



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**APLICACIÓN MÓVIL DE INFORMACIÓN REGISTRAL PARA EL CONTEXTO
DE LA PLANIFICACIÓN URBANA CON REALIDAD AUMENTADA Y CÓDIGOS
QR**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero de Sistemas

AUTOR: MARIA LORENA MORA ALVARADO

TUTOR: JOE FRAND LLERENA IZQUIERDO

Guayaquil – Ecuador

2021

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Maria Lorena Mora Alvarado con documento de identificación N° 0928818475 manifiesto que:

Soy la autora y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 8 de septiembre del año 2021

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke at the bottom.

Maria Lorena Mora Alvarado

C.I. 0928818475

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Maria Lorena Mora Alvarado con documento de identificación No. 0928818475, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Artículo académico: Aplicación móvil de información registral para el contexto de la planificación urbana con realidad aumentada y códigos QR, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero de Sistemas, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 8 de septiembre del año 2021

Atentamente,



Maria Lorena Mora Alvarado

C.I. 0928818475

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Joe Frand Llerena Izquierdo con documento de identificación N° 0914884879, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: Uso de la codificación QR en el sector urbanístico: Un mapeo sistemático, realizado por Maria Lorena Mora Alvarado con documento de identificación N° 0928818475, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 8 de septiembre del año 2021

Atentamente,



Ing. Joe Frand Llerena Izquierdo, MSig.

C.I. 0914884879

Aplicación móvil de información registral para el contexto de la planificación urbana con realidad aumentada y códigos QR

María Mora-Alvarado¹[0000-0001-9566-8887] and Joe Llerena-Izquierdo¹[0000-0001-9907-7048]

¹Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador
mmoraa3@est.ups.edu.ec, jlllerena@ups.edu.ec

Abstract. The use of new technologies for management practices in the urban sector is the challenge to changing contexts in smart city issues due to urban digital growth. Augmented reality as a novel technology provides different experiences and unique sensations to users. This paper presents a mobile application to obtain and present information about the domiciliary registration of the authorized regulatory body using QR codes and augmented reality technology. The purpose of this study is to design and obtain a tool to generate licensed public information on housing in the canton Samborondón province of Guayas Ecuador. It uses a combination of new technologies as a management strategy in the context of urban planning in an interactive way. With a quantitative quasi-experimental approach, the survey technique is used to determine the perception of the use of the mobile application randomly to 400 inhabitants of the canton Samborondón, as well as the level of satisfaction and use of the application. The results show a confidence rate of 95% and a margin of error of less than 5%, this study shows that 88% of the participants are interested in using the mobile application. Users expressed 90% satisfaction a value higher than planned expectations. The technologies used in this study allow new experiences that complement the development of smart cities and minimize digital barriers.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version).

Keywords: Gestión urbana, códigos QR, planificación urbana, realidad aumentada.

Resumen. El uso de nuevas tecnologías para las prácticas de gestión en el sector urbano son el reto a contextos cambiantes en temas de ciudades inteligentes por el crecimiento digital urbano. La realidad aumentada como tecnología novel brinda unas experiencias diferentes y sensaciones únicas a los usuarios. Este trabajo presenta una aplicación móvil para obtener y presentar información sobre el registro domiciliario del ente regulatorio autorizado mediante códigos QR y la tecnología de realidad aumentada. El propósito de este estudio es diseñar y obtener una herramienta para generar información pública licenciada sobre vivienda en el cantón Samborondón provincia de Guayas Ecuador. Utiliza una

combinación de nuevas tecnologías como estrategia de gestión en el contexto de la planificación urbana de forma interactiva. Con un enfoque cuantitativo cuasi-experimental se utiliza la técnica de encuesta para determinar la percepción del uso de la aplicación móvil de forma aleatoria a 400 habitantes del cantón Samborondón, así como el nivel de satisfacción y uso de la aplicación. Los resultados alcanzan una tasa de confianza del 95% y un margen de error menor al 5%, este estudio evidencia el interés de los participantes en un 88% en el uso del aplicativo móvil. Los usuarios manifiestan su satisfacción en un 90%, valor superior a las expectativas planificadas. Las tecnologías utilizadas en este estudio permiten nuevas experiencias que complementan el desarrollo de las ciudades inteligentes y minimizan las barreras digitales.

Palabras claves: Urban management, QR codes, urban planning, augmented reality.

1 Introducción

La integración de nuevas tecnologías novedosas en temas como el desarrollo de ciudades inteligentes, la arquitectura, el urbanismo y la gestión catastral es un desafío para que los investigadores se involucren en estas áreas con propuestas muy innovadoras [1][2]. Tecnologías como la realidad virtual, la realidad aumentada y la realidad mixta en los entornos físicos que rodean a las personas y los combinan con elementos digitales, ofrecen una experiencia visual diferente y potenciada [3][4][5]. El desarrollo de este artículo se centra en la combinación de dos tecnologías: realidad aumentada (RA) y códigos Quick Response (QR). estas tecnologías han sido de provecho en diferentes campos, en educación [6][7], cuidado de la salud [8][9], para fomentar el geoposicionamiento [10][11] y el turismo [12][13], para la representación arquitectónica de viviendas [14][15], entre otros [16–20].

La realidad aumentada ha sido usada en instituciones que gestionan información de carácter público relacionada a registros catastrales y de sus propietarios. Las aplicaciones desarrolladas han contribuido a mejorar la satisfacción de los usuarios pero también a mejorar los procesos internos que desarrollan los colaboradores de estas instituciones [21–26]. Se ha combinado la tecnología de códigos QR junto a la realidad aumentada, siendo la primera un método de activación más fácil y rápido de la representación en 3D [27–30].

Tener la oportunidad de brindar nuevas soluciones a la población, como una nueva era de los servicios públicos apoyados en tecnologías emergentes, es todo un reto [31–36]. La representación de bienes inmuebles y de información domiciliaria [37]. Primero están los desafíos de verificación, de autenticación de datos, y luego el acceso a ellos para ser editados en caso de que así se lo requiera [38][39]. La idea de implementar estos proyectos en instituciones que manejan información pública es que funcione como una herramienta de gestión municipal para la estandarización de sus procedimientos [40–42].

En los últimos años se ha visto un incremento en el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada que en consecuente uso, han permitido que los usuarios de la información logren una gestión más adecuada en tanto que se convierte en una herra-

mienta de trabajo [43]. A nivel internacional se ha visto aplicaciones de realidad aumentada en el sector privado y público empresarial, pero en lo que respecta a Ecuador no se encuentra evidencia de trabajos previos en los que se haya analizado la posibilidad de usar la realidad aumentada para la gestión de información catastral, mucho menos en los que se hayan desarrollado aplicaciones para este fin [44].

Este trabajo impulsa el uso de realidad aumentada combinada con códigos QR para facilitar la gestión de información catastral cuando se realizan inspecciones de campos donde se requiere conocer datos precisos del bien inmueble, cuando se realizan censos poblacionales, o en cualquier otra ocasión en los que se requiera actualizar la información de viviendas.

1.1 Realidad aumentada y códigos QR para la gestión urbana y métodos de visualización

La realidad aumentada requiere valerse de distintos elementos para hacer posible la representación 3D de objetos a través de una pantalla, aunque resulta fácil deducir que una pantalla o también llamado monitor es uno de los elementos claves para hacer posible esta representación, también se requieren de otros elementos como una cámara, acceso a internet y a una base de datos, el desarrollo de software de realidad aumentada que contenga los algoritmos que hagan posible la representación, así como hardware adecuado que soporte el software [12].

Se pueden usar tres tipos de pantallas, las pantallas de cabeza, que llevan sensores y se fijan a la altura de los ojos [13]; las que caben en la mano y tienen la ventaja de ser portables [14]; y otras que son de tipo espacial, independientes de los usuarios, pero con ventajas sobre las otras, por su gran tamaño que permite alcanzar un mayor rango de visualización [15]

En general existen tres métodos de visualización de realidad aumentada que pueden aplicarse para la gestión de información catastral, los que usan marcadores de referencia, los que no usan marcadores y por geolocalización. Cuando se usa marcadores de referencia se refiere a un patrón que cumple la función de activar la representación en 3D, cuando se apunta la cámara de la pantalla hacia el marcador. Los códigos QR son marcadores de referencia medianamente complejos. Existen también patrones que son menos complejos como Studio Ar, Tag Ar y Toolkit Ar. La complejidad de los patrones podría depender de las restricciones del acceso a la información activada, sin embargo, esto no puede asegurarse [38]. En el segundo método de visualización no se requiere de marcadores de referencia para activar la realidad aumentada, ya que las tecnologías que utilizan como por ejemplo *Localización y Mapeado Simultáneo*, son más potentes que permiten crear modelos 3D de entornos y no solo de objetos [39]. El tercer método combina también tecnologías como el *Sistema de Posicionamiento Global* (GPS) con lo cual se extiende el rango de representación visual en 3D, llevándolo a hacer posible el uso de la aplicación de realidad aumentada en un ambiente exterior sin un punto de anclaje fijo [10].

La combinación de tecnologías de realidad aumentada y códigos QR se presenta como una oportunidad para identificar y representar información catastral de viviendas [40]. Para ello es necesario que las tecnologías mencionadas sean compatibles con

otras herramientas, que ya son de uso diario por los usuarios. Esto es importante para que pueda surgir la interacción entre el sistema de realidad aumentada y los usuarios en un entorno de trabajo real. Así los usuarios pueden calificar cualitativa y cuantitativamente su experiencia. En base a lo anterior se plantea demostrar que la combinación de realidad aumentada y códigos QR son aplicables para una adecuada gestión de información catastral de viviendas en Ecuador [19] [20].

Los procesos de departamentos de catastros, matrículas inmobiliarias, censos y relacionados a inmuebles pueden hacer uso de plataformas en donde conste información relevante de las edificaciones, la misma que pueden consultar desde sus propios smartphones, de forma inmediata, precisa y con la posibilidad de editar la información [21]. La información puede reposar en un servidor de base de datos y ser consultada en campo o en oficina por usuarios de un mismo o varios departamentos, consiguiendo mejorar la comunicación interdepartamental y agilizando sus procesos [22].

En el trabajo de campo es interesante analizar la forma tradicional en que los topógrafos, cartógrafos y personal de campo recoge información utilizando mapas dibujados en papeles. La realidad aumentada incide de forma positiva ya que es un medio de visualización que dependiendo de las bondades de la aplicación puede permitir representar modelos de casa en 3D hasta mapas georreferenciados más sofisticados donde se pueden visualizar parcelas y predios que ayuden a la gestión de dichos catastros de forma que se mantengan actualizados los datos [21].

2 Materiales y métodos

Existe un enfoque cuantitativo y semi-empírico de la metodología de la investigación. La técnica de la encuesta se utilizó para determinar el interés y la usabilidad de la aplicación, así como las calificaciones de los participantes.

De una población total de 47.738 población del cantón Samborondón con un ritmo de crecimiento anual de 2,7% proyectado para el año 2021, de forma aleatoria, se seleccionan a 400 personas del sector urbano de la ciudad. Con un porcentaje de confianza del 95% y un margen de error del 4,89%.

Se desarrolló con el principal objetivo de mostrar información de los registros poblacionales utilizando la realidad aumentada y los códigos QR como herramientas informáticas e interactivas en un contexto de planificación municipal urbana disponible para los empleados del territorio, catastral y registral en el cantón Samborondón, así como propietarios de viviendas del sector.

Se formularán las siguientes preguntas de investigación para obtener una comprensión más precisa y un enfoque más completo del tema (ver Tabla 1).

Table 1. Preguntas de Investigación.

Preguntas	Temática
Pregunta 1 (P1): - ¿Cuáles serán los fundamentos indispensables para el desarrollo de una aplicación móvil con realidad aumentada y código QR?	Plataformas de desarrollo, tecnología de realidad aumentada, funcionalidad del programa, interfaz de usuarios [22].

Pregunta 2 (P2) - ¿Qué factores deberán tenerse en cuenta al presentar la información sobre las viviendas?	Investigación de los factores económicos, culturales y sociales [23].
Pregunta 3 (P3) - ¿Qué herramientas de desarrollo se utilizarán para construir las aplicaciones móviles?	Instrumentos de desarrollo de realidad aumentada basadas en la compatibilidad y su rendimiento multiplataforma [44].
Pregunta 4 (P4) - ¿Qué experiencia ofrecerá esta aplicación móvil al usuario en cuanto a la facilidad de uso y satisfacción?	Aplicación fácil de usar, incluso si el usuario no tiene la experiencia necesaria en modelado 3D [28]. Requisitos para alcanzar los objetivos establecidos [37].

Se destacan las preguntas de investigación relacionadas con factores, controladores, herramientas de desarrollo y experiencia del usuario después de usar la aplicación de realidad aumentada QR Code.

Se realizó una revisión de documentos como parte de una encuesta de literatura para identificar los elementos y elementos necesarios para el desarrollo de una aplicación móvil. Por este motivo, se utilizan directrices que cubren las fases de diseño, gestión y presentación de informes [27] y se aplican de la siguiente manera:

- **Plan de revisión:** Se identifica las necesidades de investigación, formula preguntas de investigación y desarrolla protocolos a seguir en relación con la base de datos de consulta, año e idioma de consulta.
- **Ejecutar la revisión:** Se resume toda la información obtenida sobre el tema de interés.
- **Informe de revisión:** Se realiza una revisión del directorio en beneficio de la empresa, utilizando los criterios de búsqueda de "aplicación" o "móvil" o "web" y "economía aumentada real" y "código QR".

Búsqueda de elementos que tengan en cuenta la representación de la información de la vivienda en un modelo 3D que genere factores sociales, culturales y económicos. El elemento social se refiere a la comunicación con la comunidad en la implementación de nuevos procesos [23]. Los factores culturales tienen en cuenta el nivel de habilidad de los usuarios de la aplicación y su capacidad para utilizar la aplicación después de la formación [32]. Los factores económicos corresponden a la capacidad económica del estado para financiar proyectos de planificación urbana utilizando realidad aumentada y códigos QR [24]. Se han utilizado técnicas ágiles para desarrollar aplicaciones móviles [40], mediante las cuales se realizan los siguientes pasos:

- *Evaluar el proceso y la estructura de la empresa:* Se identificó tres departamentos que están directamente involucrados en la implementación de su aplicación: Catastro, Terreno y Registro de la Propiedad. Los dos primeros departamentos son responsables de realizar censos y recopilar información sobre el terreno. Sin embargo, si desea recopilar información sobre el lote, debe hacerlo manualmente. Esto puede dar lugar a errores en los registros de lotes posteriores, por ejemplo, si el lote se registró como disponible cuando en la actualidad ya tiene propietario. Esto genera un

conflicto con el servicio de Registro de la Propiedad. O si se asignan dos códigos catastrales a la misma propiedad.

- *Sugerencias para la mejora y optimización de procesos*: Se determinó que la implementación de una aplicación móvil podría ahorrar tiempo al personal de tres departamentos al permitir que el proceso de recopilación de información se ejecute más rápido. Además, se evitan errores y conflictos entre los servicios que gestionan este tipo de información.
- *Diseño de aplicaciones en las relaciones con los clientes*: Se estableció un diseño computacional. Los usuarios de aplicaciones móviles siempre están involucrados en sus necesidades de información y, a menudo, los errores se producen al recopilar información manualmente.
- *Cree e implemente aplicaciones*: Se desarrolló un primer prototipo para este estudio. El prototipo utilizó un entorno de aplicaciones móviles con Android Studio IDE, que proporciona funcionalidad mediante códigos QR basados en Java. Durante este tiempo, Unity y Vuforia se utilizó como motores y bases de datos para proporcionar capacidades de desarrollo para entornos de realidad aumentada. El proceso de generación del código QR comienza escaneando una imagen de cada casa que ha sido etiquetada con la identidad `home_code_1` o `home_code_2`. A medida que se crea cada imagen, se almacena en la base de datos de Vuforia y los códigos QR se escanean desde un dispositivo móvil para buscar una coincidencia entre el modelo 3D y la etiqueta correspondiente. La información que se muestra en la aplicación del propietario, ubicación de la propiedad, parroquia, código de propiedad, registro de propiedad, campos del formulario de registro.
- *Evaluación y seguimiento*: Se evaluó la experiencia del usuario al utilizar software de realidad aumentada. Para ello, las encuestas se utilizan como un medio para hacer preguntas sobre el uso y la eficacia de las aplicaciones que ha permitido la obtención de los datos.

Documentos aprobados oficialmente por el cantón Samborondón, de la provincia de Guayas fueron utilizados como parte de la data para desarrollar la aplicación móvil. Estos documentos incluyen diagramas de proceso para servicios catastrales, terreno y de Registro de la Propiedad.

Tras los pasos anteriores, detallados según la propuesta de prototipo, los criterios más relevantes para el desarrollo de la metodología son las herramientas interactivas y las herramientas avanzadas para la recogida de información sobre la vida.

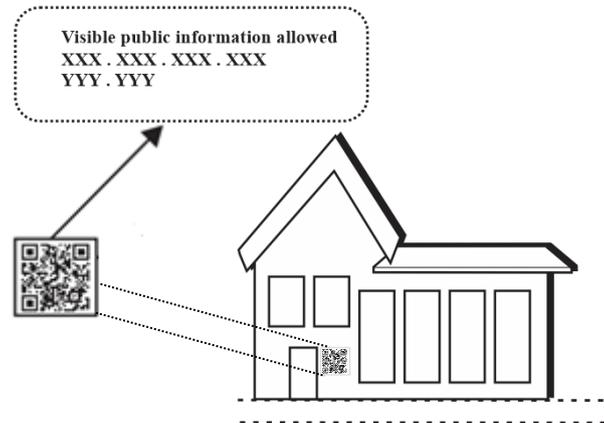


Fig. 1. Modelo de vivienda urbana usando código QR (propuesta de información)

La representación del código QR en las viviendas urbanas es registrada por la aplicación (ver Fig. 1) y cada propiedad se le asigna un código QR único asignado a una parte de la casa para un acceso fácil por el operador. Escanear el código QR desde su teléfono móvil y el lanzamiento de la aplicación para ver un modelo 3D de la propiedad que contiene toda la información que necesita saber.

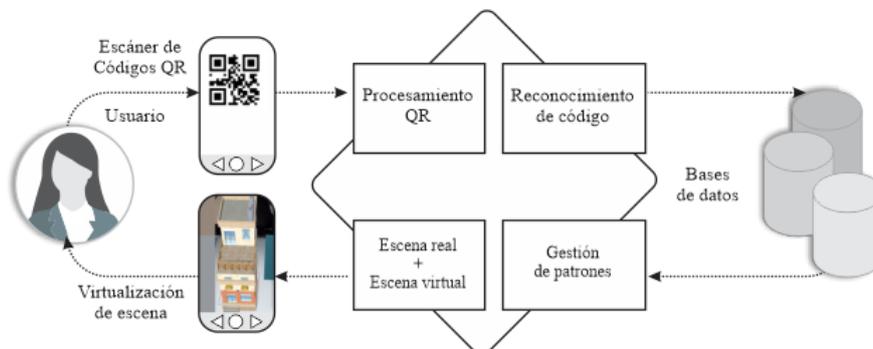


Fig. 2. Aplicación arquitectura

La aplicación desarrollada de acuerdo con la arquitectura (ver Fig. 2) los usuarios interactúan con la aplicación a través de su dispositivo móvil. En la aplicación, cuando se escanea el código QR, se procesa el código QR y la aplicación reconoce el código del código almacenado en la base de datos, interpreta el patrón y muestra la escena relacionada con ese patrón que se muestra en la pantalla.



Fig. 3. Registro de casa de un piso

Durante la fase de implementación y prueba de la aplicación (ver Fig. 3), se observa una imagen representativa de la casa mientras se muestra el código QR correspondiente a la propiedad. La información que se muestra en un lado del modelo 3D le permite ver el nombre del propietario, ubicación, parroquia, código de propiedad, número de matrícula inmobiliaria, número de ficha registral, coordenadas de latitud y longitud.



Fig. 4. Información de registro de vivienda de dos pisos

Una prueba realizada por un agente catastral (ver Fig. 4) en un registro de bienes raíces del cantón Samborondón, la figura es 3D. Esta es una representación de una casa de dos pisos, con la información de registro de la propiedad a la derecha. Puede rotar su dispositivo móvil para obtener diferentes vistas de su casa.

3 Resultados y discusión

La combinación de elementos de información, especialmente en lo que respecta a la identificación de viviendas y catastrales, y la necesidad de presentaciones formales aprobadas por agencias gubernamentales para su visualización en dispositivos móviles, permitió el primer prototipo denominado "Building Quick Response". Esta aplicación está disponible para dispositivos móviles con sistema Android y se puede descargar desde la App Store. El resultado de la encuesta a 400 residentes de Samborombón que participaron para obtener los datos suministra la información adecuada para mejoras en el prototipo.

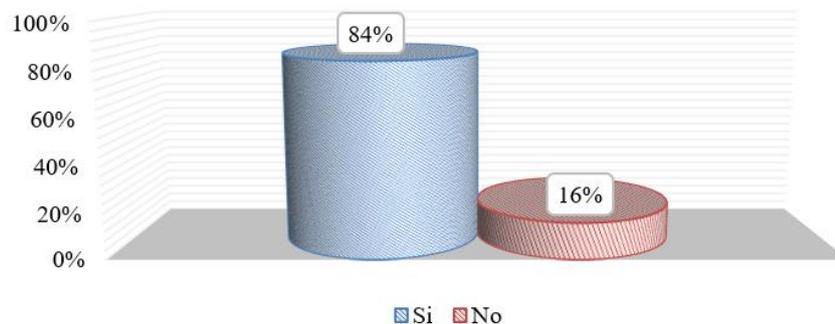


Fig. 5. Porcentaje de la usabilidad de la aplicación Building Quick Response

Los resultados obtenidos de la encuesta muestran que el 84% de los participantes indican un uso adecuado de la aplicación juntamente con el escáner del código QR en las viviendas y que el 16% restante ha presentado una dificultad en cuanto a la utilización en su dispositivo móvil (ver Fig. 5).

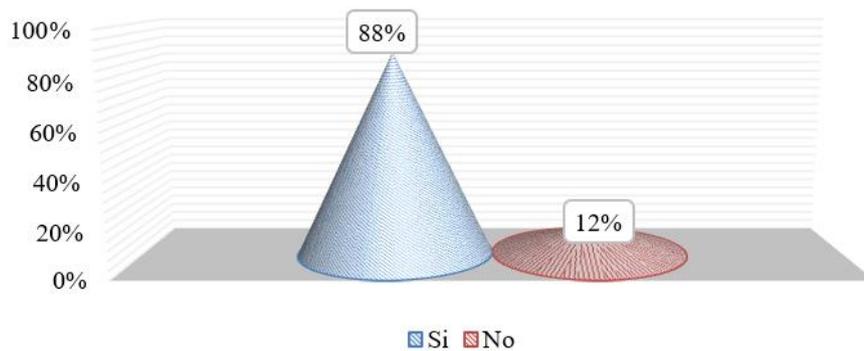


Fig. 6. Porcentaje de interés de la información causado al aplicar Building Quick Response en el dispositivo móvil

Se evidencia que el 88% de los participantes presentan un interés en la información presentada sobre el dispositivo móvil de la aplicación Building Quick Response (ver Fig. 6), en cambio un 12% indican un nivel bajo de interés en la información de la aplicación Building Quick Response.

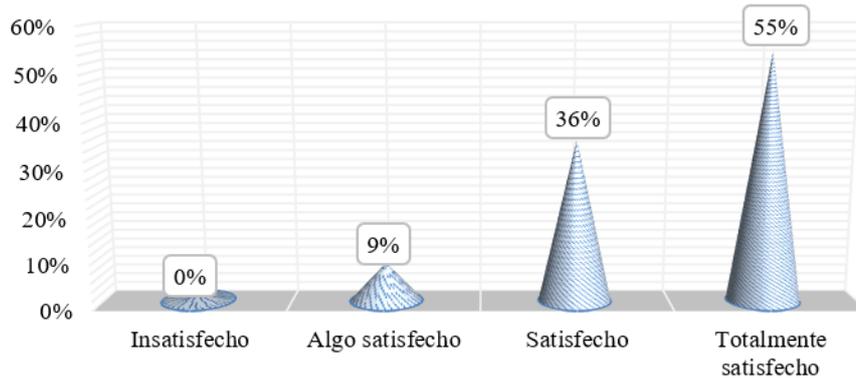


Fig. 7. Porcentaje de satisfacción por la propuesta de Building Quick Response luego de utilizar el aplicativo con realidad aumentada

Los resultados de satisfacción muestran que un 55% se encuentran totalmente satisfechos, mientras que un 36% se encuentran satisfechos, un 9% algo satisfechos y 0% insatisfechos; luego de utilizar el aplicativo con la propuesta de Building Quick Response con realidad aumentada.

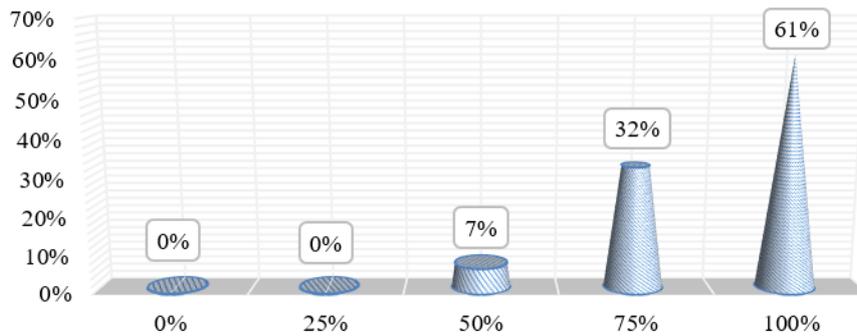


Fig. 8. Porcentaje de participantes que indican que la aplicación móvil Building Quick Response permite a las entidades de gestión catastral urbana contar mejor sus procesos

Además se obtienen valores (ver Fig. 8) que expresan que el 61% cree que la aplicación móvil Building Quick Response permite en un “100%” a las entidades de gestión catastral urbana contar con una representación de la información con realidad aumentada; un 32% cree que es sólo un “75%” y finalmente el 7% cree que sólo “50%” y no se encuentra denominación para el “25%” y “0%”, esto demuestra que

luego de utilizar la aplicación móvil Building Quick Response, el aplicativo permite a las entidades en urbanización rural o urbana un evalúo de las lotizaciones de forma más eficiente contando con la realidad aumentada presentada a los propietarios de las viviendas.

También se indagó en preguntas sobre la experiencia con las aplicaciones móviles en cuanto a la realidad aumentada alcanzando un valor de 61% que expresa una buena aceptación por parte de los usuarios. Además, en concordancia con las nuevas tecnologías aplicadas a la realidad aumentada colaboran de mejor manera en la gestión de la digitalización de la información catastral de viviendas, estos valores alcanzan un 83% “*muy de acuerdo*”.

De la misma manera, que el contenido visual informativo de la aplicación, crea una mejor aceptación de esta información para gestionarla al plano urbano es determinado como “*muy importante*”, con un valor del 78%; asimismo la información catastral en cuanto a la percepción de la aplicación este valor llega a un 82%; la percepción de la aplicación en cuanto a la organización de la información de la aplicación es precisa para su utilización alcanza un 76%; la visualización de las imágenes aumentadas como percepción de la aplicación con la premisa apropiada logra un 81%; y a la descripción de los objetos encontrados mediante la aplicación proporcionada como completa, su perspectiva alcanza un 72%.

Finalmente, a los participantes se les preguntó sobre si recomendarían la utilización de la aplicación, y este valor logra un 91% que responde afirmativamente en cuanto a Building Quick Response para la gestión de la información catastral urbana; al igual que su utilidad como aplicación móvil como contribución a la gestión de la información en la zona urbana información que se determina como innovadora en nuestro medio.

Concluyentemente, los resultados de la encuesta mostraron 88% de interés de la información causado con el uso de la aplicación por parte de los participantes y el 84% de facilidad de la aplicación móvil Building Quick Response en su primera versión.

4 Discusión

La realidad aumentada y el uso de códigos QR son una de las tendencias tecnológicas actuales utilizadas en el campo de la arquitectura para representar modelos 3D de edificios con fines comerciales. En este artículo, hemos desarrollado una aplicación de realidad aumentada y código QR que puede ser utilizada por empleados que trabajan en organizaciones públicas y privadas especializadas en administración de bienes raíces urbanas y registro de bienes raíces en Ecuador o en el extranjero. Esta aplicación combina la representación de una casa en un modelo 3D con información sobre el propietario, la ubicación catastral y geográfica. Esto puede mejorar los procesos relacionados con la recopilación de información, el censo y la actualización de los datos inmobiliarios del cantón Samborondón de la provincia de Guayas, por oficiales catastros durante el trabajo de campo.

La revisión bibliográfica muestra que la aplicación de la realidad aumentada rara vez se hace a nivel internacional en el contexto de la planificación urbana para mejorar los procesos catastrales sectoriales de los organismos públicos que la administran,

sino por evidencias de desarrollo local. Así, el desarrollo de aplicaciones para organizaciones como las oficinas catastrales de los distintos estados del Ecuador constituye un precedente en el campo técnico que permite el uso de realidad aumentada y puntos de referencia como los códigos QR aumentados. Además, el alcance de esta aplicación puede extenderse al sector inmobiliario como una oportunidad para comprar, vender y alquilar viviendas proporcionando a los interesados la información que necesitan y ahorrando recursos y tiempo.

5 Conclusión

Los factores sociales, culturales y económicos se deben considerar para la presentación de información habitacional con el desarrollo de aplicaciones con el uso de tecnologías como la realidad aumentada y códigos QR. Son los desafíos para las entidades de regulación y control que, con ello, permiten la capacidad de comunicarse con la comunidad sobre cambios en procesos, mejoras técnicas que ayudan a los usuarios y la maximizan la capacidad financiera para proyectos urbanos.

Los prototipos de aplicaciones móviles desarrollados utilizando tecnología de realidad aumentada y códigos QR mejoran los procesos de los departamentos catastrales y urbanísticos de organismos públicos o privados, mediante el modelado 3D de la vivienda y la representación de la información del catastro relacionada con la vivienda permitida y autorizada.

El porcentaje de satisfacción y usabilidad de la aplicación móvil evidencian valores que superan las expectativas del presente trabajo, el 95% de los participantes se encuentra satisfecho con la aplicación y la recomienda. Las nuevas tecnologías como la realidad aumentada y el código QR permiten nuevas experiencias que complementan el crecimiento de las ciudades inteligentes y rompen las barreras en la digitalización.

References

1. Nunoo, D.C.: Smart and Digital City Action Plan, Montreal. In: *Urban Planning for Transitions*. pp. 139–152. Wiley (2021). <https://doi.org/10.1002/9781119821670.ch9>.
2. Chatzopoulos, Di., Bermejo, C., Huang, Z., Hui, P.: Mobile Augmented Reality Survey: From Where We Are to Where We Go. *IEEE Access*. 5, 6917–6950 (2017). <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2698164>.
3. Berman, B., Pollack, D.: Strategies for the Successful Implementation of Augmented Reality. *Bus. Horiz.* (2021). <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2021.02.027>.
4. Liberatore, M.J., Wagner, W.P.: Virtual, mixed, and augmented reality: a systematic review for immersive systems research. *Virtual Real.* 25, 773–799 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00492-0>.
5. Ifrim, A.-C., Moldoveanu, F., Moldoveanu, A., Grădinaru, A.: LibrARy – Enriching the Cultural Physical Spaces with Collaborative AR Content. 626–638 (2021). https://doi.org/10.1007/978-3-030-77599-5_43.
6. Gómez Rios, M.D., Paredes Velasco, M.: Augmented reality as a methodology to development of learning in programming. In: *Communications in Computer and*

- Information Science. pp. 327–340 (2019). https://doi.org/10.1007/978-3-030-05532-5_24.
7. Estrada, J.C., Nacipucha, N.S., Chila, R.L.: El uso de los códigos QR: una herramienta alternativa en la tecnología educacional. *Rev. Publicando*. 5, 83–106 (2018).
 8. Kan Yeung, A.W., Tosevska, A., Klager, E., Eibensteiner, F., Laxar, D., Stoyanov, J., Glisic, M., Zeiner, S., Kulnik, S.T., Crutzen, R., Kimberger, O., Kletecka-Pulker, M., Atanasov, A.G., Willschke, H.: Virtual and augmented reality applications in medicine: Analysis of the scientific literature. *J. Med. Internet Res.* 23, e25499 (2021). <https://doi.org/10.2196/25499>.
 9. Llerena-Izquierdo, J., Barberan-Vizueta, M., Chela-Criollo, J.: Novus spem, 3D printing of upper limb prosthesis and geolocation mobile application. *RISTI - Rev. Iber. Sist. e Technol. Inf.* 2020, 127–140 (2020).
 10. Nurhayati, Faridy, A., Iswara, R.P.: Implementation of Augmented Reality Geolocation Application Based on Android for Searching Hospital Location. 2019 7th Int. Conf. Cyber IT Serv. Manag. CITSM 2019. (2019). <https://doi.org/10.1109/CITSM47753.2019.8965327>.
 11. Llerena-Izquierdo, J., Procel-Jupiter, F., Cunalema-Arana, A.: Mobile Application with Cloud-Based Computer Vision Capability for University Students' Library Services. *Adv. Intell. Syst. Comput.* 1277, 3–15 (2021). https://doi.org/10.1007/978-3-030-60467-7_1.
 12. Han, S., Yoon, J.H., Kwon, J.: Impact of experiential value of augmented reality: The context of heritage tourism. *Sustain.* 13, 4147 (2021). <https://doi.org/10.3390/su13084147>.
 13. Llerena-Izquierdo, J., Cedeño-Gonzabay, L.: Photogrammetry and Augmented Reality to Promote the Religious Cultural Heritage of San Pedro Cathedral in Guayaquil, Ecuador. *Commun. Comput. Inf. Sci.* 1194 CCIS, 593–606 (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-42520-3_47.
 14. Basu, T., Bannova, O., Camba, J.D.: Mixed reality architecture in space habitats. *Acta Astronaut.* 178, 548–555 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.09.036>.
 15. Bednarczyk, M., Templin, T.: Mobile Augmented Reality Application Supporting Building Facades Visualization. (2020). <https://doi.org/10.23967/dbmc.2020.186>.
 16. Ramirez, S.: Estado del arte-Desarrollo de una aplicación móvil basada en sistemas de realidad aumentada para la validación de sistemas de información geográfica a nivel catastral, (2015). <https://doi.org/10.14483/2248762X.8506>.
 17. Ayala Carabajo, R., Llerena Izquierdo, J.: Primer Congreso Salesiano de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad. *Memoria Académica*, <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9506>.
 18. Ayala, R., Llerena, J., Parra, P., Vega Ureta, N., Hernández, A., Romero, I., Cueva, J.: Segundo Congreso Salesiano de Ciencia, <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12776>.
 19. Ayala Carabajo, R., Llerena Izquierdo, J.: Segundo Congreso Salesiano de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad, <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12776>.
 20. Ayala Carabajo, R., Llerena Izquierdo, J.: Tercer Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Sociedad,

- <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14450>.
21. Moro, C., Birt, J., Stromberga, Z., Phelps, C., Clark, J., Glasziou, P., Scott, A.M.: Virtual and Augmented Reality Enhancements to Medical and Science Student Physiology and Anatomy Test Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Anat. Sci. Educ.* 14, 368–376 (2021). <https://doi.org/10.1002/ase.2049>.
 22. Pooja, J., Vinay, M., Pai, V.G., Anuradha, M.: Comparative Analysis of Marker and Marker-less Augmented Reality in Education. 2020 IEEE Int. Conf. Innov. Technol. INOCON 2020. 4–7 (2020). <https://doi.org/10.1109/INOCON50539.2020.9298303>.
 23. Sanaeipoor, S., Emami, K.H.: Smart City: Exploring the Role of Augmented Reality in Placemaking. Proceeding 4th Int. Conf. Smart Cities, Internet Things Appl. SCIoT 2020. 91–98 (2020). <https://doi.org/10.1109/SCIOT50840.2020.9250204>.
 24. Tzima, S., Styliaras, G., Bassounas, A.: Augmented reality applications in education: Teachers point of view. *Educ. Sci.* 9, (2019). <https://doi.org/10.3390/educsci9020099>.
 25. Salazar, L.: Implementación de sistema de matriculación y carnetización en la unidad educativa Pablo Picasso., <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16844>.
 26. Llerena Izquierdo, J., Ortiz Rojas, J.G., Mora Saltos, N.S., Freire, L.: Sistema de Gestión de Asistencia Institucional, SIGAI, <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/767>.
 27. Tarng, W., Lin, Y.J., Ou, K.L.: A virtual experiment for learning the principle of Daniell cell based on augmented reality. *Appl. Sci.* 11, 1–24 (2021). <https://doi.org/10.3390/app11020762>.
 28. Gkeli, M., Potsiou, C., Ioannidis, C.: A technical solution for 3D crowdsourced cadastral surveys. *Land use policy.* 98, 104419 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104419>.
 29. Shojaei, D., Kalantari, M., Bishop, I.D., Rajabifard, A., Aien, A.: Visualization requirements for 3D cadastral systems. *Comput. Environ. Urban Syst.* 41, 39–54 (2013). <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2013.04.003>.
 30. Llerena Izquierdo, J., Naranjo Sánchez, R., Zambrano Santos, M., Espol: Sistema de información geográfico socioeconómico y del medio ambiente, <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/43942>.
 31. Karabin, M., Olszewski, R., Gotlib, D., Bakuła, K., Fijałkowska, A.: The New Methods of Visualisation of the Cadastral Data in Poland. *FIG Work. Week.* (2017).
 32. Cochrane, T., Narayan, V., Antonczak, L.: A framework for designing collaborative learning environments using mobile AR. *J. Interact. Learn. Res.* 27, 293–316 (2016).
 33. Montenegro Cruz, A.: Diseño e implementación de un software educativo para niños discapacitados de SERLI en la ciudad de Guayaquil, <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3185>.
 34. Montalvo, A., Morán, P.: Propuesta de un Sistema de Gestión del conocimiento para el Departamento de Tecnología de la Información y la incidencia Económica para el Grupo MAVESA, <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3653>.
 35. Llor García, Y.Y.: Desarrollo de aplicación web para la gestión de consultas y agendamiento de citas de mascota de la clínica veterinaria burgos., <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16991>.
 36. Llerena-Izquierdo, J., Merino-Lazo, M.: Aplicación móvil de control nutricional para prevención de la anemia ferropénica en la mujer gestante. *Rev. InGenio.* 4, 17–26

- (2021). <https://doi.org/10.18779/ingenio.v4i1.364>.
37. Cemellini, B., van Oosterom, P., Thompson, R., de Vries, M.: Design, development and usability testing of an LADM compliant 3D Cadastral prototype system. *Land use policy*. 98, 104418 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104418>.
 38. Cop, C.U., Villar, P.C., Gonzalez, D.: Realidad aumentada sin marcadores : posibilidades , librerías y prueba de concepto ., (2019).
 39. Chen, C.W., Chen, W.Z., Peng, J.W., Cheng, B.X., Pan, T.Y., Kuo, H.C., Hu, M.C.: A real-Time markerless augmented reality framework based on slam technique. *Proc. - 14th Int. Symp. Pervasive Syst. Algorithms Networks, I-SPAN 2017, 11th Int. Conf. Front. Comput. Sci. Technol. FCST 2017 3rd Int. Symp. Creat. Comput. ISCC 2017. 2017-Novem*, 127–132 (2017). <https://doi.org/10.1109/ISPAN-FCST-ISCC.2017.87>.
 40. Sarlak, B.: Agile Methodology for Project/Process Management IT System Infrastructure. 2020 11th Int. Conf. Comput. Commun. Netw. Technol. ICCCNT 2020. (2020). <https://doi.org/10.1109/ICCCNT49239.2020.9225593>.
 41. Celeste, R.K., Schwendicke, F.: Reviews Systematic and Meta-analysis. In: *Oral Epidemiology*. pp. 507–523. Springer (2021). https://doi.org/10.1007/978-3-030-50123-5_34.
 42. Sanunga Totoy, J.E., Pérez Palma, K.N.: Implementación del sistema para el control de historia clínica de pacientes en centro odontológico dental group., <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16767>.
 43. Hopkins, P.: Information and communication technologies. (2011). <https://doi.org/10.4324/9780203813805-31>.
 44. Velastegui-Cáceres, J., Rodríguez-Espinosa, V.M., Padilla-Almeida, O.: Urban cadastral situation in Ecuador: Analysis to determine the degree of proximity of the cadastral systems to the 3D cadastral model. *Land*. 9, 1–20 (2020). <https://doi.org/10.3390/land9100357>.