

02-028

URBAN DESIGN TOOLS: 360 PANORAMA FOR STUDYING PEDESTRIANS' PERCEPTION OF SAFETY

Higuera Trujillo, Juan Luis⁽¹⁾; Llinares Millán, Carmen⁽²⁾; Castilla Cabanes, Nuria⁽³⁾

⁽¹⁾Universitat Politècnica de València. Instituto de Investigación e Innovación en Bioingeniería,

⁽²⁾Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, ⁽³⁾Universitat Politècnica de València.

Walking, the most common mode of transport, is a risky activity. In recent years, the number of traffic victims has decreased, but pedestrian mortality remains high. Therefore, studying their needs and the involved urban design factors is fundamental. In this sense, the subjective feeling of insecurity must be taken into account for its emotional and behavioural effect. Environmental-simulations based on photographs are often used for its analysis, but 360 panoramas shown by head-mounted displays offer promising possibilities. However, they should be analyzed. This was the objective of the study: to study the validity of the 360 panoramas regarding to the specific case of the study of the pedestrians' perception of safety in urban environments. To do this, the psychological responses evoked by 10 physical scenarios were compared to the responses evoked by their 360 panorama simulations. Analyses indicate they offer similar psychological responses, suggesting that they are an appropriate tool for an exhaustive study of pedestrians' perception of safety. Results are of general interest to researchers using this environmental-simulation tool, and specifically to those focusing on urban design.

Keywords: *Environment simulation; 360° Panorama; Urban areas design; Pedestrian safety*

HERRAMIENTAS DE DISEÑO URBANO: EL PANORAMA 360 PARA EL ESTUDIO DE LA PERCEPCIÓN DE SEGURIDAD DEL PEATÓN

Caminar, la forma de transporte más común, es una actividad de riesgo. En los últimos años se ha reducido el número de víctimas de tráfico, pero la mortalidad de los peatones sigue siendo considerable. Por consiguiente, estudiar sus necesidades y los factores de diseño urbano involucrados es fundamental. En este sentido, la sensación subjetiva de inseguridad debe tenerse en cuenta por su efecto emocional y comportamental. Para su análisis, suele recurrirse a simulaciones ambientales basadas en fotografías, pero los panoramas 360 mostrados a través de cascos de realidad virtual ofrecen posibilidades prometedoras. Sin embargo, deben ser analizados. Concretamente, este fue el objetivo del estudio: estudiar la validez de los panoramas 360 en cuanto al caso específico del estudio de la percepción de seguridad del peatón en el entorno urbano. Para hacerlo, se compararon las respuestas psicológicas evocadas por 10 escenarios físicos con las respuestas evocadas por la simulación panoramas 360 de éstos. Los análisis indican que ofrecen respuestas psicológicas parecidas, sugiriéndose que es una herramienta apropiada para un estudio exhaustivo de la percepción de seguridad del peatón. Los resultados son de interés general para investigadores que utilicen esta herramienta de simulación ambiental, y específicamente para aquellos centrados en diseño urbano.

Palabras clave: *Simulación entorno; Panorama 360°; Diseño áreas urbanas; Seguridad peatón*

Correspondencia: Carmen Llinares Millán; cllinare@omp.upv.es



©2018 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

Caminar, la forma de transporte más común, es una actividad de riesgo. En 2015 fallecieron 367 peatones en accidentes de tráfico, y 14155 resultaron heridos. Aunque en los últimos años la tendencia es la reducción del número de víctimas de tráfico, un considerable porcentaje de los fallecidos siguen siendo peatones en ciudad y en el colectivo de mayores de 65 años ha aumentado (DGT, 2016). El importante descenso de la mortalidad viaria se debe en gran parte a las políticas públicas de las últimas décadas, pero los peatones en general y particularmente los colectivos con dificultades físicas y/o cognitivas (Tournier, Dommès, & Cavallo, 2016) requieren un tratamiento especial. Por consiguiente, estudiar sus necesidades y los factores involucrados es fundamental.

En este sentido, muchos estudios se han centrado en identificar situaciones de riesgo y sus causas en relación al diseño. Sin embargo, aunque estos trabajos suponen importantes pasos hacia la mejora de la seguridad, junto al riesgo objetivo de accidente existe una sensación subjetiva de inseguridad que ha de tenerse en cuenta por su efecto emocional y comportamental en los peatones (Sælensminde, 2004). Este concepto ha sido puesto en valor a través de diferentes teorías entre la que destaca la "teoría del riesgo aceptado y percibido" (Taylor, 1964), según la cual los usuarios de un sistema de tráfico modifican su comportamiento buscando un nivel de riesgo aceptado. Por tanto es de vital importancia minimizar la diferencia entre el riesgo percibido y el objetivo, ya que la siniestralidad aumenta en los lugares donde estos dos no son consistentes. De hecho, tal es la importancia de la percepción de seguridad en general a nivel emocional, que forma parte de un modelo psicológico tan reconocido como el PAD de Russell & Mehrabian (1977), dentro del cual se integra como "Dominancia".

Para el estudio de la repercusión del diseño en esta percepción, suele recurrirse a simulaciones ambientales ya que proporcionan un marco común al que referirse (Kwartler, 2005). A la hora de visualizarlas se dispone de multitud de sistemas (combinación de formato y dispositivo) que han ido incorporándose a medida que la técnica lo ha hecho posible. Por un lado, entre los formatos -entendidos como el estándar de codificación- destaca la fotografía y, más actualmente, la realidad virtual y sincretismos entre la fotografía y la realidad virtual (como Google Street View). Por otro lado, los dispositivos -entendidos como el soporte tecnológico para la visualización del formato- pueden clasificarse de acuerdo a su capacidad de aislar a su usuario de la realidad física (Rangaraju & Terk, 2001). Así, existen dispositivos no-inmersivos, como los de tipo desktop; semi-inmersivos, como las CAVEs; e inmersivos, como los de tipo casco (HMD). Actualmente se tiende a estos últimos, debido a que puede ofrecer mayor sensación de Presencia entendida como la ilusión de "estar ahí" (Steuer, 1992). Sin embargo, aunque cada vez ofrecen mayor capacidad técnica y son más accesibles (Parsons, 2015), subyace la idea de que una simulación siempre estará limitada en cuanto al espacio físico (Moscoso, Matusiak, Svensson, & Orleanski, 2015; Wood & Fels, 2008). Lo que ha incentivado el estudio de su utilidad a la hora de extrapolar al espacio físico o real las conclusiones extraídas por estos sistemas de simulación.

En el ámbito de la investigación del comportamiento humano se ha analizado a través del concepto de validez: la capacidad de evocar una respuesta en el usuario similar a la que produciría de tratarse de un entorno físico (Rohrman & Bishop, 2002). Así, se ha demostrado por ejemplo que las respuestas psicológicas de belleza evocadas por fotografías de espacios exteriores son similares a las evocadas por los entornos físicos representados (Hull IV & Stewart, 1992). Sin embargo, recientemente se ha encontrado que

en el caso de la evaluación de la Dominancia en interiores los nuevos Panoramas 360 mostrados a través de cascos de realidad virtual (HMD) ofrecen posibilidades prometedoras (Higuera-Trujillo, López-Tarruella, & Llinares Millán, 2017) substancialmente superiores a las fotografías. No obstante, dada la particular configuración de los espacios urbanos, estas conclusiones deben ser revisadas en este tipo de entornos antes de incorporar su uso para el estudio del comportamiento humano o el diseño en espacios urbanos.

2. Objetivos

El objetivo general del presente trabajo fue valorar la validez de los Panoramas 360 para el estudio de la percepción de Dominancia y Seguridad del peatón en entornos urbanos. Específicamente, las cuestiones que se trataron de responder fueron las siguientes:

C1: ¿Los Panoramas 360 en HMD de entornos urbanos son capaces de generar una alta sensación de Presencia?

C2: ¿Hasta qué punto son las respuestas psicológicas evocadas por los entornos urbanos físicos, similares a las evocadas por sus simulaciones a través de Panoramas 360 en HMD?

3. Metodología

La metodología se basa en dos estudios de campo, en los que se recogieron las respuestas psicológicas de sus participantes. Uno se centró en entornos urbanos físicos, recogiendo las respuestas evocadas *in situ* por estos ambientes; y otro en sus simulaciones Panorámicas 360 en HMD, recogiendo las respuestas evocadas en condiciones controladas de laboratorio. Ambos estudios de campo siguieron el mismo protocolo, salvando el número de entornos que evaluaba cada participante: sólo uno en el caso de entornos físicos (al ser voluntarios captados en la calle), y seis en el caso de entornos 360. Según este protocolo, cada participante visualizaba el entorno detenidamente durante un minuto, prestando especial atención a todos los elementos, y a continuación respondía al cuestionario teniendo en cuenta su voluntad de cruzar al otro lado de la calle. El tiempo medio para completarlo fue de 5 minutos para el entorno físico, y de 35 para los seis entornos 360. La Tabla 1 muestra un resumen de los aspectos del experimento, que en las siguientes secciones se detallan.

Tabla 1: Resumen del experimento.

	Entornos físicos	Entornos 360 en HMD
Estudio de campo	In situ	Simulación en laboratorio
Estímulos	1 entorno por participante	6 entornos por participante
Muestra	250 participantes	20 participantes
Cuestionario	8 conceptos relacionados con la percepción de Dominancia y Seguridad	
Análisis	Cuestión 1: Análisis descriptivo de medias para la sensación de Presencia de cada simulación	
	Cuestión 2: Test de Mann-Whitney, entre las valoraciones de los conceptos en los entornos físicos y en sus simulaciones	

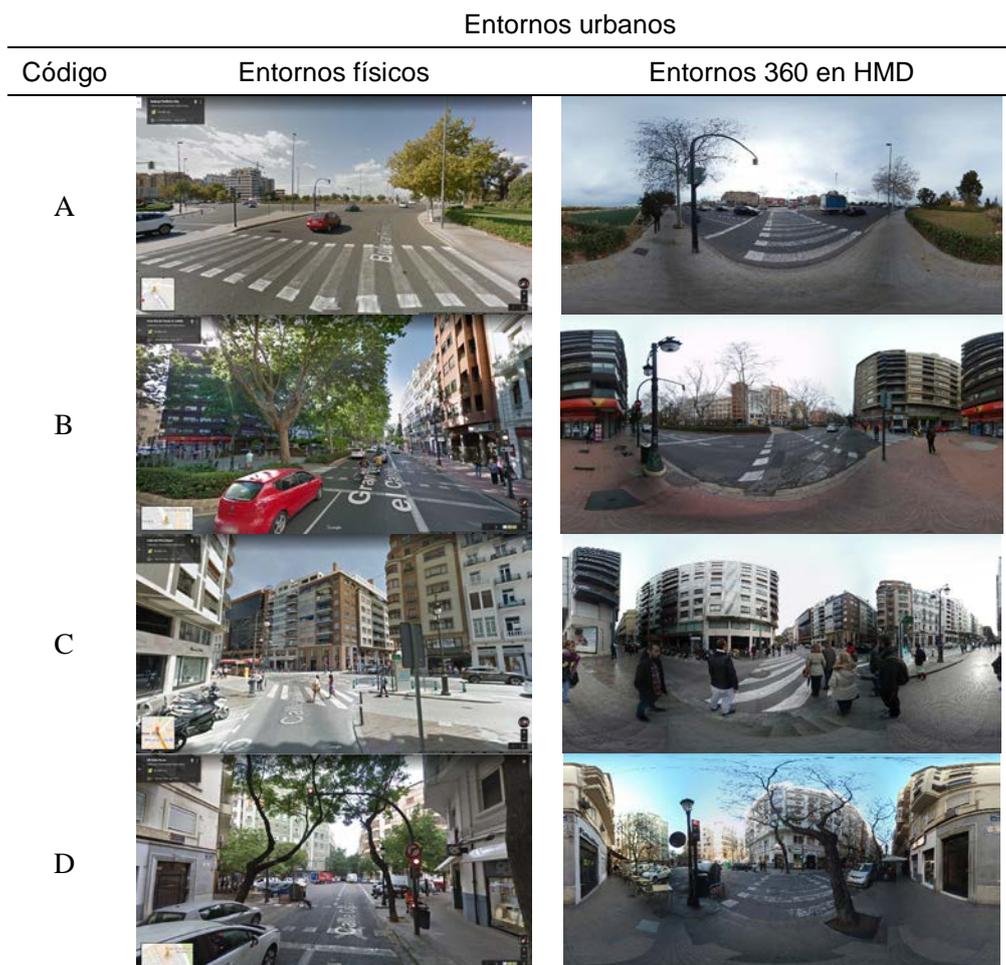
3.1. Estímulos

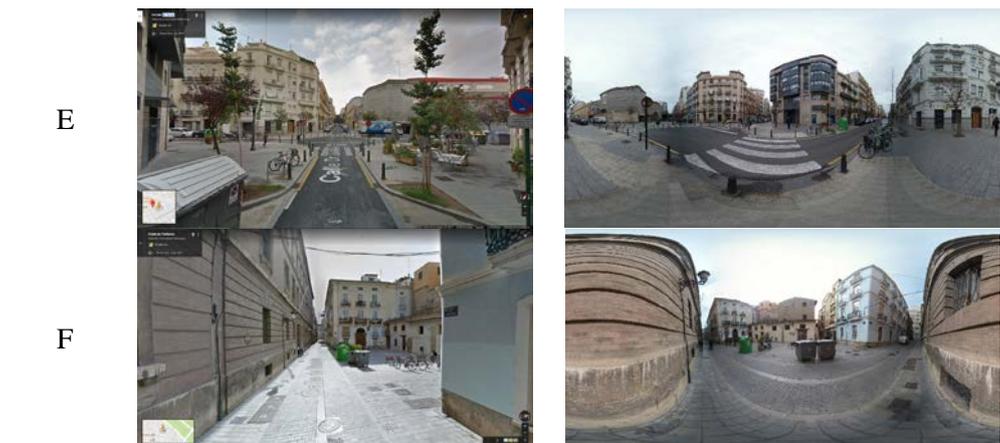
Los estímulos fueron seis entornos urbanos de la ciudad de Valencia (España). La elección de éstos se basó en tratar de conseguir una variabilidad amplia en cuanto a la percepción de Dominancia y Seguridad del peatón. Dependiendo del estudio de campo fueron de diferente naturaleza:

- Para el estudio *in situ*, los propios estímulos físicos.
- Para el estudio en laboratorio, sus simulaciones mediante Panoramas 360 en HMD. Estos se generaron mediante la cámara Samsung Gear VR y fueron montados en formato .jpg mediante el software Kolor Autopano Giga v4.4, con resolución final de 4000x2000 píxeles a 300 puntos por pulgada en formato. La visualización se realizó mediante un dispositivo HMD “HTC Vive” (2160x1200 píxeles, campo de visión de 110° y frecuencia de refresco de 90Hz), conectado al PC de investigación –Acer Predator G6- mediante DisplayPort 1.2 y USB 3.0. El desempeño del sistema completo resultó fluido durante toda la experiencia.

La Figura 1 recopila los entornos urbanos seleccionados, y los Panoramas 360 empleados para cada uno.

Figura 1. Entornos urbanos valorados (izquierda) y su representación en Panorama 360.





3.2. Muestra

Un total de 270 participantes formaron parte del estudio: 250 en entornos urbanos (voluntarios captados en la calle), y 20 en laboratorio (inscritos para el experimento). En ambas situaciones, el colectivo de mayores de 65 estuvo representado, y la muestra de hombres y mujeres fue balanceada. La Tabla 2 muestra estos aspectos.

Tabla 2: Características de los participantes.

	Entornos físicos	Entornos 360 en HMD
Total de participantes	250	20
Balanceo de sexo en total	47 % hombres; 53 % mujeres	50 % hombres; 50 % mujeres
Participantes senior	38	6
Balanceo de sexo en senior	53 % hombres; 47 % mujeres	67% hombres; 33 % mujeres

3.3. Cuestionario

El cuestionario recogía 3 tipos de variables:

- Demográficas de los participantes del sujeto. Sexo, y edad.
- Percepción de Dominancia y Seguridad. Siete conceptos relacionados con la percepción de Dominancia: los seis conceptos que según Mehrabian & Russell (1974) la describen (“controlador”, “influyente”, “despreocupado”, “importante”, “dominante”, y “autónomo”), que fueron estudiados en su media; la percepción global de Dominancia mediante los pictogramas SAM (Bradley & Lang, 1994); y una autoevaluación de “Seguridad Percibida”. Todos los tipos fueron evaluados mediante una escala Likert de -4 a 4.
- Presencia. Para cuantificar la sensación de Presencia en las simulaciones ambientales, se utilizó el Test SUS. Este consta de seis ítems valorados en una escala Liker de 1 a 7. Desarrollado por (Slater, Usoh, & Steed, 1994), ha sido utilizado por ejemplo para estudiar la influencia de la sensación de Presencia en la elicitación de estados emocionales (Riva et al., 2007).

3.4. Procesamiento de datos

Una vez recopilada y anonimizada la base de datos con las respuestas de los participantes, se realizó el análisis estadístico. Para ello se empleó el software IBM SPSS v.16.0, ejecutándose los tratamientos indicados en la anterior Tabla 1.

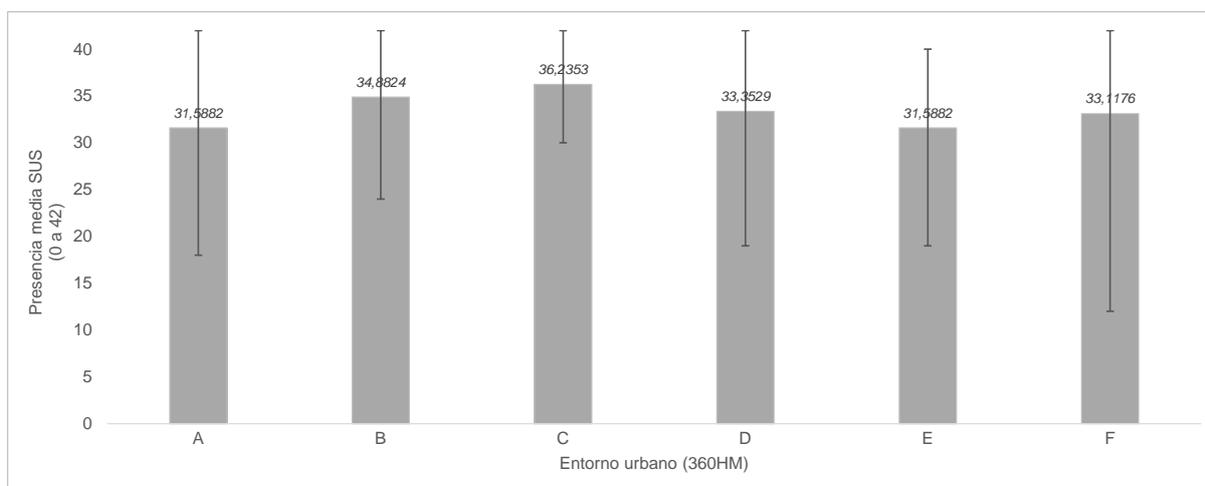
4. Resultados

Los resultados se dividen entre los relativos a las dos cuestiones de estudio: el nivel de Presencia generado por las simulaciones, y la similitud entre las respuestas psicológicas evocadas por los entornos urbanos físicos y sus simulaciones.

4.1. Análisis de los niveles de Presencia generados por Panoramas 360 en HMD.

Los niveles medios de la sensación Presencia por participante (según el cuestionario SUS) fueron calculados para cada entorno urbano (Figura 2). Atendiendo a los resultados obtenidos por estudios con tecnologías análogas (Sas & O'Hare, 2003; Slater & Steed, 2000) no sólo se consideraron suficientes para esta investigación, sino que indican que los Panoramas 360 en HMD de entornos urbanos son capaces de generar una alta sensación de Presencia.

Figura 2. Nivel de Presencia medio por participante, en cada Entornos 360 HMD.

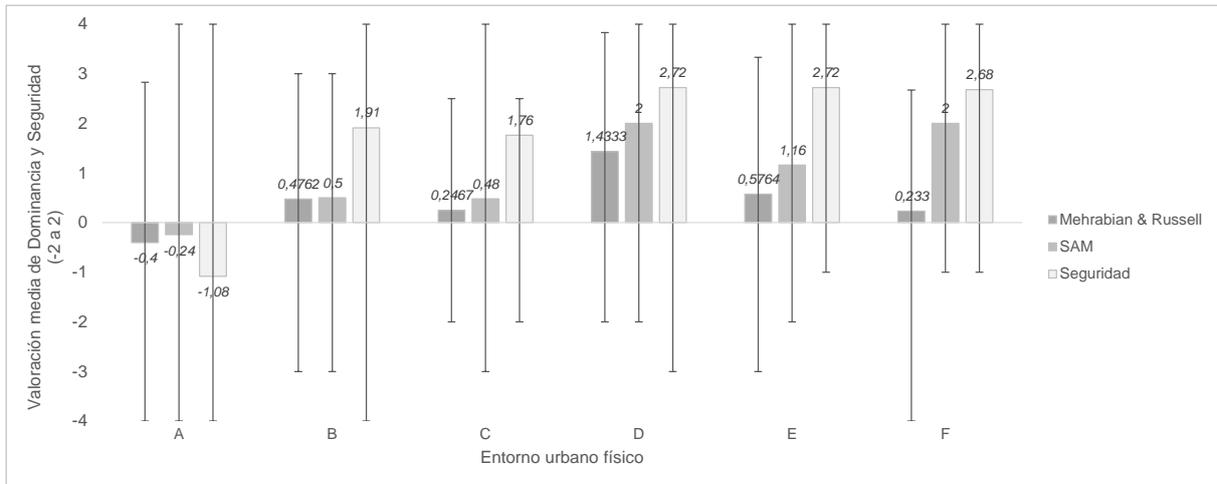


4.2. Análisis de la similitud entre las valoraciones evocadas por los entornos físicos y por sus simulaciones Panorama 360 en HMD.

Las valoraciones de Dominancia y Seguridad fueron estudiadas a través de tres variables: la media de los seis conceptos recogidos por Mehrabian & Russell, la percepción global de Dominancia mediante los pictogramas SAM, y la autoevaluación de Seguridad Percibida.

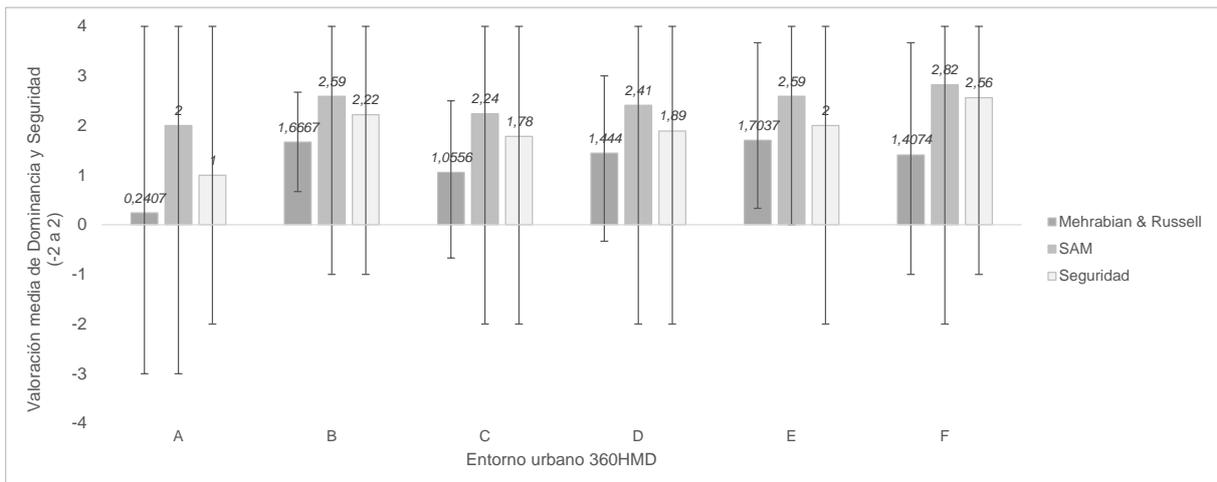
En cuanto al análisis descriptivo de medias, se manifiesta variabilidad en cuanto a la percepción de Dominancia y Seguridad mediante estas tres medidas en los entornos físicos, por lo que podría entenderse que la elección de puntos fue correcta (Figura 3).

Figura 3. Nivel de Dominancia y Seguridad medio en cada entorno físico.



Esta misma variabilidad se encuentra en los entornos 360° en HMD (Figura 4), lo que adelanta la similitud de valoraciones evocadas por ambos tipos de entornos.

Figura 4. Nivel de Dominancia y Seguridad medio en cada entorno 360 HMD.



A nivel estadístico, éstas se calcularon buscando diferencias significativas entre ambas condiciones. Para ello, el test de Mann-Whitney fue aplicado (se encontró la no-normalidad de los datos), indicando la existencia de éstas sólo en la variable SAM (Tabla 3). Que sólo se haya encontrado en esta variable (para casi todos los entornos) genera tres reflexiones:

- Que el sistema de simulación 360 HMD es apropiado para estudios sobre la respuesta psicológica de Dominancia y Seguridad en entornos urbanos.
- Que la variable SAM podría no ser suficientemente exhaustiva para estudiar la Dominancia en entornos urbanos. No obstante, mayores indagaciones deberían llevarse al respecto.
- Que, al menos en el caso de utilizar simulación 360 HMD, para los estudios sobre la respuesta psicológica de Dominancia y Seguridad en entornos urbanos parece más apropiado el uso de las otras dos variables (la media de los seis conceptos recogidos por Mehrabian & Russell, y la autoevaluación de Seguridad Percibida).

Tabla 3: Diferencias entre las respuestas evocadas por los entornos físicos y por sus simulaciones Panorama 360 en HMD.

Entorno urbano		Valoración		
		Mehrabian & Russell	SAM	Seguridad
A	U-Mann-Whitney	86,500	83,500	61,500
	W-Wilcoxon	411,500	408,500	386,500
	Z	-1,016	-3,343	-2,015
	Significancia	,310	,001	,044
B	U-Mann-Whitney	56,000	62,000	94,500
	W-Wilcoxon	287,000	315,000	347,500
	Z	-1,745	-3,599	-,202
	Significancia	,081	,000	,840
C	U-Mann-Whitney	70,500	104,500	102,000
	W-Wilcoxon	395,500	429,500	147,000
	Z	-1,643	-2,803	-,417
	Significancia	,100	,005	,677
D	U-Mann-Whitney	109,000	185,000	82,500
	W-Wilcoxon	154,000	510,000	127,500
	Z	-,137	-,725	-1,239
	Significancia	,891	,469	,215
E	U-Mann-Whitney	69,000	120,000	88,000
	W-Wilcoxon	369,000	445,000	133,000
	Z	-1,579	-2,429	-,991
	Significancia	,114	,015	,322
F	U-Mann-Whitney	65,500	125,000	106,500
	W-Wilcoxon	390,500	450,000	151,500
	Z	-1,837	-2,307	-,244
	Significancia	,066	,021	,807

5. Conclusiones

En este trabajo se avanza en la validación a través de respuestas psicológicas de las simulaciones ambientales mediante Panoramas 360° en HMD.

Por un lado, se ha encontrado que los participantes sienten una alta Presencia en estas simulaciones. Podría proponerse, eso se deba a que la combinación del Panorama 360 con dispositivos HMD de última generación (que permiten visualizar imágenes de alta resolución a una alta frecuencia de refresco) generan una experiencia realista y fluida de manera altamente inmersiva. Esto podría justificar los valores comparativamente más altos que otros estudios que han empleado tecnologías anteriores. En otro orden de cosas, el alto nivel de

Presencia podría tener alguna repercusión en la validez a nivel psicológico, pero estudios diseñados a tal efecto deberían ser realizados para afirmarlo y cuantificarlo.

Por otro lado, los resultados muestran que los Panoramas 360° de entornos urbanos generan una respuesta similar a los generados por los entornos representados. Esto resulta interesante, atendiendo a que la pérdida de dinamismo inherente a la fotografía parece no resultar trascendental en ambientes urbanos. No obstante, futuras líneas de investigación podrían centrarse en estudiar los posibles beneficios de incorporar el vídeo panorámico 360.

Debido a que actualmente el formato fotográfico de Panorama 360 en HMD es fácil de implementar, es un sistema de representación útil tanto para profesionales involucrados con el comportamiento humano; como investigadores y diseñadores.

6. Referencias

- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavioral Therapy and Experimental Psychiatry*, 25, 49–59.
- DGT. (2016). Los peatones, los más vulnerables. Retrieved April 12, 2017, from http://revista.dgt.es/es/noticias/nacional/2016/12DICIEMBRE/1212peatones-accidentalidad-infografia-detalle.shtml#.Ws_PApeYO70
- Higuera-Trujillo, J. L., López-Tarruella, J., & Llinares Millán, C. (2017). Psychological and physiological human responses to simulated and real environments: A comparison between Photographs, 360° Panoramas, and Virtual Reality. *Applied Ergonomics*, 65, 398–409.
- Hull IV, R. B., & Stewart, W. P. (1992). Validity of photo-based scenic beauty judgments. *Journal of Environmental Psychology*, 12(2), 101–114. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80063-5](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80063-5)
- Kwartler, M. (2005). Visualization in support of public participation. In I. Bishop & E. Lange (Eds.), *Visualization in landscape and environmental planning* (pp. 251–260). London, UK: Taylor & Francis.
- Mehrabian, A., & Russell, J. A. (1974). *An approach to environmental psychology*. Cambridge, USA: MIT Press.
- Moscoso, C., Matusiak, B., Svensson, U. P., & Orleanski, K. (2015). Analysis of stereoscopic images as a new method for daylighting studies. *ACM Transactions on Applied Perception*, 11(4), 21.
- Parsons, T. D. (2015). Virtual Reality for enhanced ecological validity and experimental control in the clinical, affective and social neurosciences. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 660.
- Rangaraju, N., & Turk, M. (2001). Framework for immersive visualization of building analysis data. In E. Banissi, F. Khosrowshahi, M. Sarfraz, & A. Ursyn (Eds.), *Fifth International Conference on Information Visualisation* (pp. 37–42). London, UK: IEEE.
- Riva, G., Mantovani, F., Capideville, C. S., Preziosa, A., Morganti, F., Villani, D., ... Alcañíz, M. (2007). Affective interactions using Virtual Reality: the link between Presence and Emotions. *CyberPsychology & Behavior*, 10(1), 45–56.
- Rohrmann, B., & Bishop, I. D. (2002). Subjective responses to computer simulations of urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 22, 319–331. <https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0206>
- Russell, J. A., & Mehrabian, A. (1977). Evidence for a three-factor theory of emotions. *Journal of Research in Personality*, 11(3), 273–294.
- Sælensminde, K. (2004). Cost–benefit analyses of walking and cycling track networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic.

- Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(8), 593–606.
- Sas, C., & O'Hare, G. M. (2003). Presence Equation: An Investigation into Cognitive Factors Underlying Presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 12(5), 523–537.
- Slater, M., & Steed, A. (2000). A Virtual Presence Counter. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 9(5), 413–434.
- Slater, M., Usoh, M., & Steed, A. (1994). Depth of Presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 3(2), 130–144.
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: dimensions determining telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73–93.
- Taylor, D. H. (1964). Drivers' galvanic skin response and the risk of accident. *Ergonomics*, 7(4), 439–451.
- Tournier, I., Dommès, A., & Cavallo, V. (2016). Review of safety and mobility issues among older pedestrians. *Accident Analysis & Prevention*, 91, 24–35.
- Wood, D., & Fels, J. (2008). The natures of maps: cartographic constructions of the natural world. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 43(3), 189–202.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Ministerio del Interior-Dirección General de Tráfico. España. (Proyecto SPIP2017-02220)