el caso más desfavorable según los ensayos

realizados a varios sujetos con distintos problemas de movilidad que afectaban a su marcha. Tanto el nivel del CFN como el del CFD se midieron en suelo mojado con la intención de llevar al extremo las condiciones de uso. Como puede observarse en la tabla 2, las personas con más Fricción Necesaria (mayor CFN) fueron los amputados de extremidad inferior (a nivel de cadera) seguido de los mayores. Por otro lado, el CFD es registrado por la máquina de fricción desarrollada por el IBV en una de sus posibles condiciones de ensayo.

El criterio que se ha establecido sitúa a un suelo dentro de los niveles adecuados cuando su CFD supera el valor de 0.4. Este límite se estableció tras los ensayos con sujetos amputados de cadera en el peor de los casos: andando sobre suelo mojado (no se consideraron planos inclinados).

Tabla 2. Resultado de los ensayos de sujetos con dificultades de movilidad para la obtención de sus Coeficientes de Fricción Necesaria (Proyecto Pavisegu).

DIFICULTAD	FASE DE LA MARCHA	MEDIA	
		CFN MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA
Amputados	Aterrizaje pierna amputada	.4484	.0674
	Despegue pierna amputada	.3112	.0349
	Aterrizaje pierna sana	.3498	.0639
	Despegue pierna sana	.4502	.1381
Mayores	Aterrizaje	.2841	.0820
	Despegue	.2719	.0487
Hemiplejía. Pierna definida	Aterrizaje pierna enferma	.2761	.0825
	Despegue pierna enferma	.2334	.0488
	Aterrizaje pierna sana	.2897	.0976
	Despegue pierna sana	.2577	.0836
Artrosis de cadera. Pierna definida	Aterrizaje pierna enferma	.2569	.0594
	Despegue pierna enferma	.2801	.0564
	Aterrizaje pierna sana	.2275	.0491
	Despegue pierna sana	.2613	.0536
Artrosis tobillo en las dos piernas	Aterrizaje	.2436	.0604
	Despegue	.2950	.0625
Parkinson	Aterrizaje	.24	.06
	Despegue	.24	.06
Artrosis rodilla. Pierna definida	Aterrizaje pierna enferma	.2299	.0504
	Despegue pierna enferma	.2960	.0777
	Aterrizaje pierna sana	.2406	.0658
	Despegue pierna sana	.2858	.0630
Artrosis rodilla en dos piernas	Aterrizaje	.2085	.0284
	Despegue	.2774	.0430

Durante los ensayos con sujetos ocurrieron varias caídas. Como se puede observar en la figura 4 (datos obtenidos durante una caída) las fuerzas registradas en el suelo durante el resbalón obtuvieron una relación entre fuerzas horizontales y verticales idénticas al CFD registrado con la máquina desarrollada por el IBV. Evidentemente el CFD del suelo se sitúa por debajo del límite que aconseja el criterio desarrollado.

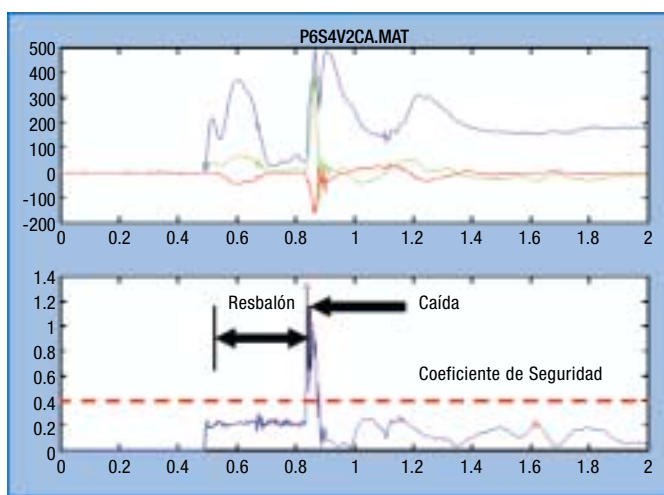


Figura 4. El primer gráfico muestra la fuerza Vertical (azul) y las Fuerzas antero-posteriores horizontales (verde y rojo) durante el resbalón. El segundo gráfico representa la relación entre las fuerzas horizontales y las verticales revelando una meseta de valor 0.2 idéntico al extraído por el CFD del suelo.

También se identificó la necesidad de establecer un límite máximo de fricción adecuada por ser una necesidad claramente expuesta por los usuarios. Este límite repercutiría en una disminución del riesgo de tropezar, pudiendo aumentar por otro lado la sensación de confort ya que una fricción excesiva provoca sensación de fatiga y sobrecargas en las articulaciones.

Estudio de las propiedades de Compresión Estática y Análisis de Impactos como parámetros relacionados con el Confort

Estableciendo una diferenciación entre las propiedades estáticas, más relacionadas con un uso prolongado (movimientos reducidos) del suelo y las propiedades dinámicas que son las que interactúan con una marcha habitual, distinguimos:

Compresión Estática

Estudios como el realizado por Mark S. Redfern han demostrado la influencia de la relación Tensión-Deformación (compresión estática) de los suelos con la sensación de fatiga y disconfort en determinadas zonas como los lumbares y las



> extremidades inferiores. El ensayo de compresión estática que se ha puesto a punto ensaya los materiales hasta fuerzas habituales durante el uso por personas adultas (50 kg) con una velocidad de aplicación de la carga de 0.008 mm/s de manera que simula los esfuerzos a los que se somete un suelo durante la marcha. Durante el ensayo se registran las fuerzas verticales (que van incrementándose con el tiempo) y las deformaciones que estas fuerzas (presiones) provocan en la muestra.

El comportamiento de este tipo de materiales a compresión suele ser no lineal, es decir, su rigidez depende del nivel de carga. Así, los parámetros obtenidos de este ensayo fueron la rigidez y deformación cada 5 kg, así como la total (Figura 5). Se realizó un análisis factorial de Componentes Principales para reducir estos parámetros a un número menor que permitieran comparar el comportamiento de los materiales.

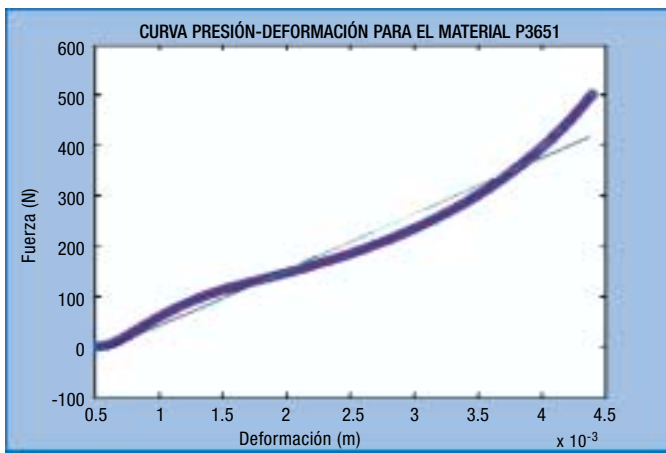


Figura 5. Curva característica de una ensayo de compresión estática (Fuerza aplicada (N) en función de la deformación que adquiere el material). Las rectas que se aprecian son los ajustes por mínimos cuadrados que en este caso corresponden al total de la curva, su pendiente da una medida de la compresión estática del material.

Es de esperar que exista una relación entre la compresión estática y el confort y fatiga constituyendo un reto de futuro.

Análisis de impactos

El impacto de talón, es un transitorio en la componente vertical de las fuerzas de reacción durante la fase de transmisión del peso corporal al suelo. Este impacto tiene una duración aproximada de 20 ms, alcanzando hasta 0.8 veces el peso del cuerpo, apareciendo en algunos casos como un pico en la Fv (Figura 6) y en otros sólo se revela al derivar la Fv respecto al tiempo. Tanto por su magnitud como por la escasa duración, este impacto es capaz de activar los mecanoreceptores relacionados con la magnitud de las fuerzas así como los que se ven afectados por los cambios bruscos (Whittle, Orofino, Miller, 1994), influyendo por lo tanto de una manera u otra en el confort de las personas.

Actualmente el IBV está desarrollando un método para ensayar el suelo dinámicamente usando un rango de fuerzas y un periodo similares a los que se registran en una plataforma de fuerzas durante el instante del impacto de talón. El comportamiento del suelo frente a este impacto se correlacionará con la percepción de confort por parte de los usuarios. Este tipo de ensayos ya ha dado resultados significativos en estudios como los realizados por Whittle en el

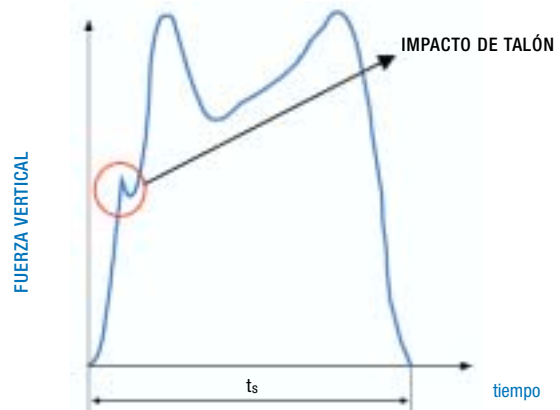


Figura 6. Pico característico relacionado con el impacto de talón que aparece en la mayoría de personas durante la marcha habitual.

que otro tipo de ensayo estándar conocido como "Ball rebound" obtuvo correlaciones inesperadamente positivas respecto a la percepción de confort. Los resultados podrían tener una aplicación inmediata en pavimentos destinados a lugares como las escaleras en donde los efectos son mayores.

CONCLUSIONES

La adecuación de los pavimentos a las necesidades de confort y seguridad de todas las personas requiere un enfoque holístico para el estudio de los parámetros que protagonizan su interacción. Así, la percepción, las propiedades del suelo y el estudio de los parámetros biomecánicos de la marcha humana, han de ser considerados para generar criterios de diseño acertados.

Los valores obtenidos tras el estudio horizontal demuestran la influencia de los suelos en las caídas, acentuando la necesidad de actuar elaborando criterios de adecuación "universal" como el establecido para la fricción. Por otro lado, los ensayos mecánicos desarrollados están consiguiendo identificar los diferentes comportamientos de los suelos, situando el estudio en disposición de evaluar las relaciones que puedan existir entre estos valores y la Seguridad y el Confort de los suelos.

El pavimento, como cualquier otro producto susceptible de ser orientado al usuario, debe apoyarse en los aspectos perceptivos que transmite, contando así con criterios que modulen sus propiedades físicas resaltándolas en unos casos o limitando su percepción en otros. Estudios de la percepción de los usuarios como el realizado en este proyecto pueden aportar un valor complementario a los fabricantes que comprendan la importancia de adecuar sus productos a las expectativas de los usuarios.

AGRADECIMIENTOS

IMSERSO, TAU CERÁMICA, PEMARSA.