

Paisaje Urbano-Territorial: Indicadores, técnica, definición y evaluación de paisajes virtuales modelizados para su aplicación en arquitectura y urbanismo



Grado en Fundamentos de la Arquitectura

Trabajo fin de Grado

Autor:
Luca Damián Pereiro Macías

Tutor:
María Clara García Mayor

Junio 2017

ÍNDICE

	PÁG
1. INTRODUCCIÓN	3-4
2. MÉTODO	5
3. ESTADO DEL ARTE	6-9
4. PERCEPCIÓN	10-18
5. DEFINICIÓN Y EVALUACIÓN MEDIANTE INDICADORES	
5.1 PAISAJE REAL - INDICADORES	19-24
5.2.1 PAISAJE VIRTUAL – TÉCNICA, DEFINICIÓN Y EVALUACIÓN MEDIANTE INDICADORES	25-27
5.2.2 PAISAJE VIRTUAL – APLICACIÓN DE INDICADORES EN VIDEOJUEGOS	27-44
6. TECNOLOGÍA Y PASOS PARA EL DESARROLLO DE CONTEXTOS VIRTUALES	45-48
7. LOS ESPORTS COMO CAMPO DE PRUEBA	49-50
8. APLICACIÓN EN ARQUITECTURA Y URBANISMO	51-57
9. CONCLUSIONES	58-59
10. BIBLIOGRAFÍA	60-61

“Vivimos en una era de comunicación visual. Si las disciplinas de planeamiento quieren ser mejor comprendidas por el público tienen que trabajar con y en tres dimensiones” (Lange, 2000)

1. INTRODUCCIÓN

Las palabras de Eckart Lange sacan a relucir la importancia de los aspectos perceptivos fundamentalmente vinculados a lo visual a la hora de transmitir ideas y propuestas en relación con la ordenación del territorio. Uno de los campos de aplicación más inmediatos y en el que ya se están aplicando herramientas específicas es el Paisaje, incluido en los instrumentos de planeamiento; entendiendo éste como la interpretación de la realidad como herramienta para la toma de decisiones en la planificación territorial o en el desarrollo de proyectos arquitectónicos. No obstante, esta afirmación es igualmente cierta para otras disciplinas dado que, la posibilidad creciente de conocer la manera en que cada individuo interpreta su entorno o las actividades que realiza, recabar información sobre lo que siente u opina y, con esa información, elaborar patrones preferenciales que engloben a una colectividad, es un objetivo de las líneas de investigación de numerosos y diversos campos de estudio: urbanismo, ocio, tecnología, educación, entre otros.

Como campo experimental específico, hoy en día nos encontramos con que la industria del videojuego, en especial los denominados “*eSports*” o deportes electrónicos, se encuentra en continuo desarrollo y ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años. El mercado de los videojuegos ligado al ocio es el mayor generador de ingresos del sector multimedia, por encima de los tradicionales como la televisión o el cine, y realiza grandes inversiones en el desarrollo de algoritmos que proporcionan contextos hiperrealistas de juego. Este esfuerzo por conseguir gráficos cada vez más realistas se basa fundamentalmente en la representación de una serie de escenarios y paisajes que generen una experiencia de juego cercana a la experiencia real. Tal y como explica Sergio Colombo, arquitecto investigador especialista en herramientas digitales, el desarrollo de contextos virtuales realistas a través de las herramientas digitales cada vez más potentes, proporciona la posibilidad de desplazarse a lugares lejanos sin necesidad de viajar físicamente: “En este contexto, los ciudadanos cada vez más nómadas, por las

condiciones de vida que ofrece este nuevo siglo, tienen en sus manos, con el uso de las herramientas digitales, el poder de la ubicuidad, pues parecen estar en muchos lugares a la vez desde una misma ubicación.” (Colombo Ruiz, 2015).

La elección del tema y el enfoque de este trabajo de Fin de Grado está motivado por la experiencia del autor como jugador semiprofesional de *Hearthstone* - juego de estrategia de cartas para el ordenador -, en el cual he competido en multitud de eventos online y en vivo. En estos últimos, *Hearthstone* suele compartir recinto de competición con el resto de videojuegos con categoría de “*eSports*” por lo que he podido constatar en primera persona el creciente interés que han ido generando tanto en la industria audiovisual y de ocio como en el público general. Mi formación como arquitecto, la experimentación durante mis estudios con el espacio arquitectónico y urbano, ha construido una nueva manera de entender el contexto espacial en el que nos desenvolvemos y me ha generado un interés específico en la indagación sobre nuevas formas de comunicación y percepción y la generación de contextos espaciales reales, interesantes, diferentes y emocionantes. Una de las líneas de trabajo que más me interesa se basa en intentar relacionar mis descubrimientos y experimentaciones en las plataformas de juego audiovisual, con las múltiples posibilidades de creación de nuevos espacios para el ocio. Adicionalmente, otra de las cuestiones troncales de esta investigación es la aplicación de estas herramientas virtuales en el análisis de contextos reales para la búsqueda de soluciones en el ámbito del urbanismo y el paisaje, entre muchos otros campos como por ejemplo el de ofrecer opciones para aquellas personas que no puedan viajar físicamente aprovechando el desarrollo de la realidad virtual.

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo investigar qué aspectos y características hay que cuidar a la hora de modelar o desarrollar un paisaje virtual para que éste consiga generar en el usuario una experiencia perceptiva que se acerque lo máximo posible a aquello que experimentaría en el mundo real, así como aproximar algunos ejemplos de aplicación en la planificación del territorio y el desarrollo de proyectos urbanos y arquitectónicos.

2. MÉTODO

Para desarrollar el presente estudio se ha estructurado el trabajo en las siguientes cuatro frases:

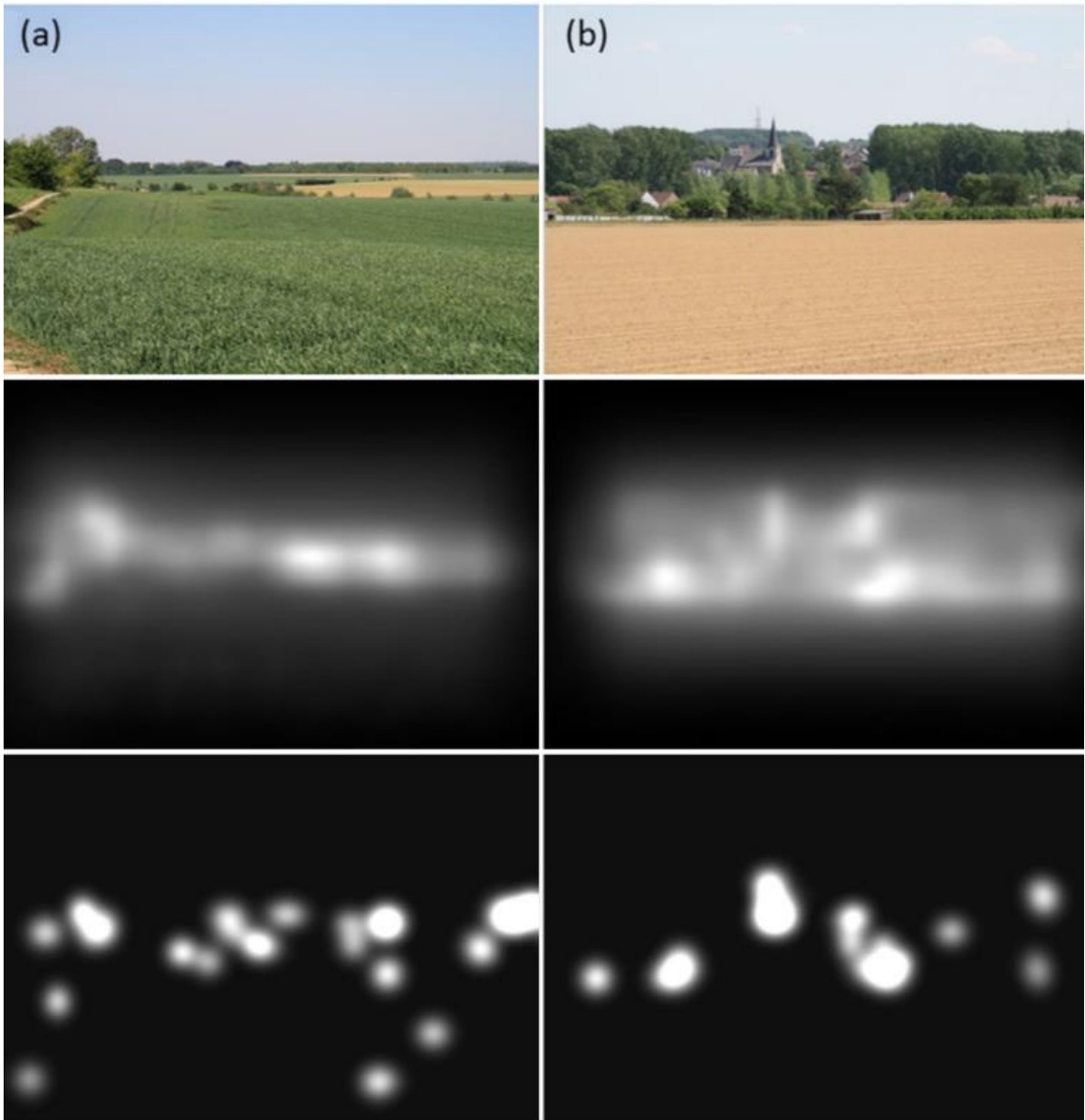
- En primer lugar se ha realizado una búsqueda de la literatura científica relacionada con los indicadores de paisaje, la percepción del paisaje, las herramientas digitales y la percepción, y la estructura visual y perceptiva de los paisajes; todo ello para estudiar qué elementos definen un entorno real a la hora de abordarlo de manera visual y cómo se evalúa este, identificando y elaborando un listado de aquellos indicadores de paisaje que se aplican en la valoración tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo.
- En segundo lugar, con la información recabada y los indicadores representativos en referencia al paisaje real se ha contrastado con aquellos factores referidos a la realidad virtual para determinar cuáles son los aspectos que tienen un común uno y otro, así como qué elementos de evaluación pueden ser aplicados en ambos casos. Como consecuencia de lo anterior se han establecido unas líneas a seguir y unos aspectos a cuidar a la hora de diseñar un paisaje virtual para, posteriormente, disponiendo de determinadas herramientas, poder evaluarlo y determinar su calidad y cómo es percibido.
- La tercera fase ha consistido en exponer algunos casos de estudio como el de dos áreas del Lago Lucerne (Suiza) del artículo de Eckart Lange 'The limits of realism: perception of virtual landscapes' y videojuegos como *Assassin's Creed*, *Final Fantasy* y *Counter-Strike* como ejemplos de un amplio abanico de propuestas cada vez más creciente de títulos centrados en alcanzar el desarrollo de entornos de juego hiperrealistas.
- Por último se ha revisado el empleo que actualmente se está dando a esta tecnología en el campo del urbanismo, el proyecto de paisaje y la arquitectura y se presenta una serie de propuestas de aplicación posibles.

3. ESTADO DEL ARTE

Hoy en día hay un interés creciente en el desarrollo de la realidad virtual como nueva tecnología y se está produciendo un gran esfuerzo en investigación e inversión en algoritmos para mejorarla. Esto permite que su aplicación vaya más allá del ocio y el entretenimiento, dando el salto a muchos otros campos como el de la investigación, la medicina, el entrenamiento militar y las simulaciones de vuelo, entre muchos otros. Además, mientras que hace unos años estaba al alcance de muy pocos, se ha ido produciendo una democratización del acceso a la tecnología ya que las diferentes empresas han ido desarrollando hardware para satisfacer las necesidades del público en general con un precio muy competitivo como es el caso de las Gear VR, gafas de realidad virtual que se conectan a un “Smartphone”.

Todos estos hechos han generado un incremento en el interés de realizar entornos virtuales cada vez más realistas, de manera que generen en el usuario una experiencia perceptiva comparable a la del mundo real.

En el campo de la percepción visual una referencia importante es el artículo “Comparing saliency maps and eye-tracking focus maps: The potential use in visual impact assessment based on landscape photographs” (Antrop, Dupont, Ooms & Van Eetvelde, 2016) de los investigadores Marc Antrop, Lien Dupont, Kristien Ooms y Veerle Van Eetvelde que han desarrollado un trabajo de investigación sobre los denominados “saliency maps”, se trata imágenes desarrolladas de manera virtual las cuales simplifican otra foto o imagen basándose en la calidad de sus píxeles y en propiedades como el color, intensidad o textura para predecir teóricamente los patrones de visualización. El objetivo de su trabajo es analizar cómo están correlacionados los “saliency maps” con los planos de patrones visuales de los participantes en el estudio, los cuales muestran de manera gráfica qué puntos de una imagen o contexto concentran la atención de estos. En la imagen 1 (Img. 1) puede observarse la comparación entre los “saliency maps” (segunda fila) y los planos de atención visual de un observador (tercera fila), obtenidos a partir de dos fotos de paisajes reales.



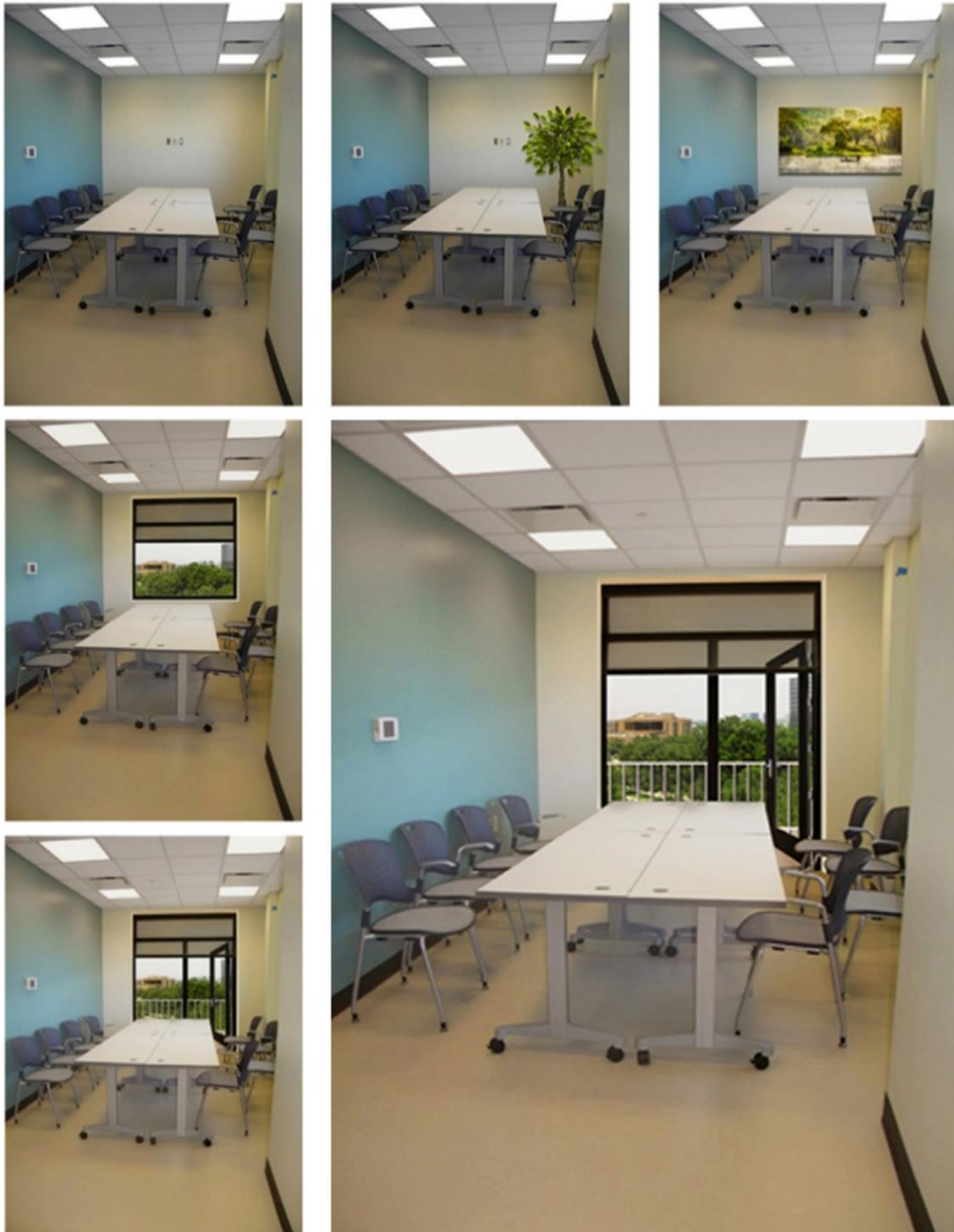
Img. 1 – Fotos de paisaje real y comparación de “saliency maps” y planos de atención visual (fuente: “Comparing saliency maps and eye-tracking focus maps: The potential use in visual impact assessment based on landscape photographs”)

En lo referente a la percepción acústica Mark Lindquist, Eckart Lange y Jian Kang han publicado el artículo "From 3D landscape visualization to environmental simulation: The contribution of sound to the perception of virtual environments" (Lindquist, Lange & Kang, 2016) en el que exponen su investigación sobre la contribución del sonido en la percepción de entornos virtuales, sacando conclusiones como que el realismo y la preferencia personal del usuario es directamente proporcional a la congruencia entre el aspecto visual y el contenido sonoro del contexto.

Constanza Montiel y Mauricio Loyola de la Universidad de Chile en "Realidad Virtual como medio de representación de la experiencia espacial: Su uso en el diseño participativo" (Montiel & Loyola, 2016) estudian las diferencias existentes entre la realidad virtual y los medios de representación arquitectónica tradicionales a la hora de generar una mejor experiencia y comprensión espacial del público en general para que posteriormente estos puedan formar parte en el diseño participativo de proyectos de arquitectura o urbanismo.

En cuanto a la modelización y desarrollo de ciudades y territorios virtuales, en Barcelona surgió en el 2001 el Laboratorio de Modelización Virtual de la Ciudad "cuyo objetivo es el de combinar las nuevas tecnologías dirigidas al análisis espacial, la gestión del territorio y la representación del urbanismo y la arquitectura, haciendo converger el modelado virtual arquitectónico y urbano con los sistemas de información geográfica" (Lupiañez González, 2004). Tal y como explican los investigadores J.Valencia, A. Muñoz-Nieto y P. Rodríguez-Gonzálvez de la Universidad de Salamanca en su artículo "Virtual Modeling for cities of the future. State-of-the art and future challenges", en los últimos años se están logrando grandes avances en la creación de software para el intercambio de información espacial 3D. Se están desarrollando múltiples e innovadores programas para publicar y difundir información a través de internet, sobretodo modelados 3D que dispongan de interoperabilidad entre los diferentes programas. "Se busca que el usuario pueda acceder a modelos 3D para un propósito determinado en el momento, con cualquier ordenador, en cualquier parte del mundo, en cualquier momento del día e independientemente del software con el que trabaje" (Muñoz-Nieto, Valencia & Rodríguez-Gonzálvez, 2015).

Por su parte, Adeleh Nejati, Susan Rodiek y Mardelle Shepley en su artículo “Using visual simulation to evaluate restorative qualities of access to nature in hospital staff break areas” (Nejati, Rodiek & Shepley, 2016), exponen un estudio para evaluar, mediante el uso de simulación visual (como se muestra en Img. 2), las cualidades restauradoras de tener acceso a la naturaleza en las zonas de descanso del personal de hospitales.

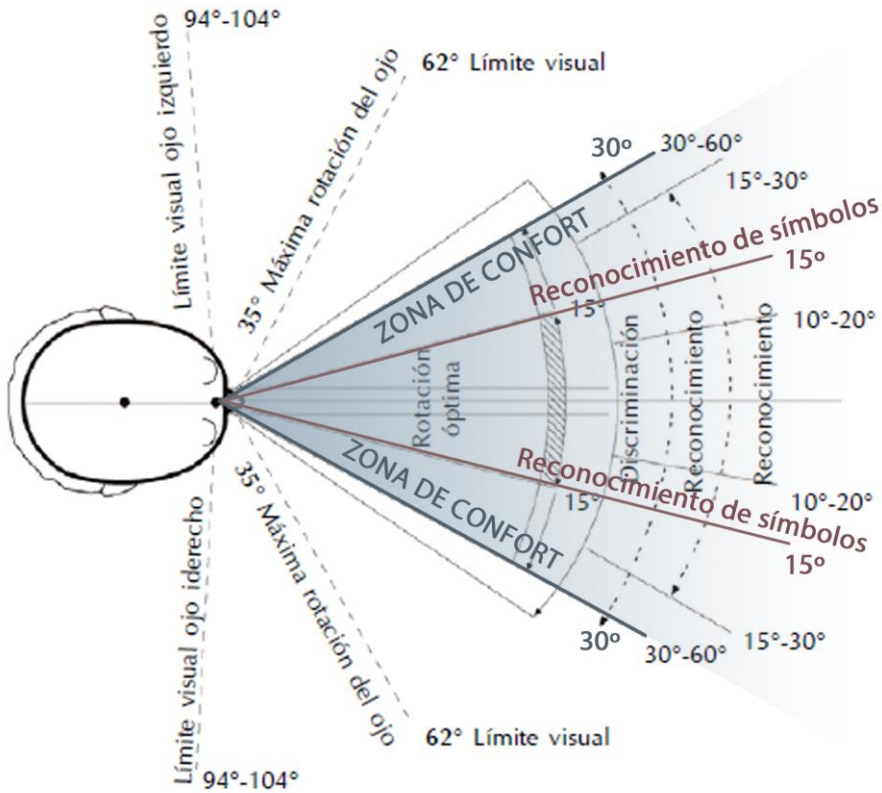


Img. 2 – Simulaciones visuales empleadas en el estudio mostrando la imagen original seguida de simulaciones con diferentes grados de acceso a la naturaleza (fuente: “Using visual simulation to evaluate restorative qualities of access to nature in hospital staff break areas”)

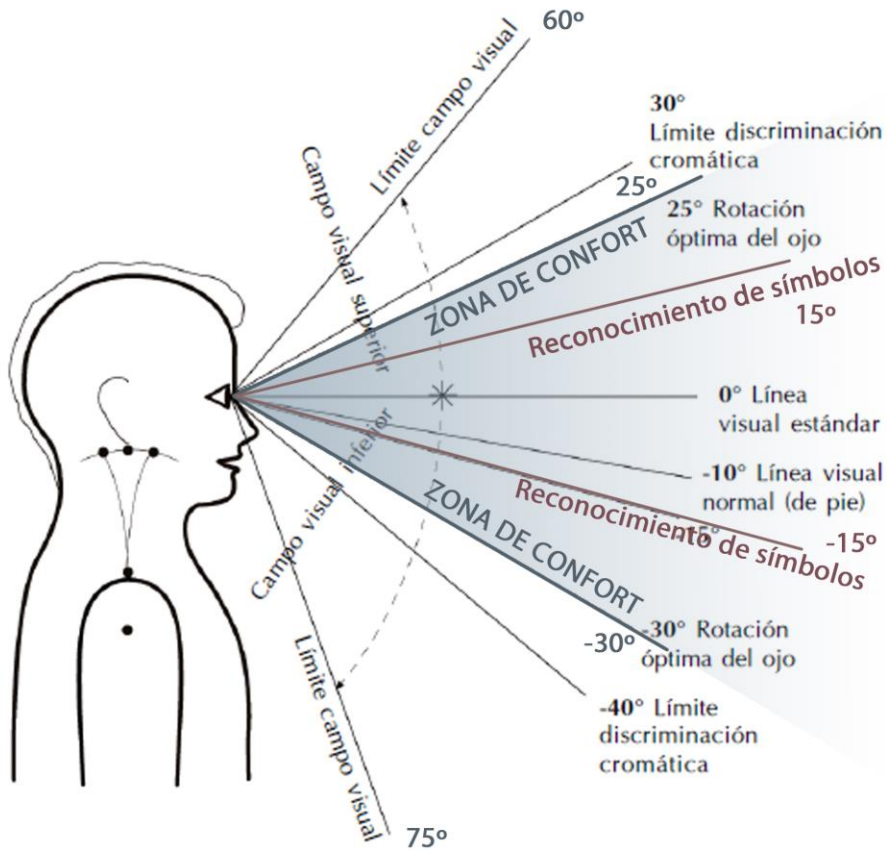
4. PERCEPCIÓN

El diccionario de la RAE define percepción como: “sensación interior que resulta de una impresión material hecha en nuestros sentidos” (DRAE, 2014). De estos sentidos podemos determinar cuál de ellos desempeña un papel más importante atendiendo a los resultados obtenidos por los investigadores García-Abad y Moreno (1996) en su artículo “Cartografía de la calidad visual del paisaje: Reflexiones teóricas y ejemplo de aplicación” en el cual afirman que “el 83% de nuestra percepción se realiza por la vista, quedando el 12% para el oído, 3,5% para el olfato y 1,5% para el tacto”.

Sabemos, por tanto, que la principal herramienta de percepción de la que disponemos es la vista, por lo que gran parte del presente trabajo se enfoca en este sentido. La **percepción visual** puede definirse como: “la capacidad de interpretar la información y el entorno de los efectos de la luz visible que llega al ojo”. En las siguientes imágenes (Img. 3 e Img. 4) podemos ver que el campo visual humano comprende aproximadamente unos 124º de límite de visión binocular en el plano horizontal (62º a cada lado); no obstante en este plano el área de enfoque o zona de confort es menor, de unos 60º (30º a cada lado), mientras que el reconocimiento de símbolos se produce en los primeros 30º (15º a cada lado). Por otro lado, el entorno visual en el plano vertical ya no es simétrico como ocurre con el horizontal; el límite en este plano es de 60º por la parte superior y 75º por la inferior; el área de enfoque abarca 25º en la parte superior y 30º en la inferior, mientras que el reconocimiento de símbolos, al igual que ocurre en el plano horizontal, se produce en los primeros 30º (15º a cada lado):

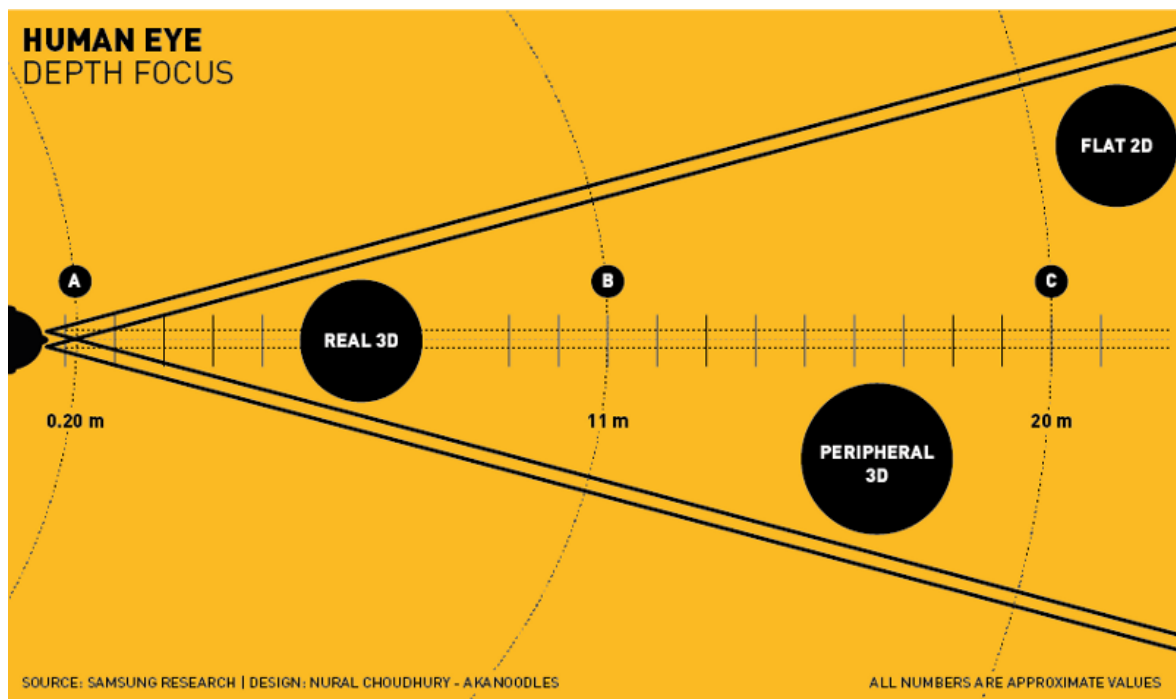


Img. 3 – Campo visual Plano Horizontal (imagen consultada el: 30/05/2017, fuente: señáleticaiset.blogspot.com.es)



Img. 4 – Campo visual Plano Vertical (imagen consultada el: 30/05/2017, fuente: señáleticaiset.blogspot.com.es)

Otro aspecto a tener en cuenta es el enfoque en profundidad del ojo humano. Tal y como se explica en la siguiente imagen (Img. 5), todo aquello situado entre 0,20 m (punto A) y 11 m (punto B) hasta el observador se encuentra en una distancia confortable y puede verse en “3D real”, entendido este como una presentación estereoscópica que ofrece una visión binocular capaz de reconocer si lo que se está viendo está en 3D o no. Entre los 11 m (punto B) y los 20 m (punto C) los objetos se observan en “3D periférico”, lo que significa que aún hay cierta percepción de profundidad y relieve para dar la sensación de volumen 3D. Por el contrario, todo aquello situado más allá de los 20 m (punto C) es visto en 2D plano ya que no hay suficiente percepción de profundidad y relieve para distinguir si aquello que se divisa está en 3D o no.

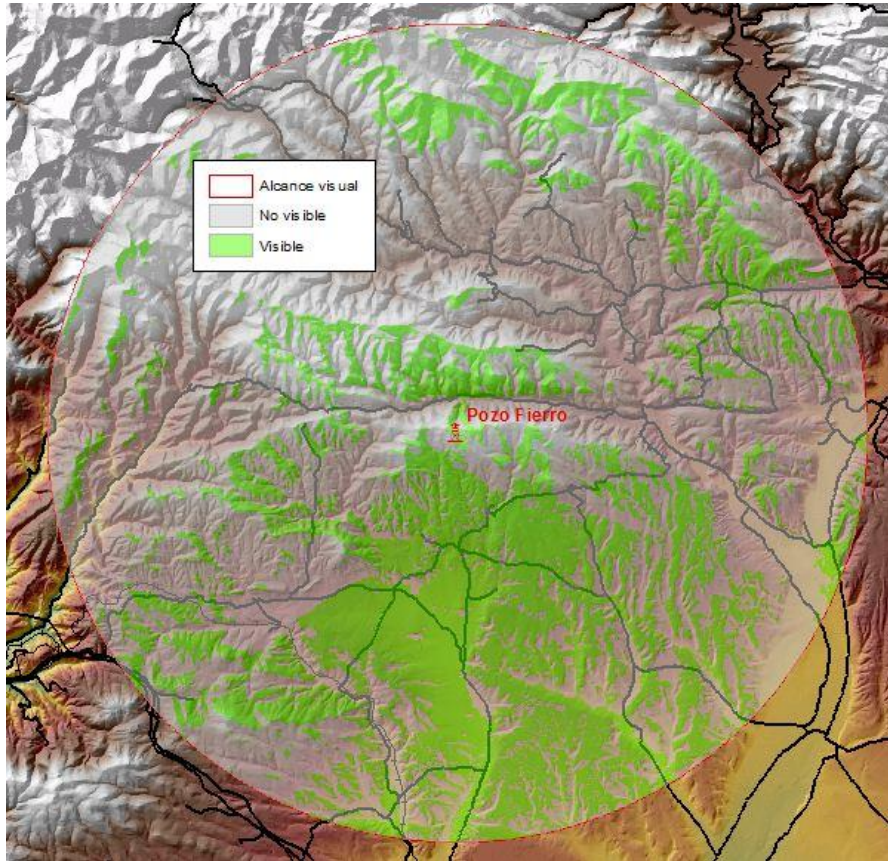


Img.5 – Enfoque en profundidad del ojo humano (imagen consultada el 15/06/2017, fuente: fallowfields.blogspot.com.es)

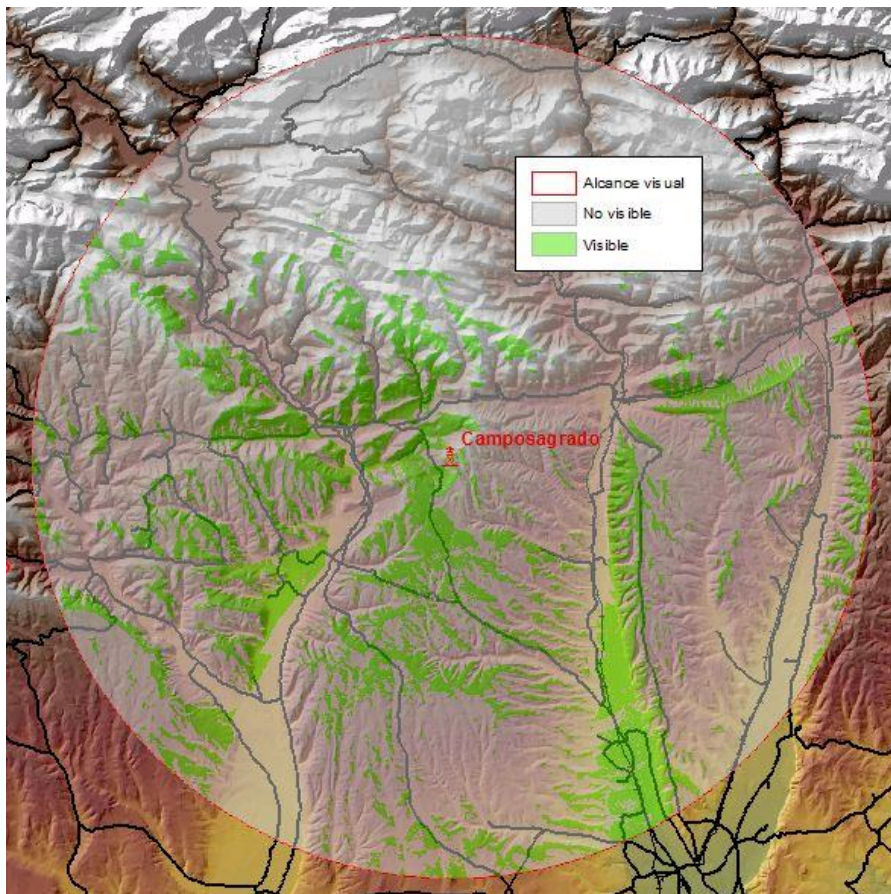
Dentro de la percepción visual es importante el estudio de la **cuenca visual**, que se define como “el conjunto de superficies o zonas que son vistas desde un punto de observación, o dicho de otra manera, es el entorno visual de un punto; la cuenca visual conjunta de los puntos que pertenecen a una zona es el total de los puntos que pueden ser vistos por alguno de los puntos de dicha zona” (Tévar, 1996). Aplicado a actuaciones dentro de un territorio, puede interesar disponer de una mayor o menor cuenca visual si se trata por ejemplo de un mirador (para ampliar el entorno visual) o de una actividad industrial (para disminuir la cantidad de puntos desde los que puede verse).

Existen diferentes características para determinar la cuenca visual. En primer lugar está la “cuenca visual absoluta”, la cual mide la superficie total vista desde un punto. Por otro lado, la “pendiente visual media” mide la sensación de dominancia del observador y la “compacidad” evalúa los huecos o zonas no vistas dentro del perímetro de la cuenca visual. También cabe diferenciar los “puntos singulares”, que son puntos con particulares características visuales ya sea por ser una zona sobresaliente o una escondida.

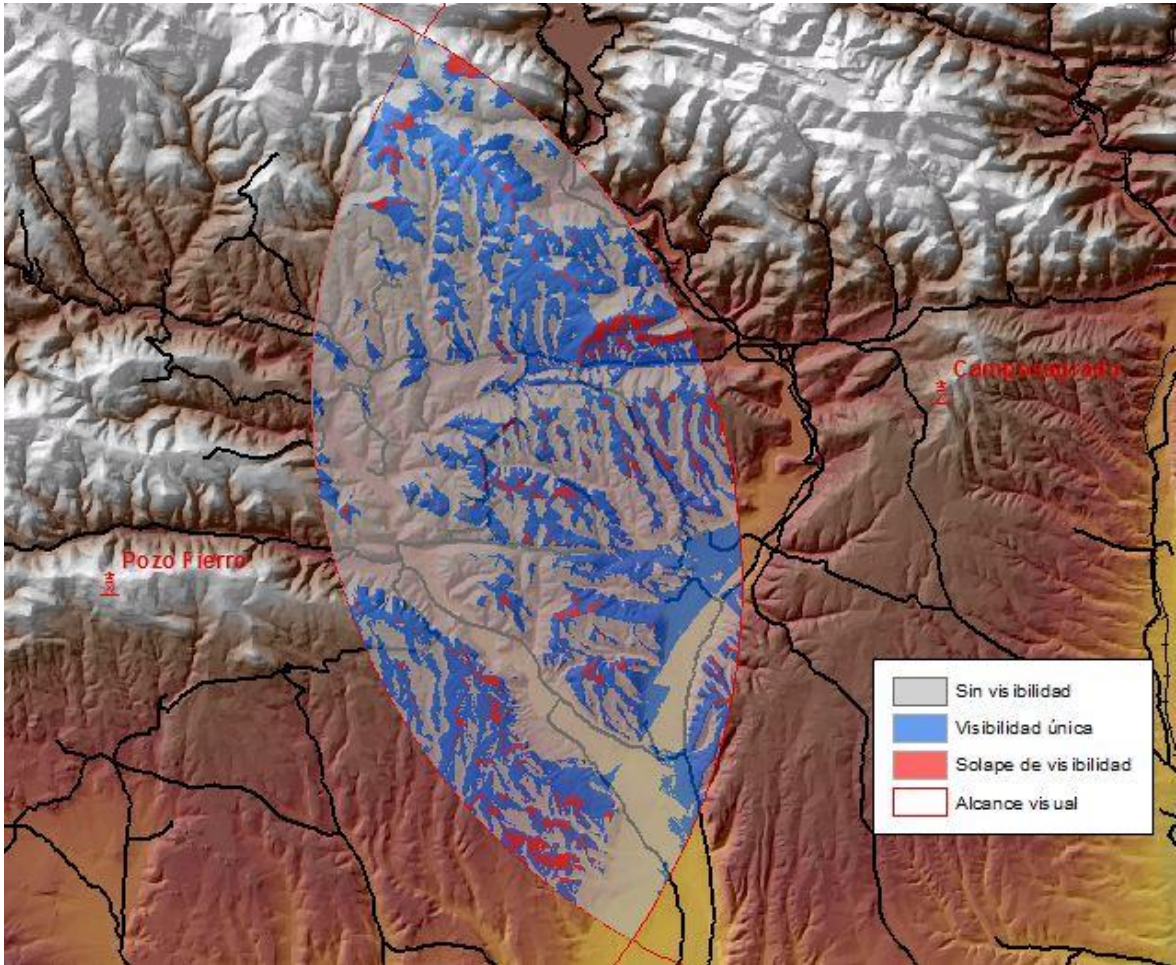
En las imágenes 6, 7, 8 y 9 se muestra un estudio de cuenca visual realizado por Alawa Forestal, una agrupación de ingenieros y colaboradores asociados, especializados en la prestación de servicios de consultoría de carácter medioambiental y forestal; el objetivo es ver la cobertura visual de dos torres de vigilancia sobre la zona del río Luna. La imagen 6 (Img. 6) presenta la cuenca visual correspondiente a una torre de vigilancia de incendios ubicada en Pozo Fierro (León), al oeste de la cuenca del río Luna; la cuenca visual se ha realizado para una altura del observador de 8 m y un radio de visibilidad de 20 km; la zona visible (grafiada en verde) abarca una superficie de 35,677 ha, un 28,39% del total de su rango de visibilidad. Por su parte, la imagen 7 (Img. 7) muestra la cuenca visual de la torre de Camposagrado, al este del río, realizada con las mismas características que la de Pozo Fierro; la zona visible abarca una superficie de 20,671 ha, un 16,45% del total de su rango de visibilidad. En la imagen 8 (Img. 8) puede verse el análisis de la unión de ambas cuencas visuales; en azul se ha coloreado el área de visibilidad única, observable solamente desde una de las torres, mientras que en rojo aparece el solape de visibilidad, que son las áreas que pueden contemplarse desde ambos puntos. Por último, la imagen 9 (Img. 9) contiene una visualización 3D de uno de los valles de la zona de solape; la imagen tiene una exageración vertical para apreciar mejor las zonas de visibilidad.



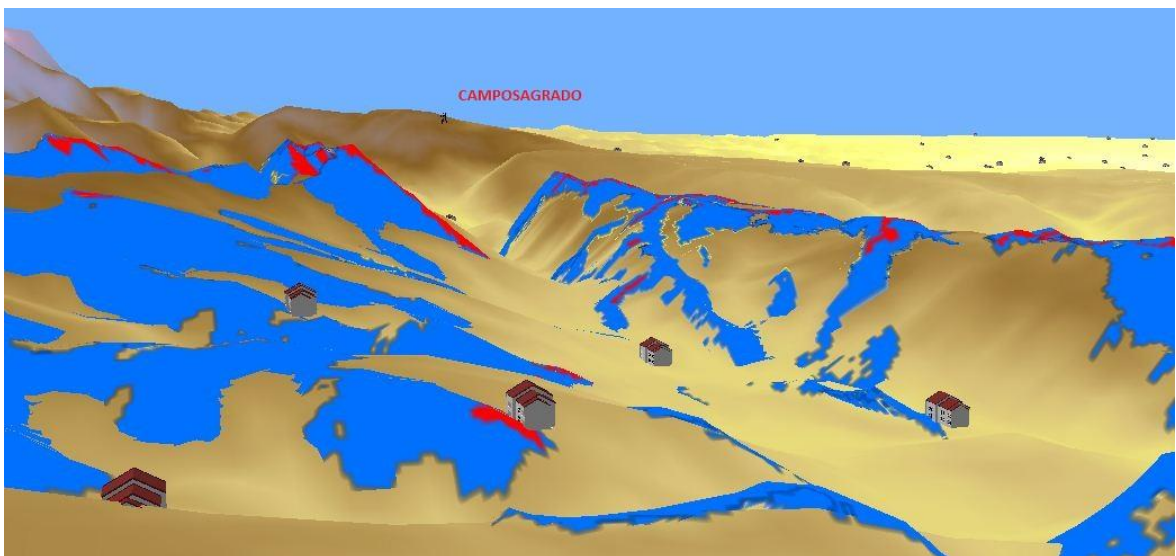
Img. 6 – Cuenca visual torre de Pozo Fierro (imagen consultada el 10/06/2017, fuente: alawaforestal.com)



Img. 7 – Cuenca visual torre de Camposagrado (imagen consultada el 10/06/2017, fuente: alawaforestal.com)

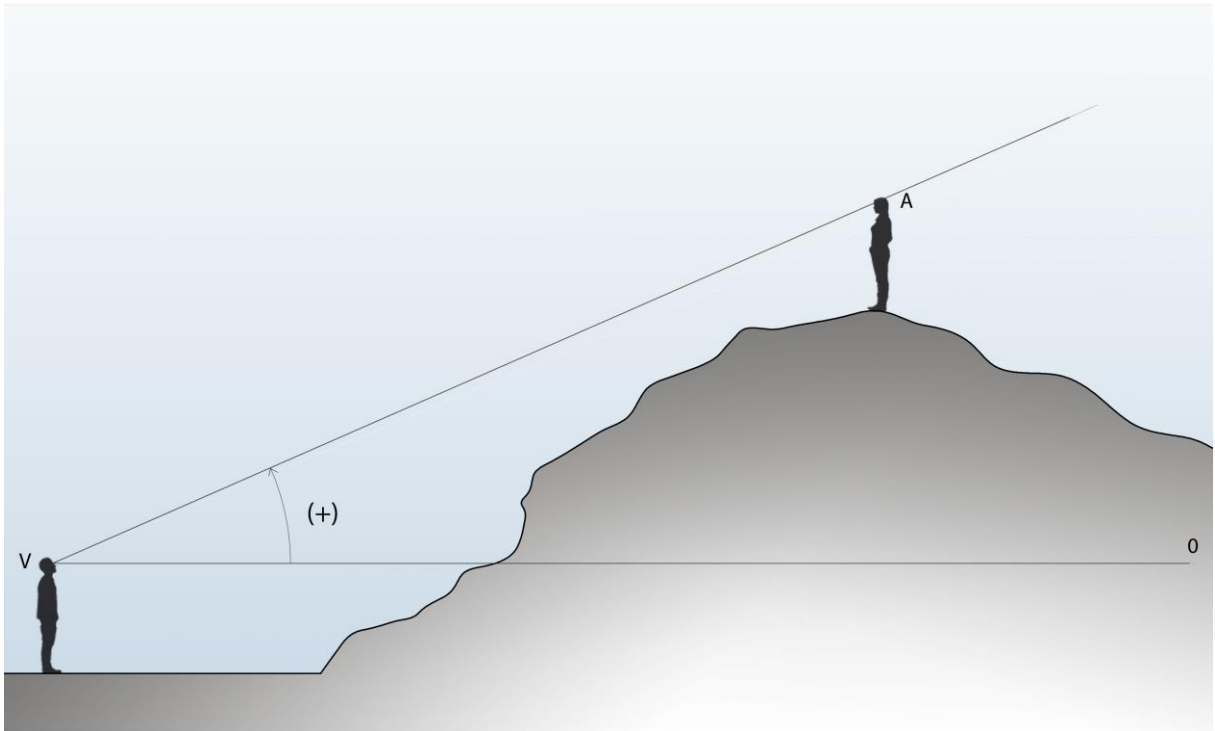


Img. 8 – Análisis de la unión de las cuencas visuales de las dos torres (imagen consultada el 10/06/2017, fuente: alawaforestal.com)

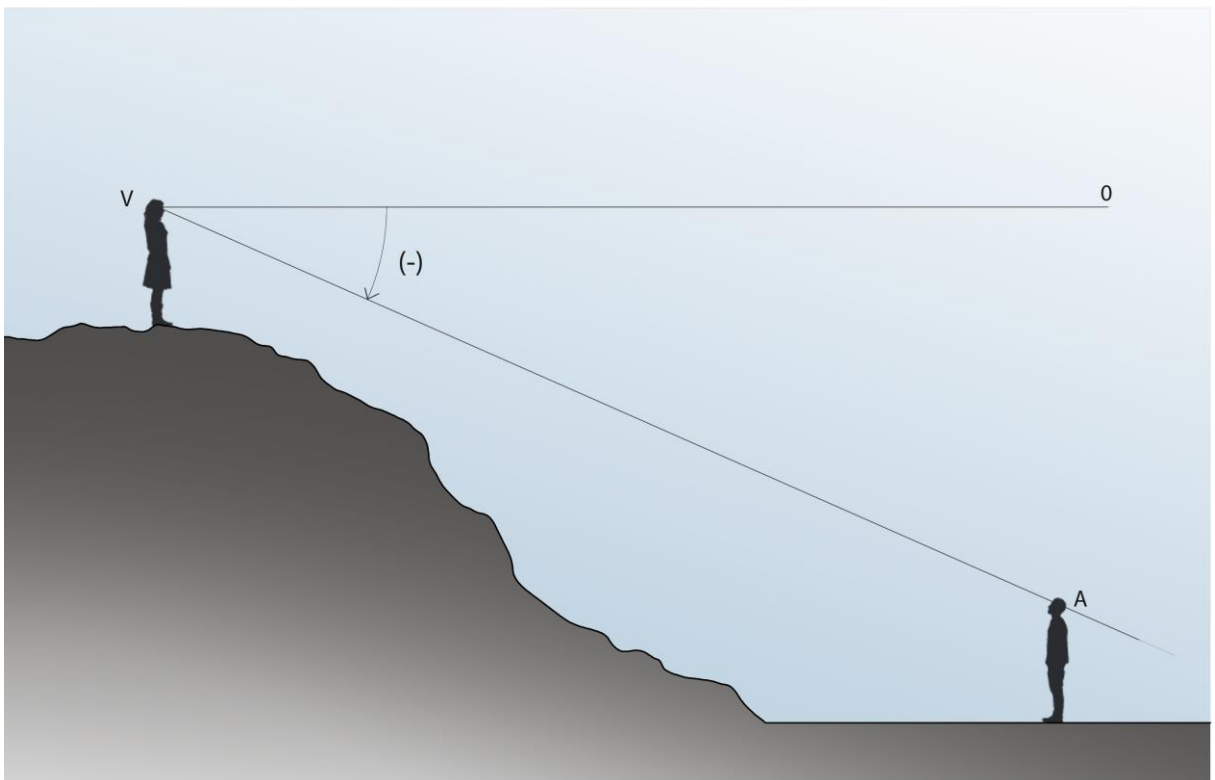


Img. 9 – Visualización 3D de uno de los valles de la zona de solape (imagen consultada el 10/06/2017, fuente: alawaforestal.com)

Las imágenes 10 y 11 (Img. 10 e Img. 11) ilustran de manera esquemática las pendientes visuales positiva y negativa, respectivamente:



Img. 10 – Pendiente visual positiva del punto V lo que implica poca sensación de dominancia



Img. 11 – Pendiente visual negativa del punto V – sensación de dominancia con respecto al punto A

El oído es el segundo sistema perceptivo más importante de los cuatro anteriormente mencionados. La percepción auditiva puede definirse como la: “representación mental del entorno sonoro inmediato; codifica los diferentes sonidos que nos llegan”. A su vez existe el concepto de “soundscape” o paisaje sonoro que la ISO define como: “entorno acústico percibido o experimentado y entendido por una persona o conjunto de personas, en contexto” (ISO 12913-1 2014, 2014).

El sonido puede tener un impacto significativo en nuestra percepción e interacción con el ambiente. “El sonido influye en la evaluación general del entorno tanto negativa como positivamente, siendo la combinación de sonidos naturales e imágenes preferida frente a sonidos mecánicos” (Lange, Lindquist & Kang, 2016). Lange, Lindquist y Kang presentan un estudio realizado a través de datos obtenidos de encuestas a 199 personas (71 de ellas en un laboratorio y las 128 restantes de manera online), el cual proporciona una evidencia empírica de la contribución de emparejar sonidos reales con visualizaciones 3D de paisajes a la hora de generar realismo y evaluar preferencias. No obstante no es suficiente con añadir cualquier sonido real, sino que este debe ser congruente con el entorno ya que, como muestra el artículo, a mayor coherencia entre el sonido y el paisaje visual mayor realismo se percibió y mayor preferencia generó en los participantes.

En cuanto al espectro audible, un oído sano y joven es sensible a las frecuencias comprendidas entre los 20 Hz y los 20000 Hz aunque este rango varía en función de cada persona y se reduce con la edad. Dentro de estos rangos podemos subdividir las frecuencias audibles en tres grupos: los tonos graves, frecuencias bajas comprendidas entre 20 Hz y 400 Hz; los tonos medios, frecuencias medias entre 400 Hz y 2000 Hz; y los tonos agudos, frecuencias altas situadas entre 2000 Hz y 20000 Hz. De todos ellos, según un estudio publicado en el *Journal of Neuroscience*, en el cual los investigadores sometieron a un grupo de personas a la escucha de diferentes sonidos para realizar posteriormente una clasificación de los ruidos más desagradables en función de los escáneres cerebrales, la línea del desagrado se encuentra en el rango de frecuencia de entre 2000 Hz y 5000 Hz, siendo este el rango en el que los oídos son más sensibles a los sonidos, correspondiente al intervalo de los tonos agudos. De los presentados en el estudio los dos ruidos más estresantes fueron el provocado por la fricción de un cuchillo contra un cristal, seguido

del de un tenedor contra un plato de porcelana; por el contrario, el sonido más agradable fue el producido por el agua en proceso de ebullición.

De los cuatro sistemas perceptivos comentados el olfato y el tacto, además de ser los que menos porcentaje influyen en nuestra percepción, son los menos estudiados y más difíciles de incorporar a representaciones virtuales.

En cuanto al olfato, este podría definirse de forma muy básica como: “sentido corporal con el que se perciben aromas y sustancias dispersas, como el humo” (DRAE, 2014). Detrás de la vista y el oído, se trata del tercer sentido con mayor influencia en nuestra percepción y, pese a la falta de estudio y desarrollo de este en las representaciones virtuales, dispone de una gran potencialidad a la hora de incorporarlo en contextos para enriquecer su valor perceptivo. Uno de sus aspectos más importantes es la denominada “memoria olfativa” mediante la cual podemos relacionar un aroma con un recuerdo, una persona o un momento. Disponer de olores en los espacios representados de manera virtual puede enriquecerlos dándoles la capacidad de trasladarnos a otro momento o entorno al cual lo asociemos mediante nuestra memoria.

Por último estaría el 1,5% que influye el tacto en nuestra percepción. El tacto es definido en la RAE como: “sentido corporal con el que se perciben sensaciones de contacto, presión y temperatura” (DRAE, 2014). Somos incluso capaces de identificar objetos por el tacto y, en combinación con los sentidos propioceptivos que son aquellos que nos permiten sentir la posición relativa de partes corporales contiguas, nos permiten saber en cada momento cuál es nuestra posición y cómo nos movemos. Pese a tratarse del menos importante de los cuatro sistemas perceptivos comentados, la industria tecnológica ya está trabajando en su incorporación habiéndose incluso desarrollado un “dispositivo consistente en un exoesqueleto que va colocado en la mano capaz de recrear el sentido del tacto en un entorno virtual” (HobbyConsolas, 2014).

5. DEFINICIÓN Y EVALUACIÓN MEDIANTE INDICADORES

5.1 PAISAJE REAL – INDICADORES

El presente trabajo adopta el término “paisaje real”, entendido este como aquellos lugares o contextos que existen físicamente y son visitables, en contraposición al “paisaje virtual”, que son aquellos entornos que existen en un espacio virtual y solamente son visitables en este, aunque se basen en espacios reales.

Para la definición del término de “paisaje” acudimos a dos fuentes, en primer lugar a la RAE para un enfoque más genérico de la palabra: “parte de un territorio que puede ser observada desde un determinado lugar” (DRAE, 2014) y, en segundo lugar, a la Convención Europea de Paisaje que lo define como: “cualquier parte del territorio, tal como es percibida por la población, cuyo carácter resulta de la acción de factores naturales y/o humanos y de sus interrelaciones” (C.E., 2000). Esta última definición pone especial atención en el contexto físico (ya sea natural o artificial, conservado o degradado) y en la experiencia humana, a través de la percepción.

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior, la principal forma de percepción es la vista y el estudio del paisaje visual dispone de dos partes, por un lado están los componentes físicos, que son directamente perceptibles y objetivos, y por otra parte se encuentra el estudio de las respuestas perceptuales de los observadores que, por el contrario, es un aspecto subjetivo. Dado que la observación es de carácter individual, la imagen mental de lo que contemplamos es una experiencia personal que varía en función de nuestro acervo cultural; por este motivo, la búsqueda de una valoración de carácter colectivo de los contextos espaciales que experimentamos resulta compleja. El objetivo de obtener una valoración es cuantificar la calidad de los paisajes para poder determinar las preferencias de los usuarios y enfocar las posibles intervenciones en esa dirección y, dado que resulta una tarea muy complicada, es necesario establecer elementos simples en los que se pueda descomponer para, posteriormente, analizarlos. Estos elementos son los denominados “indicadores de paisaje”; factores que nos permiten sintetizar impresiones subjetivas individuales, permitiendo así su estudio e interpretación tanto cuantitativa como cualitativamente. Por todo esto, su definición se muestra significativa a la hora del estudio de percepciones tanto visuales como multisensoriales.

Como definición ampliamente aceptada definimos indicador como “un parámetro asociado con un fenómeno ambiental que puede proporcionar información de sus características. Su propósito es señalar el estado, o variación de este, de un fenómeno que no puede ser medido directamente. Usando indicadores podemos obtener la información buscada para representar de manera concisa los problemas estudiados” (Casatella & Peano, 2011). Los indicadores que interesan en este estudio son los específicamente vinculados a la percepción del paisaje y, dentro de estos, concretamente los de carácter visual y multisensorial. A continuación, la Tabla 1.1 es una reelaboración de la tabla de indicadores presentada en el texto de Casatella & Peano de la que se han seleccionado aquellos que se consideran más relevantes para esta investigación, añadiendo también una columna que muestra el carácter positivo o negativo de cada uno, refiriéndose éste a si el incremento del aspecto en cuestión afecta de una manera u otra a la experiencia y el confort del observador en un determinado contexto. Encontramos la tabla dividida en cuatro partes que corresponden a factores relacionados con: la visibilidad, atendiendo a los puntos de visión, campos visuales y la integridad y atractivo visual; la percepción multisensorial que abarca aspectos de sonoridad, calidad perceptiva y atmósfera; los impactos visuales de nuevas intervenciones viendo como éstas pueden afectar ya sea por su mimetismo o falta de éste, porque obstruyen de manera visual o generan pérdida de diversidad, entre otras cosas; y los detractores visuales y perceptivos que afectan de manera negativa a la calidad visual ya sea obstruyendo vistas panorámicas o disminuyendo la identidad de un determinado paisaje.

En la tabla se ha añadido una columna que indica el carácter objetivo o subjetivo de los indicadores y, además, éstos se han valorado en tres contextos diferentes: el espacio urbano, siendo este el paisaje propio de los núcleos urbanos o ciudades, área cuya mayor parte del suelo se encuentra urbanizado y construido; el espacio natural, entendido este como una parte del territorio que no se encuentra modificado por la acción del hombre y, por tanto, no está urbanizado; y, entre los dos anteriores, el espacio periurbano, que es aquel que se encuentra entre el natural y el urbano, en la periferia de la ciudad.

Tabla 1.1.a Paisaje real – Indicadores de percepción

			Carácter			
			Urbano	Periurbano	Natural	
Visibilidad	Calidad escénica, puntos de observación	Disponibilidad de puntos que generen amplios campos de visión	OBJ	+	+	+
	Integridad escénica	Si conserva todos sus elementos en conjunto	OBJ	+	+	+
	Profundidad del campo visual	Referente a la longitud del entorno visual	OBJ	+	+	+
	Atractivo escénico (distintivo, típico, común), calidad escénica	La singularidad es uno de los factores que determinan la calidad visual de un paisaje	SUBJ	+	+	+
	Presencia de escenas históricas (visuales consolidadas)	Que dispone de ambientes o escenarios que forman parte del imaginario colectivo	SUBJ	+	+	+
	Visibilidad del skyline	Si el contorno de la ciudad/edificaciones es perceptible desde la distancia	OBJ	+	+/-	-
	Apertura vs cierre visual	En función de si el conjunto de zonas vistas de un rayo visual es amplio o no	OBJ	+ vs -	+ vs -	+ vs -
Percepción multisensorial	Tranquilidad	Ausencia de ruidos o elementos que perturben la calma de la persona que experimenta el lugar	SUBJ	+	+	+
	Calidad perceptiva	Integridad de un área rural en términos de distancia a asentamientos e infraestructuras	OBJ			+
	Sonoridad del paisaje	Presencia de ruidos animales y aquellos generados por la naturaleza o silencio	OBJ		+	+
	Efectos atmosféricos y derivados de las diferentes estaciones del año	Presencia en el ambiente de elementos como nebulosidad o derivados de cambios estacionales, además de contaminación	OBJ	-	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de “Landscape Indicators. Assessing and Monitoring Landscape Quality” (CASATELLA & PEANO, 2011)

Tabla 1.1.b Paisaje real – Indicadores de percepción

Impactos visuales de nuevas intervenciones en un contexto concreto	Calidad de la intervención, compatibilidad, mimetismo referentes a las líneas del paisaje	Si una modificación concreta desentona con respecto al conjunto del entorno o, por el contrario, se adapta a él	SUBJ	+	+	+
	Obstrucción visual, distancia a los puntos de ventaja, ángulo de visión, contraste		OBJ	-	-	-
	Pérdida de diversidad del paisaje		SUBJ	-	-	-
	Intrusión, división, fragmentación, reducción, concentración, destrucción		OBJ	-	-	-
Detractores visuales y perceptivos	Detracción visual	Elementos situados en un área específica de referencia	SUBJ	-	-	-
	Obstrucción de vistas panorámicas		OBJ	-	-	-
	Edificios no singulares		OBJ	-	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de “Landscape Indicators. Assessing and Monitoring Landscape Quality” (CASATELLA & PEANO, 2011)

Estos indicadores son de interés para el estudio debido a que, una vez comprendidos como una herramienta para evaluar un paisaje real se puede establecer un paralelismo con el paisaje virtual y determinar cuáles son relevantes para la valoración de este último.

Muchos de ellos tienen la dificultad de que son subjetivos y debe buscarse una forma para objetivarlos. Así, mientras que indicadores como la profundidad del campo visual o la sonoridad del paisaje pueden ser medidos, otros como el atractivo escénico o la calidad de una intervención son bastante subjetivos y es necesario encontrar una forma de valorarlos; para ello, una de las posibles maneras de conseguirlo es realizar encuestas entre diferentes grupos de usuarios, que es la práctica más extendida.

A continuación, a modo de ilustración de ejemplo de impacto visual se presenta el caso de Duisburg Nord en las imágenes 12 y 13 (Img. 12 e Img. 13). Se trata de una antigua industria siderúrgica de finales del s. XIX generadora de contaminación y con un gran impacto visual en el entorno debido a sus dimensiones. Tras la desaparición de la producción de hierro dejó una zona industrial de más de 200 hectáreas en desuso que posteriormente fue transformada en un gran parque por el arquitecto paisajista alemán Peter Latz de Latz + Partners, convirtiéndose en un hito reconocido como referencia del paisaje de la zona.



Img. 12 – Foto de la zona industrial en funcionamiento de Duisburgo Norte (Alemania). Ejemplo de impacto visual; falta de mimetismo y obstrucción visual en el paisaje (imagen consultada el 16/06/2017, fuente: en.landschaftspark.de)



Img. 13 – Transformación de la zona industrial de Duisburgo Norte por parte del arquitecto Peter Latz (imagen consultada el 16/06/2017, fuente: latzundpartner.de)

5.2.1 PAISAJE VIRTUAL – TÉCNICA, DEFINICIÓN Y EVALUACIÓN MEDIANTE INDICADORES

Podríamos definir paisaje virtual de manera resumida como: “un contexto que no puede ser visitado físicamente, el cual se encuentra localizado en un espacio virtual en línea que simula un mundo o entorno artificial inspirado o no en la realidad”. Tal como explica Ervin, el paisaje virtual, al igual que el “real” se encuentra normalmente compuesto por seis elementos esenciales combinados entre ellos, que son: el relieve del terreno, la vegetación, los seres vivos (animales y personas), el agua, las estructuras (tanto arquitecturas como infraestructuras) y la atmósfera (que incluye el soleamiento, el viento, etc). Dada la diversidad de combinaciones aleatorias de estos elementos podemos hacernos una idea de lo complejo que resulta la construcción de contextos virtuales que quieren emular lo que ocurre en el mundo real. Además, hay que añadir una multitud de dificultades técnicas y áreas de investigación necesarias que desarrollar, con aspectos como: el movimiento producido por el viento en un objeto, cuyo patrón resulta complicado de analizar y reproducir para que resulte realista; el nivel de detalle y resolución, que debe ser especialmente alto en los primeros planos para emular a la realidad; la complejidad e interacciones entre los diferentes elementos a representar; las dinámicas, es decir, la evolución en el tiempo de dichos elementos; los niveles de abstracción, entendidos estos como el énfasis en qué acciones realizan los componentes más que en cómo las desarrollan; la percepción humana, cómo van a ser percibidos determinados objetos y aspectos por el usuario; y los algoritmos en las ciencias de la computación, que son el conjunto de pasos para que un programa de ordenador realice una tarea.

Estos paisajes se crean a través de diferentes técnicas de simulación visual (recogidas de manera sintética en la Tabla 2), que pueden clasificarse: en estáticas, en referencia a imágenes fijas desde un punto de vista concreto, o dinámicas, que incluyen movimiento, ya sea físico del observador como en el caso de la maqueta o virtual de su “avatar” en el caso de un modelado 3D o paseo virtual, y en analógicas, referidas a representaciones que son tangibles en la realidad, o digitales, que son visibles a través de un medio electrónico. Estas últimas son las que se abordan de manera específica en el presente trabajo, donde

los elementos básicos del paisaje a representar son: el terreno-topografía, las edificaciones y la vegetación. La Tabla 2 se divide en dos filas y columnas debido a que las técnicas analógicas, al igual que las digitales, pueden ser estáticas o dinámicas.

Tabla 2 – Técnicas de simulación visual y ejemplos

	Estáticas	Dinámicas
Analógicas	Perspectiva / boceto	Maqueta
Digitales	Foto / Rénder	Modelado 3D / Paseo virtual

“Hay una gran dificultad para conseguir un realismo visual total debido a la complejidad de texturas, degradados de color, sombras, reflejos y pequeñas irregularidades de objetos. No obstante podemos argumentar que, incluso simulaciones con un grado bajo de realismo pueden contener información importante para un propósito específico” (Lange, 2001). Eckart Lange ponía como ejemplo el paisaje en las simulaciones de vuelo para mostrar que no en todas las representaciones se necesita un gran nivel de detalle (en este tipo en concreto es mucho más importante la sensación general y cómo actuar ante obstáculos). No obstante, si nos centramos sólo en el mundo de los videojuegos la búsqueda del “realismo visual total” del que habla Lange se presenta necesaria para conseguir que el jugador experimente unas sensaciones que se acerquen lo máximo posible a aquellas que se generarían en un contexto físico real.

Uno de los aspectos a tener en cuenta es que, a diferencia de lo que ocurre con nuestra visión en el mundo real, en el espacio virtual “las imágenes de fondo son percibidas como más realistas que las de media distancia y estas, a su vez, más realistas que las de primer plano. Esto es debido a que, a medida que se acerca el punto de vista, es más necesario una definición con mucho más detalle. Así, las imágenes de media distancia y primer plano fueron evaluadas más positivamente con objetos 3D (especialmente edificaciones) que sin ellos” (Lange, 2001). No obstante, gracias al gran desarrollo que ha experimentado la tecnología en los últimos años ya no existe prácticamente esta pérdida de realismo en el primer plano ya que se consigue un gran nivel de detalle. Además, del estudio que se

presenta en el artículo podemos concluir que, dentro del grado de importancia de los elementos a representar, el terreno es la más importante de las variables.

Por otra parte, no todo trata sobre la percepción visual pese a que la mayor parte de los esfuerzos y técnicas se encuentran centrados en ella. Los sistemas de percepción como el olfato, tacto y oído son también parte de la experiencia del paisaje y, a medida que van pasando los años y van evolucionando las técnicas, se van incluyendo más aspectos que apelan a estos sentidos para conseguir una mayor inmersión en el entorno virtual.

5.2.2 PAISAJE VIRTUAL - APLICACIÓN DE INDICADORES EN VIDEOJUEGOS

En este apartado se toman como principales ejemplos para ilustrar aspectos referentes a la percepción, imágenes y contextos, los videojuegos *Final Fantasy* y *Assassin's Creed* (concretamente *Assassin's Creed II* y *Assassin's Creed Syndicate*). *Final Fantasy* es una saga de juegos de rol que presenta una gran riqueza de escenarios con alusiones al imaginario colectivo mientras que *Assassin's Creed* es una serie de videojuegos de acción-aventura y mundo abierto, los cuales son ejemplos interesantes a analizar debido a la importancia que se le da en estos títulos al desarrollo de los entornos en que se presenta la acción. Prueba de la importancia que se le otorga al contexto virtual dentro de *Assassin's Creed* es el caso de María Elisa Navarro, profesora de Arquitectura especializada en Historia y Teoría en la Universidad de los Andes que trabajó con Ubisoft, desarrolladora de *Assassin's Creed*, como asesora del equipo de diseño para el desarrollo del contexto histórico para ayudar a configurar unos paisajes y entornos más veraces de ciudades como Florencia o Venecia en la etapa renacentista (metaspacblog, 2015).

La tabla 3 identifica, del conjunto de indicadores explicados en las tablas 1.1.a y 1.1.b, aquellos que tienen razón de ser y presencia en el desarrollo de los videojuegos así como el carácter positivo o negativo de estos aspectos en función del tipo de juego (AC / FF en referencia a *Assassin's Creed* y *Final Fantasy* como juegos de rol y acción-aventura o CS referente a *Counter-Strike* como ejemplo de videojuego de disparos o "shooter").



Img. 14 – *Assassin's Creed II* (imagen consultada el 13/06/2017, fuente: plataformaarquitectura.cl)



Img. 15 – *Final Fantasy XV* (imagen consultada el 13/06/2017, fuente: vidaextra.com)



Img. 16 – *Counter-Strike Global Offensive* (imagen consultada el 13/06/2017, fuente; digiseller.ru)

Tabla 3.1 – Presencia/importancia de indicadores en videojuegos

		Presencia en el p. virtual	Carácter	
			AC / FF	CS
Visibilidad	Calidad escénica, puntos de observación	X	+	+
	Integridad escénica	X	+	+
	Profundidad del campo visual	X	+	+
	Atractivo escénico, calidad escénica	X	+	+
	Presencia de escenas históricas	X	+	
	Visibilidad del skyline	X	+	
	Apertura vs cierre visual	X	+ vs -	+ vs -
Percepción multisensorial	Tranquilidad	X	+	+
	Calidad perceptiva	X	+	+
	Sonoridad del paisaje	X	+	-
	Efectos atmosféricos y derivados de las diferentes estaciones del año	X	+	+
Impactos visuales de nuevas intervenciones	Calidad de la intervención, compatibilidad, mimetismo referentes a las líneas del paisaje	X	+	
	Obstrucción visual, distancia a los puntos de ventaja, ángulo de visión, contraste	X	-	-
	Pérdida de diversidad del paisaje			
	Intrusión, división, fragmentación, reducción, concentración, destrucción			
Detractores visuales y perceptivos	Detracción visual (número de elementos en un área específica de referencia)			
	Obstrucción de vistas panorámicas	X	-	-
	Edificios no singulares			

Fuente: Elaboración propia a partir de “Landscape Indicators. Assessing and Monitoring Landscape Quality” (CASATELLA & PEANO, 2011)

AC = Assassin’s Creed / FF = Final Fantasy / CS = Counter-Strike

Una vez explicados los significados de los indicadores en las Tablas 1.1.a y 1.1.b y su carácter positivo o negativo en diferentes videojuegos en la Tabla 3.1, la Tabla 3.2 resume aquellos indicadores presentes en el contexto virtual de dichos videojuegos para, posteriormente, analizarlos uno a uno.

Tabla 3.2 – Indicadores presentes en videojuegos

		Presencia en el paisaje virtual
Visibilidad	Calidad escénica, puntos de observación	X
	Integridad escénica	X
	Profundidad del campo visual	X
	Atractivo escénico, calidad escénica	X
	Presencia de escenas históricas	X
	Visibilidad del skyline	X
	Apertura vs cierre visual	X
Percepción multisensorial	Tranquilidad	X
	Calidad perceptiva	X
	Sonoridad del paisaje	X
	Efectos atmosféricos y derivados de las diferentes estaciones del año	X
Impactos visuales de nuevas intervenciones	Calidad de la intervención, compatibilidad, mimetismo referentes a las líneas del paisaje	X
	Obstrucción visual, distancia a los puntos de ventaja, ángulo de visión, contraste	X
Detractores visuales y perceptivos	Obstrucción de vistas panorámicas	X

Fuente: Elaboración propia a partir de "Landscape Indicators. Assessing and Monitoring Landscape Quality" (CASATELLA & PEANO, 2011)

Siguiendo con el orden de Indicadores visuales y multisensoriales propuestos en la tabla 3.2, cabe analizar en primer lugar los de visibilidad. Estos son, concretamente: la **calidad escénica**, **puntos de observación**, **apertura vs cierre visual**, **profundidad del campo de visión**, **visibilidad del skyline**, **presencia de escenas históricas** (visuales consolidadas), **atractivo**, **calidad e integridad escénica**.

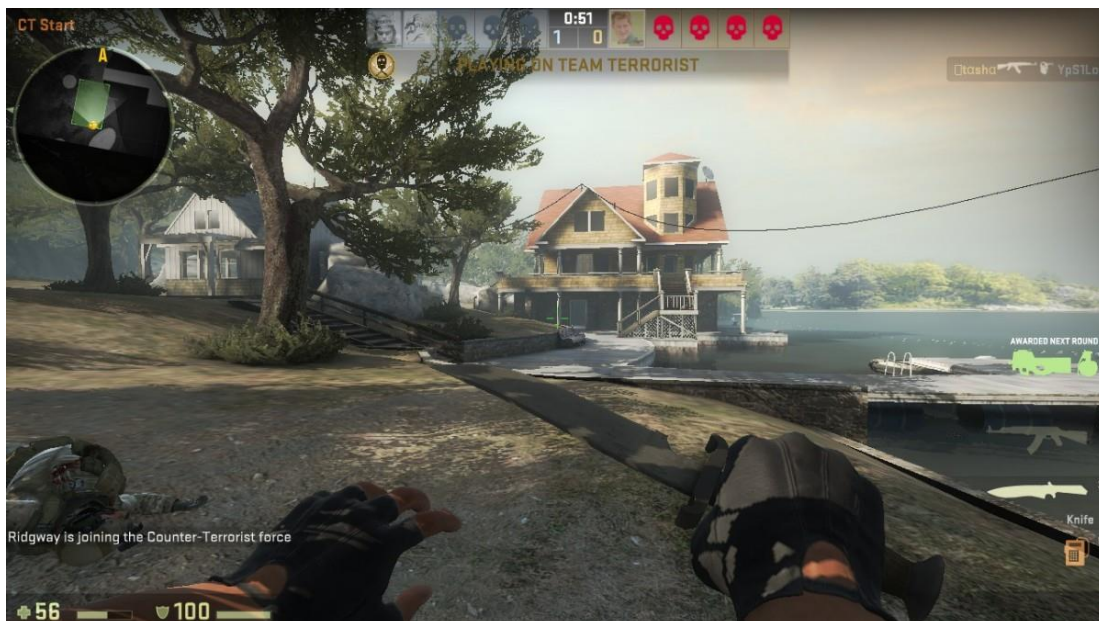
En cuanto a la **calidad escénica** y **puntos de observación**, si ponemos como ejemplo alguno de los títulos de *Assassin's Creed* (siendo estos de los videojuegos mejor logrados en cuanto a desarrollo gráfico) podemos ver la gran importancia que toman estos indicadores a la hora de definir el entorno y determinar su calidad (Img. 17). Estos puntos de observación modifican el punto de vista sobre el espacio circundante y se generan pendientes visuales que hacen que el jugador se encuentre en una posición dominante generando una sensación de control sobre el entorno. Además, cuentan con el valor añadido de poder saltar desde ellos para moverse de un punto a otro de manera eficiente y rápida, siendo una de las principales maneras de recorrer el espacio virtual.

En la misma imagen podemos observar la importancia de otros de los indicadores de visibilidad presentes en la tabla 3.2: nos encontramos ante una gran **profundidad de campo visual** ya que, como podemos ver la longitud del entorno visual del punto es bastante grande pese a que las imágenes de fondo tienden a difuminarse por la presencia de neblina en el contexto; también dispone de **atractivo escénico** ya que, aunque este indicador sea de carácter subjetivo, si tomamos la definición que se presenta en la tabla 1.1 en la que se habla de singularidad y distintivo podemos observar en la imagen uno de los espacios de Londres más característicos, con el Big Ben en primer plano, por lo que podríamos hablar también de otro de los indicadores, el de **presencia de escenas históricas y visuales consolidadas**; por su parte el "skyline" es claramente visible.

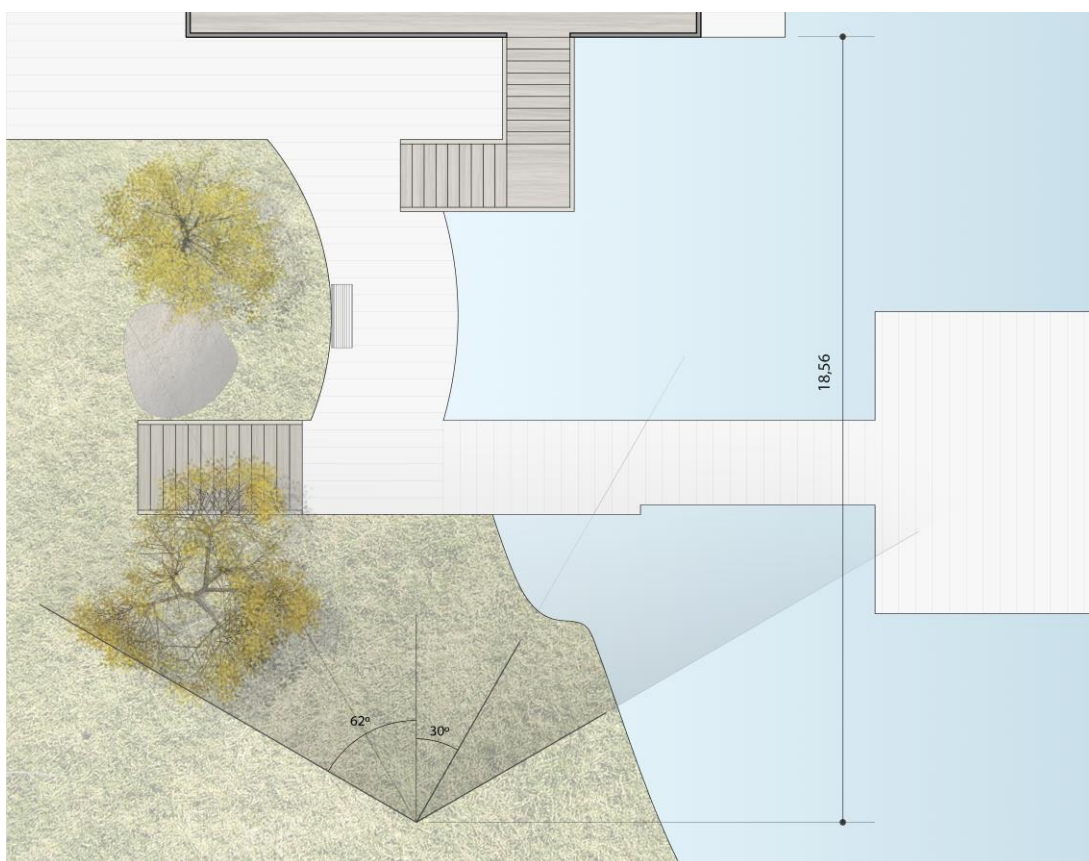


Img. 17 – Londres victoriano en *Assassin's Creed Syndicate* (imagen consultada el 14/02/2017, fuente: kotaku.com)

La **apertura o cierre visual** es un aspecto que tiene gran importancia en el juego a la hora de generar sensación de control mientras se juega. Esto es debido a que, por ejemplo, en un punto en el que tengas un amplio campo visual experimentas un confort mayor, ya que te permite ver los enemigos u objetivos presentes dentro de una gran superficie de terreno. Así, mientras que en la imagen 17 (Img. 17) podemos observar un claro caso de apertura visual al disponer de un amplio ángulo de visión generado principalmente por la altura del punto de vista, el cual hace que no interfieran elementos en la línea de visión, la diferencia entre apertura y cierre visual puede verse claramente si tomamos un ejemplo de alguno de los videojuegos de disparos o “shooters” en primera persona, como *Counter-Strike* o *Call of Duty*. En este tipo de juegos este indicador es especialmente importante ya que necesitas estar todo el tiempo atento a lo que pasa o se mueve a tu alrededor, lo cual genera tensión en el jugador, ya que, si no controlas tu entorno en todo momento siempre puede aparecer un enemigo que te mate antes de que puedas llegar a reaccionar. Atendiendo a este aspecto de seguridad y control del usuario, la apertura visual tiene un carácter positivo en la experiencia del usuario; a mayor apertura visual mayor sensación de confort del jugador y mayor ventaja frente al resto.

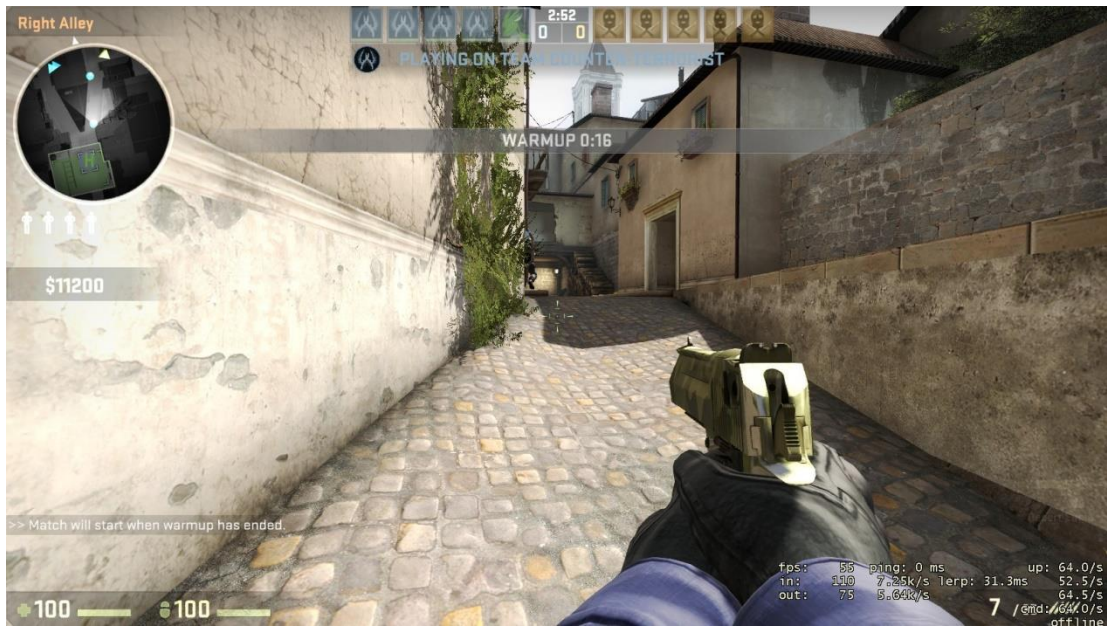


Img. 18 – Apertura visual en *Counter-Strike GO* (imagen consultada el 27/02/2017, fuente: pc.gamespy.com)

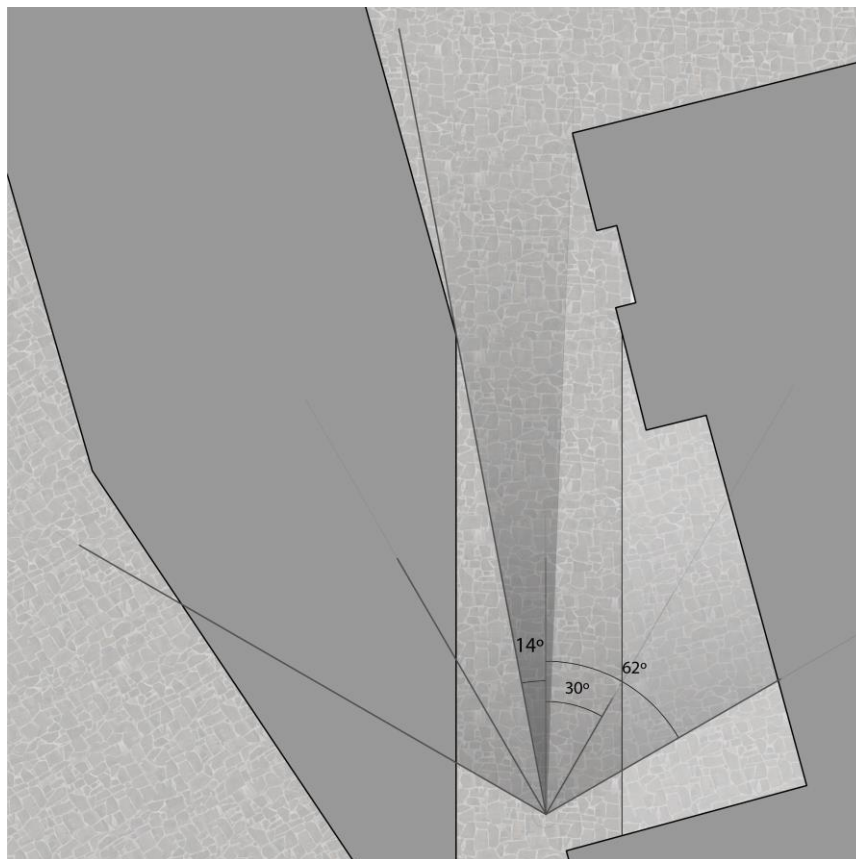


Img. 19 – Representación en planta del contexto presentado en la Img 18

En el primero de los escenarios podemos observar que, dentro de los ángulos (62° a cada lado) que limitan la visión binocular en el plano horizontal, no se interponen elementos que obstruyan el campo de visión, por lo que prácticamente el área completa está controlada visualmente por el jugador.



Img. 20 – Cierre visual en *Counter-Strike GO* (imagen consultada el 27/02/2017, fuente: instant-gaming.com)

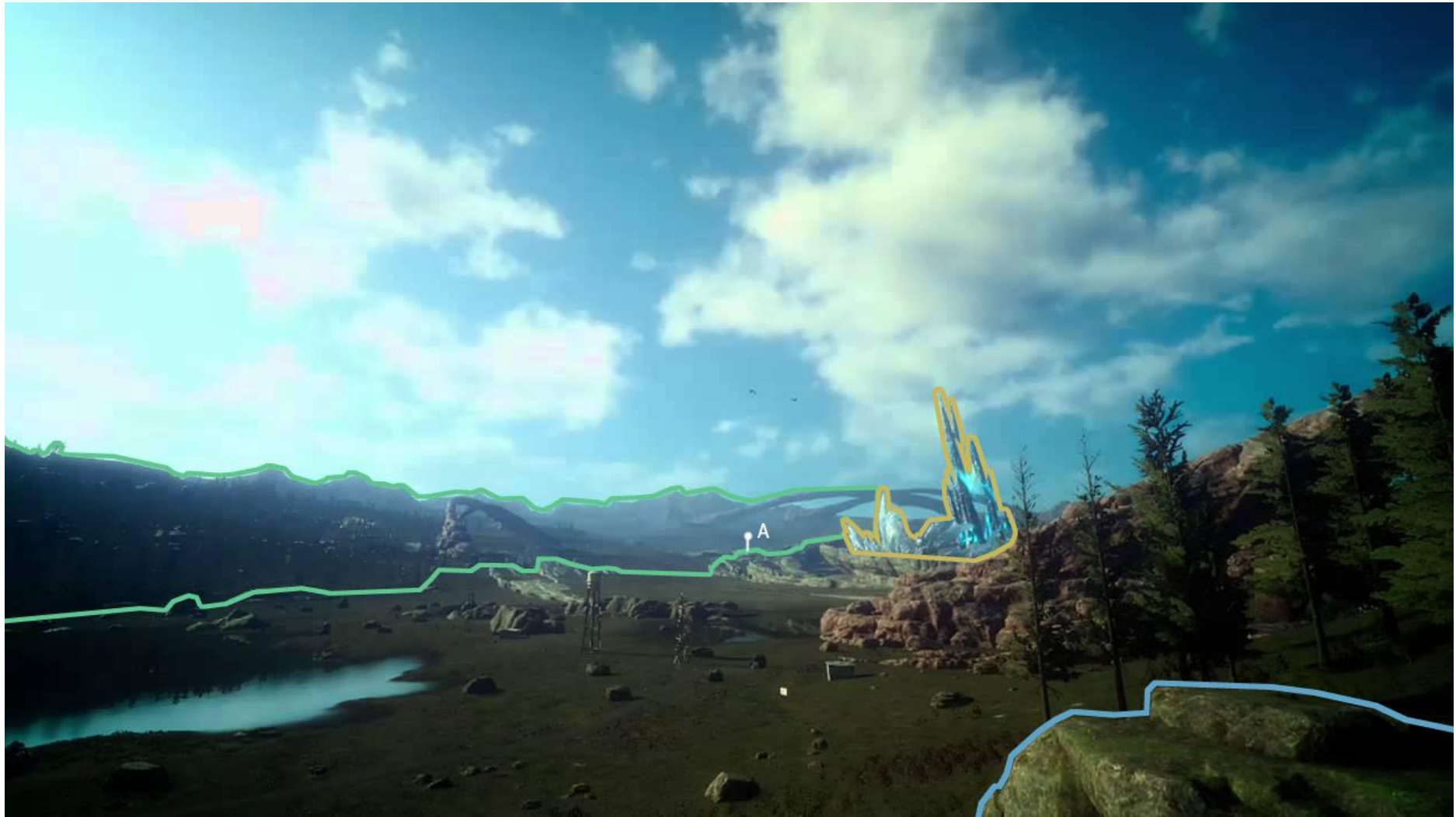


Img. 21 – Representación en planta del contexto presentado en la Img 20

Al contrario de lo que ocurre en el primero de los escenarios, el segundo no dispone de un entorno visual completo de 124° sino que las edificaciones situadas a los lados sólo permiten un ángulo visual de 14° a la izquierda y un ángulo mínimo a la derecha, por lo que no llega siquiera a los 30° a cada lado que limitan el área de enfoque.

La **profundidad del campo visual** afecta a aspectos de la percepción comentados en el indicador anterior. Una profundidad mayor consigue que el rayo visual del espectador alcance puntos más lejanos consiguiendo así una cuenca visual absoluta mayor, siendo entendida ésta como la superficie total vista desde un punto. Este aspecto, al igual que ocurría con la apertura o el cierre visual, tiene que ver con el tiempo de reacción ya que, al disponer de una mirada de mayor alcance dispones de ventaja con respecto al enemigo. También hay que tener en cuenta que te otorga una idea de la distancia que te separa de un objetivo concreto, lo que te permite tomar decisiones referentes al transporte para elegir una manera más eficiente de alcanzarlo.

En la imagen 22 (Img. 22), además de la **profundidad del campo visual** que podemos observar (diferenciando primer plano contorneado en azul, plano de fondo con un contorno verde y plano de media distancia que es el que queda entre ambos), encontramos otros indicadores de visibilidad fácilmente reconocibles: podemos ver **puntos de observación** de cota elevada que ofrecen campos de visión muy amplios con el añadido de que ya de por sí, sin necesidad de situarse en un punto elevado, el paisaje dispone de gran **apertura visual**; la longitud del entorno visual también es grande por lo que se dispone de **profundidad en el campo visual** como podemos comprobar en que el punto A señalado en blanco en la imagen se encuentra alejado cientos de metros del punto de observación; el entorno presenta, además, singularidad, uno de los aspectos que se comentaba en la explicación del indicador de **atractivo escénico** tratándose de un paisaje único con elementos característicos señalados en la imagen con un contorneado naranja.



Img. 22 – Gran profundidad de campo visual en uno de los paisajes de *Final Fantasy XV* (consultada 01/03/2017, fuente: youtube.com)

El indicador denominado **visibilidad del “skyline”** no es muy relevante en cuanto a la jugabilidad¹ pero sí a la hora de generar percepciones ya que, por ejemplo, en cinemáticas o vistas panorámicas dan profundidad a la escena. Así, si echamos un vistazo a la imagen 17 (Img. 17) mostrada anteriormente podemos ver cómo, en la vista panorámica que se ofrece desde el punto elevado del personaje, se puede apreciar el “skyline” del Londres victoriano en el que sucede la acción proporcionándole así a la escena una gran profundidad.

En cuanto a la **presencia de escenas históricas** (visuales consolidadas) estas tienen gran importancia en el fondo de videojuegos que se encuentran ambientados en épocas y/o lugares reales. El más claro ejemplo de esto es la Italia del Renacimiento en que se encuentra ambientado *Assassin's Creed II*. De hecho uno de los aspectos que se trataron en el desarrollo del videojuego fueron “los edificios que podemos encontrar hoy en día en Venecia y que también existían en aquella época, como las iglesias” (María Elisa Navarro). Estos edificios singulares son especialmente importantes a la hora de conseguir visuales consolidadas ya que constituyen los hitos referenciales a través del tiempo y, pese a que algunos elementos no son completamente realistas (como las alturas de las viviendas por temas de jugabilidad¹), el jugador que conoce la ciudad establece una relación visual con la Venecia real. Otro de los valores añadidos de estos edificios es la capacidad de generar el ambiente deseado mientras se juega.

1. Jugabilidad: término que se refiere a la calidad de un videojuego en cuanto a la mejor o peor experiencia de un usuario ante el manejo y desarrollo de este.



Img. 23 – Basílica de San Marcos en *Assassin's Creed II* (Consultado el 14/02/2017, fuente: betherebefore.com)



Img. 24 – Basílica de San Marcos real (fuente: megaconstrucciones.net)

El **atractivo y la calidad escénica** son unos de los aspectos visuales más importantes a la hora de determinar la calidad de un paisaje tanto real como virtual. Estos, además, son unos de los aspectos más cuidados a la hora de desarrollar videojuegos ya que, en gran parte de ellos, se busca conseguir escenarios de juego con atractivo visual como pueden ser ejemplos de paisaje dentro de alguno de los títulos de *Final Fantasy*. Además, como podemos observar en las imágenes siguientes (Img. 25 e Img. 26), muchos de estos paisajes apelan al imaginario colectivo con claras referencias a lugares del mundo real que gran parte de la población ha observado ya sea en primera persona o mediante algún medio visual o audiovisual de comunicación como pueden ser revistas o documentales.



Img. 25 – Ejemplo de paisaje de *Final Fantasy XV* (imagen consultada el 14/02/2017, fuente: es.finalfantasy.wikia.com)

Tras observar la Imagen 25 (Img. 25) podemos establecer un claro paralelismo con la Imagen 26 (Img. 26) correspondiente a una foto real de las Cataratas del Iguazú, situadas en el límite entre la provincia argentina de Misiones y el estado brasileño de Paraná. Se trata de un paisaje conocido por gran parte de la población por lo menos de manera visual pese a no haberlo visitado. Comparando ambas imágenes puede observarse una gran similitud, integrándose en el paisaje de *Final Fantasy* vegetación con las mismas características e incluso simulándose las condiciones atmosféricas correspondientes a la neblina que se genera.



Img. 26 – Cataratas del Iguazú (fuente: jotace.com.uy)

Con respecto a los indicadores de percepción multisensorial (referidos al resto de los sentidos tras haber analizado los de visibilidad), en primer lugar nos encontramos con la **tranquilidad**. Esta es importante a la hora de generar confort al jugador y es un aspecto que se puede explotar si se buscan otras sensaciones como es el caso del juego "*Friday the 13th*", videojuego de terror en el que se busca todo lo contrario a la tranquilidad del jugador ya que este se encuentra continuamente en tensión.

En cuanto a la **sonoridad del paisaje**, esta es especialmente importante a la hora de apelar a otro sistema de percepción más allá del visual como es el oído. Este es el segundo sentido de percepción más importante, con un porcentaje que dobla lo que percibimos con el olfato y el tacto juntos, tal y como comentaban García-Abad y Moreno. Un videojuego que incorpore efectos de sonido para poner al jugador en ambiente estimulará un porcentaje de percepción mayor, lo cual generará en el usuario sensaciones más reales que las que podrían llegar a conseguir un videojuego que se centrara únicamente en el aspecto visual.

Los **efectos atmosféricos y derivados de las diferentes estaciones del año** forman parte de nuestro día a día y los percibimos en el paisaje real, por lo que también deben estar presentes en el entorno virtual. Si tomamos el ejemplo de Londres, lugar en el que se localiza la acción de *Assassin's Creed Syndicate*, se trata de una de las capitales europeas con menos horas de sol al año, estando gran parte del tiempo nublado, lo que hace que los días sean bastante apagados. De hecho, a la hora de anunciar éste título que salió a finales de 2015, Ubisoft (desarrolladora) comunicó que añadirían un clima dinámico con lluvia y niebla como nuevos elementos que no estaban presentes en ediciones anteriores de la saga, además de incluir un ciclo completo de día y noche, lo cual conseguiría una mayor inmersión del jugador y una experiencia, por tanto, más realista. Si nos paramos a pensarlo, un videojuego que se desarrolle completamente de forma diurna en el que siempre esté soleado resulta bastante monótono y deja de lado una gran posibilidad de conseguir una mayor experiencia perceptiva del usuario.

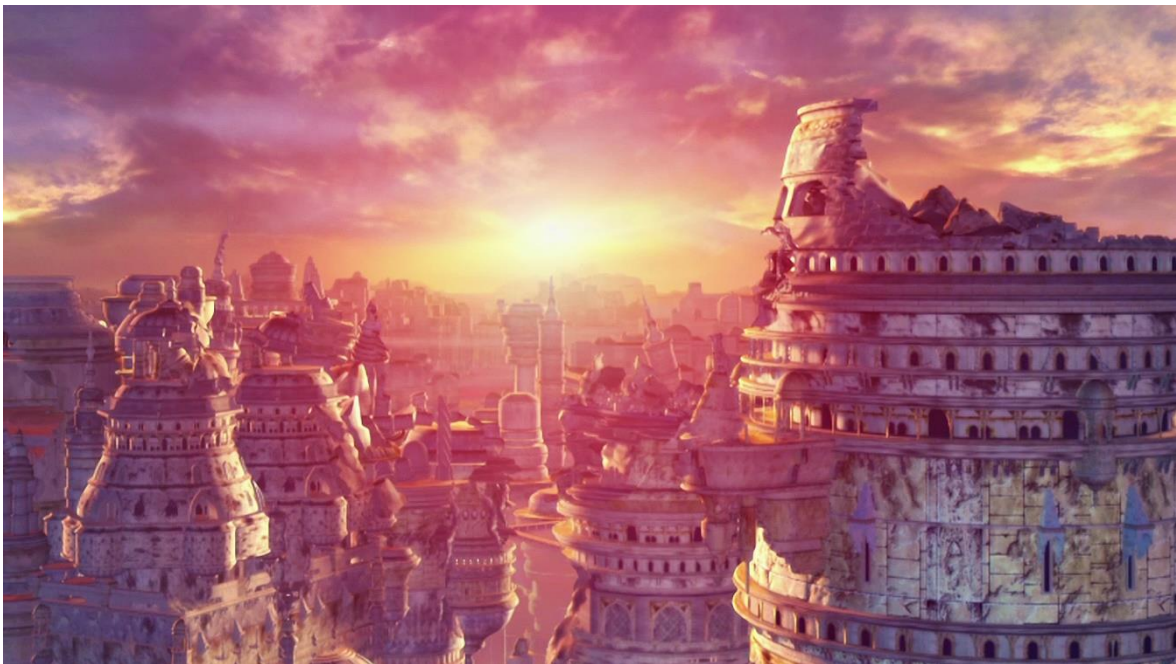


Img. 27 – Londres del siglo XIX durante una noche lluviosa en *Assassin's Creed Syndicate* (consultada el 02/03/2017, fuente: www.3djuegos.com)

En lo referente al indicador denominado “**impactos visuales de nuevas intervenciones en un contexto concreto**”, no es un aspecto que tenga tanta importancia en el paisaje virtual como puede tenerla en un contexto real. Está empezando a incorporarse como parte de algunos videojuegos, lo cual puede ayudar al jugador a adentrarse en el entorno virtual ya que se produce un incremento de verosimilitud a la vez que se integra la variable tiempo. No genera la misma sensación de realismo un paisaje que permanece invariable que uno que el usuario puede ver cómo ha cambiado tras un acontecimiento puntual o por el paso del tiempo. Un claro ejemplo de esto es el caso de Zanarkand en *Final Fantasy X*, el cual podemos observar en la imagen 28 (Img. 28) al principio de la historia y en la 29 cómo acaba tras ser destruida por Sinh, el antagonista principal.



Img. 28 – Zanarkand al principio del juego en *Final Fantasy X* (fuente: finalfantasy.wikia.com)



Img. 29 – Zanarkand al final, tras ser destruida por Sin (fuente: finalfantasy.wikia.com)

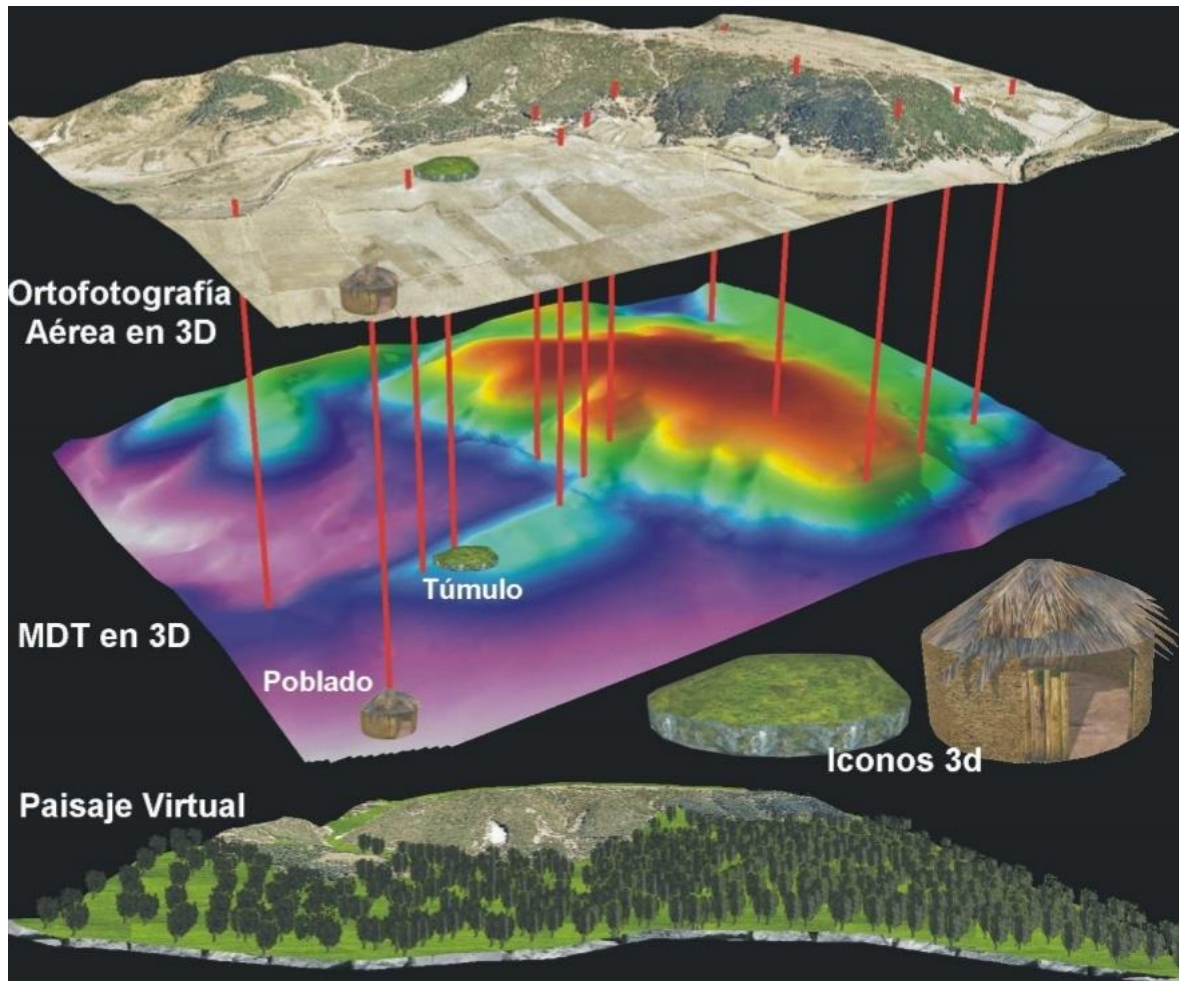
Tanto la **obstrucción visual** que se menciona en impactos visuales como la **obstrucción de vistas panorámicas** de los detractores visuales y perceptivos (tabla 3.2) pueden englobarse en un mismo grupo. Al igual que ocurre con el paisaje real, pueden desmejorar una escena ya que, por ejemplo, no se percibiría igual el paisaje de la imagen 22 (Img. 22) si hubiera algún elemento que obstruyera el campo visual. Además, influyen de manera muy parecida a la apertura o cierre visual comentada en el apartado de visibilidad.

6. TECNOLOGÍA Y PASOS PARA EL DESARROLLO DE CONTEXTOS VIRTUALES

En primer lugar hay que comenzar por modelar los seis elementos esenciales que se comentaban en el apartado de técnica. El relieve del terreno, la vegetación y el agua se presentan como los tres elementos naturales que definen el contexto físico del paisaje, estos serán más reales cuanto mayor sea la toma de datos previa a su modelado aunque tampoco es necesaria una precisión milimétrica en su desarrollo ya que pequeños detalles en elementos tan grandes son difícilmente perceptibles al ojo humano por lo que resulta más importante centrarse en el aspecto conjunto. Por su parte, las estructuras son, de los seis elementos, el que puede modelarse con mayor precisión y más facilidad. Por último, los animales, personas y la atmósfera son aspectos variables y, son los que presentan una mayor importancia a la hora de ser representados de manera dinámica.

Las SIG son herramientas que permiten la organización y almacenamiento de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que tienen una referencia espacial vinculada, es decir, permiten almacenar y mostrar información geográficamente referenciada y, tal y como comentaba Marcos Sáiz en su texto “SIG y Paisajes Virtuales en 3D. Posibilidades de divulgación de la Prehistoria Reciente de la Sierra de Atapuerca”, pueden “sentar las bases para la creación de modelos 4D, con x, y, z y el tiempo (T)” (Marcos Sáiz, 2010).

Del texto de Marcos Sáiz se ha extraído la imagen 30 (Img. 30), que muestra el proceso de modelización en 3D del paisaje virtual del Sur de la Sierra de Atapuerca mediante la integración de múltiples capas superpuestas.



Img. 30 – Modelización en 3D del paisaje virtual del Sur de la Sierra de Atapuerca.

Una vez modelado el entorno físico cabe centrarse en el aspecto perceptivo del contexto, concretamente en la parte de percepción multisensorial ya que los indicadores de visibilidad estarían ya desarrollados tras haber modelado el contexto. Para ello nos resultará de gran ayuda seguir la tabla de indicadores presentada en los apartados anteriores a modo de guía:

Tabla 4 – Indicadores de paisaje

				Carácter		
				Urbano	Periurbano	Natural
Percepción multisensorial	Tranquilidad	Ausencia de ruidos o elementos que perturben la calma de la persona que experimenta el lugar	SUBJ	+	+	+
	Calidad perceptiva	Integridad de un área rural en términos de distancia a asentamientos e infraestructuras	OBJ			+
	Sonoridad del paisaje	Presencia de ruidos animales y aquellos generados por la naturaleza o silencio	OBJ		+	+
	Efectos atmosféricos y derivados de las diferentes estaciones del año	Presencia en el ambiente de elementos como nebulosidad o derivados de cambios estacionales, además de contaminación	OBJ	-	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de “Landscape Indicators. Assessing and Monitoring Landscape Quality” (CASATELLA & PEANO, 2011)

Así, si empezamos por la **tranquilidad** y la **sonoridad del paisaje**, que son dos indicadores que están relacionados, hay que estudiar el aspecto sonoro del contexto que pretendemos desarrollar de manera virtual para conseguir un sonido ambiente lo más parecido posible al del espacio real ya que, como comentaban Lindquist, Lange y Kang, cuanto más congruente sea el paisaje visual con el sonido ambiente mayor realismo se percibe y mayor preferencia se tiene del paisaje. Por tanto, a diferencia de lo que se comentaba en el apartado de paisaje virtual en los videojuegos más tranquilidad no tiene por qué ser positivo ya que si estamos modelando un contexto ruidoso vamos a necesitar pasar dicho ruido a la representación virtual. Otro caso distinto sería el de representar una actuación en la que, por ejemplo, a una vía muy transitada por el tráfico vaya a añadirse un colchón verde perimetral que mitigue el sonido, ya que en este caso concreto sería necesario estudiar la sonoridad existente y simular una de menos intensidad y menos molesta para el contexto virtual.

Lo mismo ocurre con los **efectos atmosféricos y derivados de las diferentes estaciones del año**, un aspecto muy importante a representar ya que puede afectar en gran medida a la percepción que se tiene en un paisaje concreto. Un claro ejemplo de ello sería la presencia de nebulosidad ya que, aunque el contexto se modele a la perfección la presencia o no de niebla afecta enormemente a indicadores de visibilidad como puede ser la **profundidad del campo visual**, disminuyéndola de manera directamente proporcional a la cantidad de neblina.

Por tanto, los pasos a seguir serían: en primer lugar modelar el contexto físico comenzando por el relieve del terreno, añadiéndole la vegetación y el agua; en segundo lugar hay que incluir los animales, personas y la atmósfera estudiando sus patrones de movimiento y variaciones para poder representarlos de manera dinámica; por último, una vez conseguido el contexto físico y los elementos y seres vivos que en él habitan, conformando todos ellos el conjunto de aspectos que influyen en la percepción visual junto con los efectos atmosféricos, es necesario añadir aquellos aspectos que apelan al resto de sistemas perceptivos como la tranquilidad y sonoridad del paisaje.

7. LOS “eSPORTS” COMO CAMPO DE PRUEBA

Los deportes electrónicos o “*eSports*” es un concepto que comprende todos aquellos videojuegos que disponen de competiciones profesionales, abarcando diferentes tipologías, desde juegos con temática futbolística como el *FIFA* a los de disparos en primera persona como el anteriormente comentado *Counter-Strike*, pasando por videojuegos de lucha y los llamados *MOBA* (iniciales de “*Multiplayer Online Battle Arena*”), que son multijugadores basados en estrategia a tiempo real. Los “*eSports*” están llamados a ser el deporte del siglo XXI, como lo demuestra el crecimiento exponencial de su audiencia o las cifras de negocio que han generado a lo largo de los últimos años. “En el 2016 han llegado a tener un total de 293 millones de seguidores y se tiene una previsión de crecimiento para los próximos tres años de 490 millones” (datos de movistar), de hecho en España este año se ha creado el primer canal de televisión exclusivo de “*eSports*” por parte de Movistar, lo cual ayudará a aumentar el alcance de audiencia a nivel nacional. Al crecimiento del número de espectadores le sigue el crecimiento económico de la industria de los videojuegos, ya que se calcula que ésta crezca hasta los 118600 millones de dólares de cara a 2019 (según los datos de proyección generados por newzoo.com), industria que obtiene su principal soporte económico por parte de las marcas y grandes empresas de hardware y periféricos que invierten millones en publicitarse en los eventos que se realizan cada año.

Con estos datos podemos comprobar que el mundo de los deportes electrónicos se presenta como un perfecto campo de prueba ya no sólo a la hora del desarrollo de entornos virtuales sino también para el *hardware* que luego sirve de soporte para éstos.



Img. 31 – Evento de la ESL One Cologne 2015 (fuente: esports-marketing-blog.com)

Los videojuegos es uno de los muchos campos de ocio que ayudan al desarrollo de la tecnología que se aplica a los contextos virtuales, y a este hay que añadirle otros como pueden ser el militar, en el que se emplean representaciones de paisajes virtuales para el entrenamiento de pilotos, o la medicina, en la que se están usando las gafas de realidad virtual para ofrecer tratamientos psicológicos, por ejemplo. Todos estos, entre otros, ayudan a su progreso y evolución.

8. APLICACIÓN EN ARQUITECTURA Y URBANISMO

El objeto principal de este estudio es mostrar las líneas de trabajo y de aplicación de la tecnología que parece enfocada al mundo del ocio, hacia las líneas de trabajo, diseño y difusión de la arquitectura y del campo del urbanismo.

El desarrollo de las herramientas digitales permite nuevas opciones para la comprensión del espacio y su posible transformación; es por esto que su avance toca de cerca el campo de la arquitectura ya que, además del potencial presente para la representación digital, permiten trabajar en un espacio virtual mediante la creación de modelos tridimensionales y su recorrido en tiempo real.

En el ámbito del urbanismo estas herramientas pueden ser empleadas como instrumentos para la recuperación del espacio urbano y su transformación. En el texto de Sergio Colombo “La acción ciudadana y las herramientas digitales en el proceso de percepción y transformación del paisaje urbano” el autor nos pone de ejemplo un “flashmob”, que es una acción organizada en la que un gran grupo de personas se reúne en un lugar público para realizar algo inusual, la cual suele convocarse a través de medios virtuales (móviles e internet). Este ejemplo, aunque sea efímero y se promocione a través de técnicas digitales diferentes a las que se presentan en el presente trabajo, pretende ilustrar la importancia que va adquiriendo el mundo virtual en la interacción de las personas en el espacio público y la gran potencialidad de que dispone.

Las técnicas y análisis para conseguir espacios virtuales que se perciban más realistas, presentados en apartados anteriores, pueden ser muy útiles, ya que la materialización de las ideas de un proyecto en un entorno virtual permite que el usuario pueda experimentar la obra antes de haberse construido y se puedan evaluar muchas de las infinitas opciones posibles de un proyecto. Por ello los campos del planeamiento urbano, arquitectura o conservación del patrimonio, entre otros, tienen cada vez una mayor demanda de desarrollo tridimensional.

Las tecnologías de realidad virtual (RV) ofrecen ventajas incomparables para visualizar proyectos de arquitectura pues permiten reproducir las condiciones naturales de percepción del espacio. “La sensación de presencia inmersiva producida por la RV genera una percepción espacial similar a la experiencia cotidiana en el espacio físico, detonando

respuestas perceptuales que serían difíciles de obtener con otros medios de representación arquitectónica tradicionales. Esta diferencia sería especialmente significativa en aquellos usuarios no expertos a quienes los lenguajes de representación arquitectónica les resultan poco familiares” (Loyola & Montiel, 2016).

Todo esto resulta especialmente interesante de cara a buscar una ciudad participativa en los proyectos. “El concepto de ciudad participativa supone la idea de que los ciudadanos ayudan notablemente a desarrollar una ciudad mejor, ya que son ellos quienes la habitan y quienes conocen sus necesidades y carencias. Por ello, el objetivo de un modelo es el de hacer más comprensible la intención de los urbanistas y convertirse en objeto de debate. La información al ciudadano busca más que su conocimiento, su participación” (Lupiañez González, 2004). Se busca que el público general participe e incida de una manera mucho más directa en las nuevas propuestas de desarrollo urbano; en el diseño participativo, los medios de representación juegan un papel fundamental, pues influyen directamente en el nivel de comprensión del proyecto que alcancen los participantes, el cual es decisivo a la hora de aportar comentarios y opiniones y, por lo tanto, en el éxito de la metodología.

Mauricio Loyola y Constanza Montiel en su artículo “Realidad virtual como medio de representación de la experiencia espacial: Su uso en el diseño participativo” (Loyola & Montiel, 2016) nos exponen un estudio que compara la percepción espacial con medios tradicionales en contraposición con los medios de la realidad virtual. “Para ello fueron expuestos dos grupos de personas a la presentación de un proyecto de remodelación urbana y luego se les solicitó opiniones y sugerencias sobre el diseño, replicando un proceso tradicional de diseño participativo. El primer grupo visualizó el proyecto usando medios tradicionales, mientras que el segundo lo hizo mediante el empleo de equipos de RV” (Loyola & Montiel, 2016). Tras realizar unas cuestiones a los participantes, unas objetivas de comprensión espacial con respuestas concretas y otras subjetivas con graduación, los resultados mostraron que mientras que los medios tradicionales generaron un nivel de comprensión espacial mayor (lo cual puede ser debido a que, en su recorrido libre, los participantes de RV no tenían suficiente información al no haber visitado todos los espacios posibles), el grupo de RV tuvo una mayor respuesta perceptual generando una mayor crítica en la evaluación del proyecto; mientras que el primero

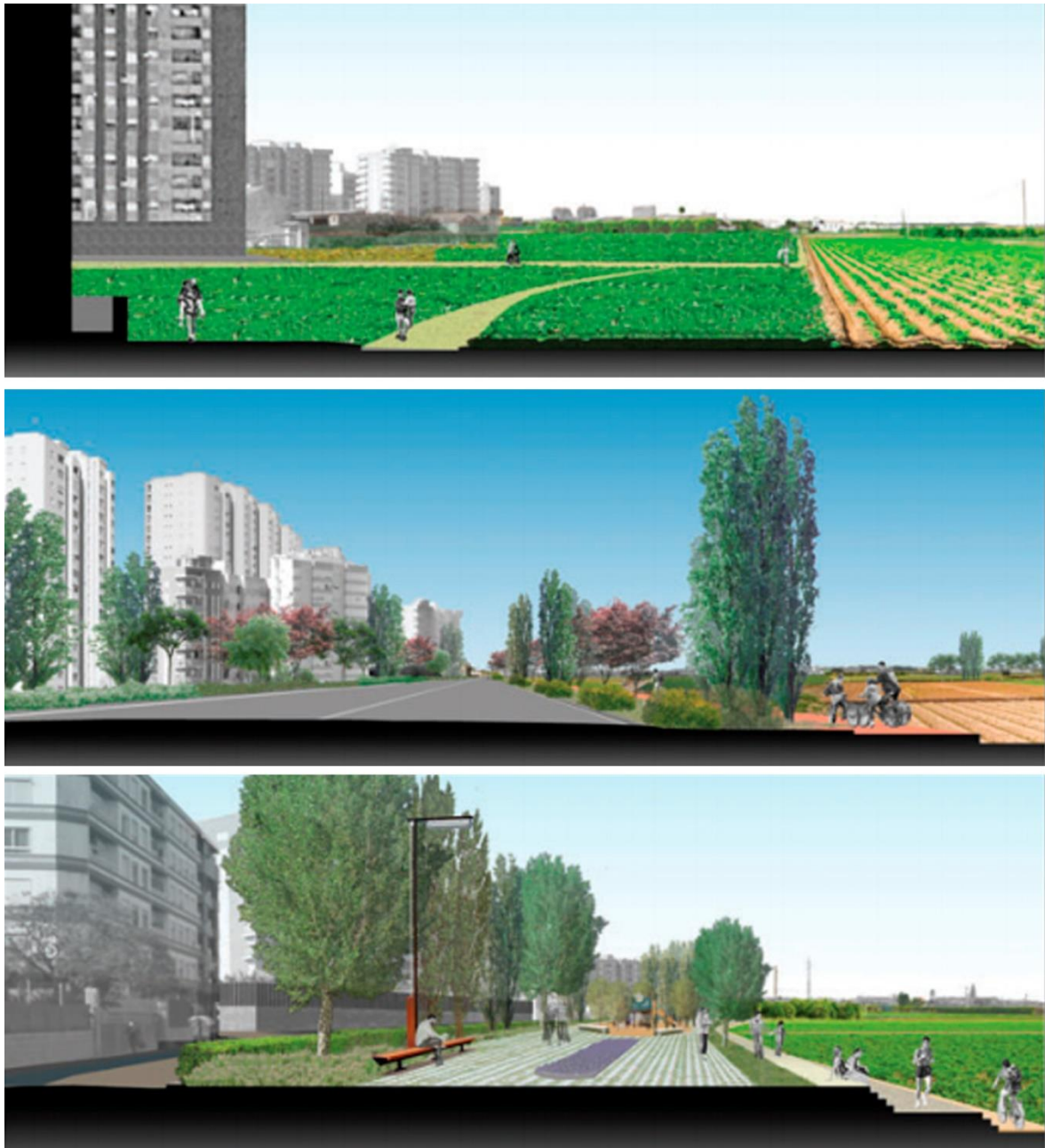
centró sus opiniones y sugerencias en aspectos conceptuales, organizacionales o administrativos, el segundo se enfocó en características del diseño, tales como dimensiones, espacialidad, materiales, condiciones de accesibilidad y atractivo visual. De este estudio se concluye que la realidad virtual empleada en la representación de proyectos de urbanismo no sustituye a los medios tradicionales pero sí que constituye un valioso complemento; “en el contexto del diseño participativo, las tecnologías de realidad virtual ofrecen ventajas en pertinencia y aplicabilidad de los comentarios recibidos para retroalimentar el diseño.[...] Esto se presenta como una cualidad sumamente rescatable y esencial ya que permitiría generar proyectos arquitectónicos y urbanos en base a una participación más activa, participativa y representativa de las necesidades de los usuarios” (Loyola & Montiel, 2016).

En el PAT de la Huerta de Valencia encontramos un claro ejemplo de necesidad de mejorar la representación virtual de escenarios para la explicación de las propuestas proyectuales. Si observamos los paneles de exposición pública, en concreto el apartado de “Evolución reciente de la Huerta de Valencia”, encontramos un ejemplo en el que el desarrollo de un paisaje virtual mediante lo estudiado en apartados anteriores sería de gran utilidad para comprender una de las problemáticas que se presentan. Se habla de “Fragmentación visual” comentando la interrupción de visuales, creación de nuevas barreras ópticas y el deterioro del paisaje adjuntando fotos de puntos concretos en que se observa (Img. 32). Aspectos como la obstrucción visual y la fragmentación Ciudad-Huerta podrían explicarse mucho mejor mediante el empleo de una técnica de simulación digital dinámica ofreciendo un recorrido virtual que permita observar la degradación del paisaje desde diferentes visuales ya que “la posibilidad de observar un mismo espacio desde diferentes puntos de vista constituye su esencia” (García Abad & Moreno Sanz, 1996).



Img. 32 – Deterioro del paisaje visual de la Huerta (fuente: PAT de Protección de la Huerta de Valencia)

Si atendemos al apartado de “Protección y conexión de los paisajes de la Huerta”, la conexión de los paisajes de mayor valor, sobretodo en la escala local (Img. 33), necesita de una mejor representación más allá de un render fijo para poder explicar el valor y posible resultado de la intervención, consiguiendo explorarla en primera persona.



Img. 33 – Representación visual de la Huerta como elemento de conexión a escala local y borde urbano (fuente: PAT de Protección de la Huerta de Valencia)

Mediante el desarrollo de entornos virtuales para la justificación y explicación de posibles intervenciones dentro de proyectos para planes de paisaje conseguimos poner la tecnología de que disponemos hoy al servicio de la sociedad. El ciudadano puede realizar un recorrido virtual por la zona a la que se le hayan añadido unas determinadas modificaciones para poder comprender mejor el objetivo y resultado y poder así valorar bajo su criterio la validez de la actuación.

Otro de los campos que se apoya en el empleo de la RV es el del tratamiento del Patrimonio Cultural, que incluyen los trabajos de creación de modelos digitales de edificios de carácter histórico para su difusión o análisis. Como exponen en videalAB, Grupo de Visualización Avanzada en Arquitectura, Ingeniería Civil y Urbanismo que desarrolla su investigación aplicando las tecnologías de gráficos por computador a todos los campos de la construcción, “una de las facetas más interesantes de la elaboración de modelos de patrimonio histórico es su uso para fines técnicos” (videalAB, 2007), el empleo de técnicas de RV sirve como apoyo gráfico y documental y facilita a su vez el trabajo colaborativo entre los diferentes equipos implicados en la conservación del edificio.



Img. 34 – Modelado para la visualización 3D interactiva de la Catedral de Santiago de Compostela, proyecto premiado en el Architectural 3D Awards (imagen consultada el 13/06/2017, fuente: videalab.udc.es)

Más allá de la arquitectura, el urbanismo y el Patrimonio Histórico, podemos ver otro ejemplo de aplicación práctica en la creación de instalaciones con fines museísticos. En 2006 videalAB desarrolló un proyecto denominado “Museo Vacío” consistente en “un sistema de realidad virtual inmersivo, inalámbrico que permite al usuario desplazarse por una sala en la que se le presentan contenidos virtuales tridimensionales multimedia e interactivos” (videalAB, 2007). Como proyecto más reciente, hoy en día puede visitarse en el Museo Arqueológico Nacional (Madrid) una instalación desarrollada en colaboración con Samsung que permite al usuario sumergirse en varios episodios de la historia de España mediante el uso de gafas de realidad virtual; además, una persona que disponga de las gafas de Samsung puede descargarse la aplicación y realizar la visita virtual desde su hogar.



Img. 35 – Recorrido virtual por la historia (imagen consultada el 13/06/2017, fuente: www.antena3.com)

9. CONCLUSIONES

La industria del ocio y el entretenimiento y, dentro de ésta, más concretamente, la de los videojuegos evoluciona y avanza cada año a pasos agigantados. Gran parte de sus esfuerzos por mejorar cada vez más la experiencia de los usuarios se destinan a conseguir entornos de juego hiperrealistas por lo que se podría decir que el desarrollo de entornos virtuales va en paralelo al desarrollo de esta industria. Cada año se producen más innovaciones y mejores resultados gracias al desarrollo de la tecnología enfocada a la realidad virtual.

No obstante, la posibilidad de mejoría en cuanto a modelado y representación de ámbitos virtuales no sólo depende del desarrollo de la tecnología, sino que también necesita un estudio sensorial y perceptual detrás. Aquí es donde entran los indicadores de paisaje que se centran en la percepción visual y multisensorial; éstos, más allá de su función para evaluar paisajes reales, pueden emplearse como guía para el desarrollo de contextos virtuales con el objetivo de conseguir representaciones que sean cada vez más realistas y que permitan al observador experimentar en ellos aquellas sensaciones que percibirían en el mundo real.

En los últimos años la mayor parte de los esfuerzos se han empleado en la mejora de los dos sistemas perceptivos más dominantes que son la percepción visual y la sonora. No obstante, conforme pasa el tiempo se van estudiando nuevos sistemas para incluir el olor y el tacto dentro de la experiencia virtual y, a medida que se vayan desarrollando el resultado se acercará más a una experiencia perceptiva total del usuario.

Una vez construidos, los entornos virtuales pueden emplearse en el ámbito de la arquitectura y el urbanismo para, en conjunción con los métodos tradicionales de representación, ayudar al público a comprender mejor las posibles intervenciones en determinados espacios previamente a ser realizadas. El objetivo final es conseguir un diseño participativo de la población ya que los ciudadanos son los usuarios del espacio urbano y el paisaje y, por tanto, los “clientes” que tiene que satisfacer el resultado final de cada intervención urbana; la inclusión de las nuevas tecnologías permite aumentar la comprensión de los proyectos de aquellas personas que no disponen de una formación académica en el ámbito de la arquitectura y el urbanismo ya que su entendimiento es la base sobre la que se sustenta su posterior posicionamiento y opinión del proyecto. Como se ha comentado anteriormente en el apartado de aplicación en arquitectura y urbanismo, una

mayor comprensión permite que se obtengan respuestas más críticas y fundamentadas, lo cual ayuda enormemente a la valoración y modificación del proyecto previamente a ser ejecutado.

Mi opinión personal, tras mi experiencia personal dentro del campo de los videojuegos, es que a medio o corto plazo se va a conseguir la experiencia perceptiva total dentro de los entornos virtuales gracias al desarrollo de la tecnología e inclusión de todos los sistemas perceptuales, primero con el añadido del tacto y, posteriormente, del olfato. Esto va a conseguir que se desarrollen contextos virtuales completamente realistas que, posteriormente, comenzarán a emplearse en el ámbito de la arquitectura y el urbanismo. Gracias a todo esto finalmente se conseguirá un diseño más activo y participativo de la población, el cual es completamente necesario para el desarrollo de proyectos que den solución a sus necesidades.

10. BIBLIOGRAFÍA

- _ Alawa Forestal (2011). *Cuencas visuales* (www.alawaforestal.com/?p=73) Consultado el 10/06/2017
- _ Antena 3 (2017). *El Museo Arqueológico Nacional recrea la historia a través de realidad virtual* (www.antena3.com/noticias/tecnologia/el-museo-arqueologico-nacional-recrea-la-historia-a-traves-de-realidad-virtual_201705105913669b0cf2a1da4827e2b1.html) Consultado el 13/06/2017
- _ Antrop, Marc, Dupont, Lien, Ooms, Kristien & Van Eetvelde, Veerle (2016). *Comparing saliency maps and eye-tracking focus maps: The potential use in visual impact assessment based on landscape photographs*. *Landscape and Urban Planning* 148, 17-26. El Sevier.
- _ Blanco, David, Carregal, Natalia, Hernández, Luis A., Jaspe, Alberto, López, Rocío, Meijide, Manuel, Seoane, Antonio & Taibo, Javier (2007). *VideaLAB. Grupo de Visualización Avanzada en Arquitectura, Ingeniería Civil y Urbanismo*
- _ Casatella, Claudia & Peano, Attilia (2011). *Landscape Indicators. Assessing and Monitoring Landscape Quality*. Springer.
- _ Colombo Ruiz, Sergio (2015). *La acción ciudadana y las herramientas digitales en el proceso de percepción y transformación del paisaje urbano*. ASRI, Número 8.
- _ Ervin, Stephen M. (2000). *Digital landscape modeling and visualization: a research agenda*, 49-62. El Sevier.
- _ Fallow Fields (2016). *FUI! Yes FUI!*. (<https://fallowfields.blogspot.com.es/2016/07/>) Consultado el 15/06/2017
- _ Fry, G., Tveit, M.S. & Ode, Asa (2008). *Capturing Landscape Visual Character Using Indicators: Touching Base with Landscape Aesthetic Theory*, Vol. 33, 89-117.
- _ García Abad, Alonso & Moreno Sanz, Fernando (1996). *Cartografía de la calidad visual del paisaje: Reflexiones teóricas y ejemplo de aplicación*. Serie Geográfica, vol.6, 115-129.
- _ Game Tribute (2015). *Assassin's Creed Syndicate Has Dynamic Weather System, Day / Night Cycle* (<http://www.gamtribute.com/3826/assassins-creed-syndicate-has-dynamic-weather-system-day-night-cycle/>) Consultado el 02/03/2017
- _ Gómez de Segura, José Daniel (2004). *Aplicaciones de la realidad virtual a la representación de proyectos de urbanismo y obra civil*. EUVE – European Virtual Engineering.
- _ Guynup, Steve (2012). *The Design of Virtual Space: Lessons from Videogame Travel*, 120-141. IGI Global.
- _ Higuchi, Tadahiko (1944). *The Visual and Spatial Structure of Landscapes*. Gihodo Publishing.
- _ Hobby Consolas (2014). *¿Llegará el sentido del tacto a la realidad virtual?* (www.hobbyconsolas.com/noticias/llegara-sentido-tacto-realidad-virtual-18482) Consultado el 30/05/2017
- _ Kang, Jian, Lange, Eckart & Lindquist, Marc (2016). *From 3D landscape visualization to environmental simulation: The contribution of sound to the perception of virtual environments*. *Landscape and Urban Planning* 148, 216-231. El Sevier.

_ Landschaftspark Duisburg-Nord. *Evolution* (en.landschaftspark.de/the-park/evolution) Consultado el 16/06/2017

_ Lange, Eckart (2001). *The limits of realism: perceptions of virtual landscapes*, 163-182. El Sevier.

_ Latz + Partner (2002). *NODH Duisburg-Nord – Hochofenpark* (www.latzundpartner.de/de/projekte/postindustrielle-landschaften/duisburg-nord-hochofenpark) Consultado el 16/06/2017

_ Loyola, Mauricio & Montiel, Constanza (2016). *Realidad Virtual como medio de representación de la experiencia espacial: Su uso en el diseño participativo*. SIGraDi 2016, XX Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics 9-11, November, 2016.

_ Lupiañez González, Andrés (2004). *Ciudad y territorio virtual*. I Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual – Barcelona 2004.

_ Marcos Sáiz, Francisco Javier (2010). *SIG y Paisajes Virtuales en 3D. Posibilidades de divulgación de la Prehistoria Reciente de la Sierra de Atapuerca*. Virtual Archaeology Review, Volumen 1, Número 1.

_ Metaspace (2015). *Assassin's Creed II: Arquitectos que hacen videojuegos* (https://metaspaceblog.com/category/metapeople/) Consultado el 07/02/2017

_ Muñoz-Nieto, A., Rodríguez-González, P. & Valencia, J. (2015). *Virtual modeling for cities of the future. State-of-the art and future challenges*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W4, 2015.

_ Nejati, Adeleh, Rodiek, Susan & Shepley, Mardelle (2016). *Using visual simulation to evaluate restorative qualities of access to nature in hospital staff break areas*. Landscape and Urban Planning 148, 132-138. El Sevier.

_ Señalética ISET (2012). *Unidad 2 | Aspectos Físicos y Ergonómicos* (senaleticaiaset.blogspot.com.es/2012/08/3dg-senaletica-unidad-3-aspectos-fisico.html) Consultado el 30/05/2017

_ Tévar Sanz, Gonzalo (1996). *La Cuenca Visual en el análisis del paisaje*. Serie Geográfica, vol.6, 99-113.

_ The Journal of Neuroscience (2012). *Features versus Feelings: Dissociable Representations of the Acoustic Features and Valence of Aversive Sounds* (www.jneurosci.org/content/32/41/14184) Consultado el 10/06/2017

_ Veo Verde (2009). *Recuperación de paisajes degradados* (https://www.veoverde.com/2009/12/recuperacion-de-paisajes-degradados/) Consultado el 13/06/2017

_ Universitat Politècnica de València. *Plan de Acción Territorial de Protección de la Huerta de Valencia* (www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/778665normanlc.html) Consultado el 23/02/2017

_ Vix. *¿Cómo funciona la memoria olfativa?* (www.vix.com/es/btg/curiosidades/6552/como-funciona-la-memoria-olfativa) Consultado el 30/05/2017

_ Xataka eSports (2017). *El auge de los eSports: ¿cómo y por qué se prevé que superen los 1000 millones de dólares en 2019?* (https://esports.xataka.com/analisis/al-auge-de-los-esports-como-y-por-que-se-preve-que-superen-los-1-000-millones-de-dolares-en-2019) Consultado el 14/02/2017

