



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

La realidad digital al servicio del patrimonio Arquitectónico.
Una experiencia interactiva de realidad aumentada en Las
Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

AUTOR/A: Heredia Garcia, Alberto

Tutor/a: Hernández Navarro, Yolanda

Cotutor/a: de Dato, Pasquale

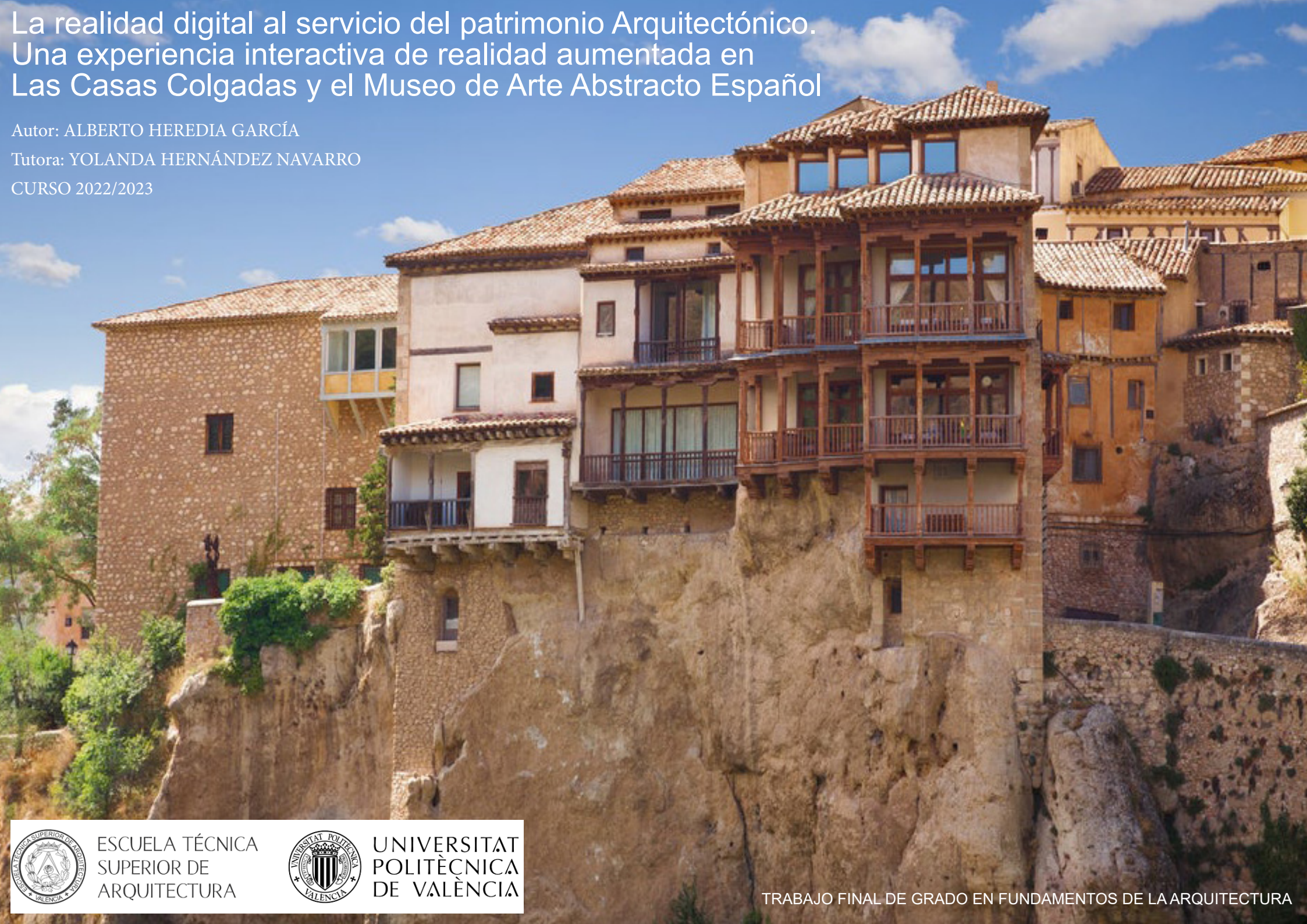
CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

La realidad digital al servicio del patrimonio Arquitectónico. Una experiencia interactiva de realidad aumentada en Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

Autor: ALBERTO HEREDIA GARCÍA

Tutora: YOLANDA HERNÁNDEZ NAVARRO

CURSO 2022/2023



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE
ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

RESUMEN

La influencia de la tecnología en la conservación, estudio y promoción del patrimonio arquitectónico se hace cada vez más patente a lo largo de los años. Los avances en realidad virtual y el mayor consumo de ocio cultural han permitido el desarrollo de nuevas técnicas en este sector para mejorar y profundizar la interacción con estos espacios.

Este estudio se ha centrado en aplicar esta tecnología virtual a las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español. Se investiga sobre la creación de una aplicación para el conjunto histórico que valore este icono de la ciudad y permita una mayor interacción del público. La intención ha sido la de mejorar la interacción con la estructura original a través de la realidad aumentada. La documentación tanto de la tecnología a utilizar como de la evolución y distribución inicial del edificio ha sido fundamental para llevar a cabo el trabajo.

El resultado del estudio ha sido la elaboración de un plan para una aplicación que, a través del recorrido del museo y la digitalización del patrimonio, permita una mayor interacción del usuario con las Casas Colgadas. La aplicación ofrece una perspectiva innovadora de las Casas Colgadas como arquitectura doméstica y se convierte en un punto de partida para que el usuario se sienta atraído y comience a interactuar con el patrimonio. Con el desarrollo de esta aplicación, se espera generar un mayor interés en el patrimonio arquitectónico y cultural, y promover su conservación y difusión.

RESUM

La influència de la tecnologia en la conservació, estudi i promoció del patrimoni arquitectònic es fa cada vegada més palés al llarg dels anys. Els avanços en realitat virtual i el major consum d'oci cultural han permès el desenvolupament de noves tècniques en aquest sector per a millorar i aprofundir la interacció amb aquests espais.

Aquest estudi s'ha centrat en aplicar aquesta tecnologia virtual a les Cases Penjades i el Museu d'Art Abstracte Espanyol. S'investiga sobre la creació d'una aplicació per al conjunt històric que valore aquesta icona de la ciutat i permeta una major interacció del públic. La intenció ha sigut la de millorar la interacció amb l'estructura original a través de la realitat augmentada. La documentació tant de les tecnologia a utilitzar com de l'evolució i distribució inicial de l'edifici ha sigut fonamental per a dur a terme el treball.

El resultat de l'estudi ha sigut l'elaboració d'un pla per a una aplicació que, a través del recorregut del museu i la digitalització del patrimoni, permeti una major interacció de l'usuari amb les Cases Penjades. L'aplicació ofereix una perspectiva innovadora de les Cases Penjades com a arquitectura domèstica i es converteix en un punt de partida perquè l'usuari se senti atret i comence a interactuar amb el patrimoni. Amb el desenvolupament d'aquesta aplicació, s'espera generar un major interès en el patrimoni arquitectònic i cultural, i promoure la seua conservació i difusió.

ABSTRACT

The influence of technology on the conservation, study, and promotion of architectural heritage has become increasingly evident over the years. Advances in virtual reality and the increasing consumption of cultural leisure have allowed for the development of new techniques in this sector to improve and deepen interaction with these spaces.

This study focuses on the application of virtual technology to the Hanging Houses and the Museum of Spanish Abstract Art. The aim is to create an application for the historical site that values this city icon and allows for greater interaction with the public. The intention is to improve interaction with the original structure through augmented reality. Documentation of the technology to be used, as well as the initial evolution and distribution of the building, has been essential to carry out this work.

The result of the study is a plan for an application that, through the museum tour and digitization of heritage, allows for greater user interaction with the Hanging Houses. The application offers an innovative perspective on the Hanging Houses as domestic architecture, serving as a starting point for the user to be attracted and begin to interact with the heritage. With the development of this application, it is hoped to generate greater interest in architectural and cultural heritage, as well as promoting its conservation and dissemination.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Justificación del proyecto.....	07
1.2 Motivaciones y objetivos del proyecto.....	08
1.3 Metodología.....	09
2. PATRIMONIO ARQUITÉCTONICO Y REALIDAD DIGITAL	
2.1 patrimonio arquitectónico: concepto y características	10
2.2 Conservación del patrimonio con realidad digital.....	11
2.3 La realidad aumentada: concepto y aplicaciones	12
2.2 La realidad aumentada y el patrimonio	13
3. LAS CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL	
3.1 Descripción de las Casas Colgadas	16
3.2 Historia y características de las Casas Colgadas.....	18
3.3 La consolidación de la iconografía de las Casas Colgadas	31
3.4 Historia y características del Museo de Arte Abstracto Español	35
4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA	
4.1 Selección de contenidos.....	46
4.2 Desarrollo de contenidos digitales.....	47
4.3 Diseño de la experiencia.....	48
4.4 Selección de herramientas y tecnologías.....	53
4.5 Diseño de la experiencia.....	55
5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE REALIDAD AUMENTADA	
5.1 Programación de la aplicación	58
5.2 Integración de los contenidos	65
5.3 Pruebas y ajustes.....	69
6. CONCLUSIÓN	
6.1 Conclusión.....	71
6.2 Limitaciones del estudio y líneas futuras.....	72
6.2 Conclusiones objetivos de desarrollo sostenible.....	73
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
8. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	77

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación de proyecto

La utilización de las nuevas tecnologías en el sector del Patrimonio Cultural ha sido un medio innovador y competente para su entendimiento y propagación. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han adquirido una gran atención debido a la rapidez de su integración en dispositivos electrónicos de bajo costo, lo que ha permitido un aumento vertiginoso en el proceso y la clarificación del Patrimonio Cultural. En particular, la Realidad Aumentada (RA) ha tenido una importancia creciente en el ámbito del Patrimonio Cultural debido a sus capacidades para la interpretación y valoración del mismo.

La RA es una tecnología que, a diferencia de la Realidad Virtual, no se basa en producir ambientes virtuales, sino que consiste en la incorporación de elementos o espacios virtuales en una realidad real a través del uso de un visualizador definido. Esta tecnología permite mejorar el espacio real que nos rodea mediante la incorporación de gráficos generados por algún sistema informático, logrando una imagen optimizada o potenciada de la realidad. En este sentido, la RA se ha convertido en una herramienta versátil para mejorar la comprensión y valoración del Patrimonio Cultural, creando lo que se conoce como "espacios aumentados".

Disciplinas del mundo del sector turístico destinado al ocio cultural han visto la oportunidad en esta tecnología como un nuevo medio para la propagación y puesta en valor de los ambientes patrimoniales, lo que ha dado lugar a diferentes experiencias y proyectos que han cambiado la forma de comprender y valorar nuestro Patrimonio Cultural.

En este trabajo de fin de grado, se desarrollará una experiencia interactiva de realidad aumentada en las Casas Colgadas y el Museo de arte abstracto español, uno de los monumentos más emblemáticos de Cuenca, España. Se busca demostrar que la tecnología digital, en particular la RA, puede ser utilizada para preservar y difundir el patrimonio arquitectónico, al mismo tiempo que se ofrece al usuario una experiencia única e interactiva. El objetivo es desarrollar una aplicación móvil de RA que permita al usuario explorar este monumento de manera interactiva y educativa, con información detallada sobre el patrimonio de este.

1.INTRODUCCIÓN

1.2. Motivaciones y objetivos

En cuanto a las motivaciones, es importante destacar el valor que posee nuestro Patrimonio Cultural y la necesidad de darlo a conocer de una forma innovadora y accesible para todo tipo de público. Muchas veces, estos monumentos y conjuntos históricos no reciben el valor que merecen debido a la falta de conocimiento sobre su historia y su importancia cultural. Por eso, a través de la tecnología y nuevas técnicas de representación, se puede cambiar la forma de divulgación y conseguir una mayor interacción con el patrimonio.

En cuanto a los objetivos, el principal es lograr esa interacción con el patrimonio a través de la realidad digital, con el fin de conseguir una mayor relación entre la arquitectura y el usuario. Para ello, se ha elegido un caso real: Las Casas Colgadas, un bien de interés cultural situado en el casco antiguo de Cuenca.

Entre los objetivos secundarios, se encuentran el análisis de la historia y situación actual de la edificación y su contexto, el estudio de diferentes técnicas de realidad digital y ejemplos ya realizados en el área del patrimonio arquitectónico, visitas al museo para una mayor comprensión del espacio, la obtención de la planimetría de las casas y sus modificaciones, el levantamiento planimétrico 3D del inmueble a través del programa Revit y el renderizado e inversión virtual del bloque edificado a través de Unity y Vuforia.

En definitiva, este Trabajo Final de Grado tiene como objetivo explorar nuevas formas de acercamiento al patrimonio cultural a través de la realidad digital, con la finalidad de conseguir una mayor comprensión y valoración de estos bienes históricos y culturales.

1. INTRODUCCIÓN

1.3. Metodología

Para la realización de este trabajo, se comienza con una investigación sobre la relación entre el patrimonio arquitectónico y la realidad digital, incluyendo la recopilación de información sobre la realidad aumentada y su relación con el patrimonio arquitectónico, buscando ejemplos ya realizados en los que se ha aplicado estas tecnologías en el patrimonio.

Se continua con la búsqueda de información sobre de la historia y evolución de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, dividiendo la investigación entre la antigua arquitectura doméstica del conjunto y su transformación en edificio público como museo y mesón-restaurante en la actualidad. Esta investigación además analiza la evolución según las rehabilitaciones producidas en relación con la historia del conjunto a través de sus planos.

A continuación, se procedió al diseño de la experiencia interactiva de realidad aumentada. En primer lugar, se seleccionó el contenido de la experiencia, eligiendo como punto de partida la recreación de las Casas Colgadas en su forma original antes de las rehabilitaciones. Para desarrollar el contenido, se llevó a cabo un proceso de visitas de campo al museo, recopilación de imágenes y planos, con esta información se realizó una planimetría 2D de guía para un posterior modelado en 3D. Además, se realizó una pequeña investigación para determinar las herramientas y tecnologías más adecuadas para la aplicación. También se planifica un diseño de la experiencia en el museo, en la que comento como funcionaría la aplicación a través de los recorridos.

Posteriormente, se procedió con el desarrollo de la aplicación móvil de realidad aumentada. Se inició la programación de la aplicación utilizando un software y se explicó detalladamente todo el proceso de configuración del programa. Luego, se introdujeron los contenidos digitales, los cuales también fueron configurados para completar la aplicación. Finalmente, se realizaron pruebas y ajustes necesarios para asegurar su correcto funcionamiento.

Finalmente, se concluyó con unas conclusiones relacionadas con el trabajo y los resultados obtenidos añadiendo además líneas futuras de investigación, incluyendo conclusiones en relación con los objetivos de desarrollo sostenible.

En resumen, la metodología seguida en el TFG combinó investigación documental y de campo, diseño de la experiencia interactiva, programación y pruebas, y análisis de resultados.

2. PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO Y REALIDAD DIGITAL

2.1. Patrimonio arquitectónico: concepto y características

El patrimonio arquitectónico es un conjunto de bienes culturales y materiales que son fundamentales para la identidad y memoria colectiva de una comunidad. Como bien mencionado por Mendoza (2018), estos bienes incluyen edificios, monumentos, conjuntos urbanos, infraestructuras y paisajes culturales que han sido construidos por el ser humano y que poseen un valor histórico, arquitectónico, estético y social.

La conservación y protección del patrimonio arquitectónico son temas fundamentales para la sostenibilidad cultural, ya que estos bienes culturales son legados de las generaciones pasadas que debemos cuidar para transmitirlos a las generaciones futuras. Para ello, es necesario considerar sus características y valores, así como las distintas técnicas y metodologías de intervención y conservación que existen (Delgado, 2015).

Respecto a las características del patrimonio arquitectónico, se pueden destacar su valor histórico, que se refiere a su importancia en la historia de una comunidad o de una época determinada; su valor arquitectónico, que se relaciona con la calidad de su diseño, su estilo y su técnica constructiva; su valor estético, que se refiere a su belleza y armonía; y su valor social, que se relaciona con su significado y función para la comunidad (Muñoz, 2017).

El patrimonio arquitectónico, además de su valor cultural y material, también tiene una importancia económica significativa. Según la UNESCO, el turismo cultural, en el cual el patrimonio arquitectónico juega un papel fundamental, representa una de las principales fuentes de ingresos en muchos países (UNESCO, 2018). Por lo tanto, la conservación y protección del patrimonio arquitectónico no solo tiene un valor intrínseco, sino que también puede tener un impacto positivo en la economía local y en el desarrollo sostenible.

Es importante considerar que la conservación y la protección del patrimonio arquitectónico deben ser abordadas desde una perspectiva multidisciplinar y sostenible, que tenga en cuenta aspectos históricos, culturales, sociales, técnicos y económicos (Barrón, 2019). Solo así se podrá garantizar su preservación y transmisión a las futuras generaciones.

En definitiva, el patrimonio arquitectónico es un bien común que debe ser protegido y conservado para su disfrute y transmisión a las generaciones futuras. Para ello, es fundamental conocer sus características y valores, así como las distintas técnicas y metodologías de conservación e intervención que existen. Además, la conservación del patrimonio arquitectónico puede contribuir al desarrollo sostenible y al crecimiento económico local.



Ilustración 01: Logo Patrimonio Mundial y Unesco. Fuente: <http://www.ciudadespatrimonioaccesibles.org/>

2. PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO Y REALIDAD DIGITAL

2.2. Conservación del patrimonio con realidad digital

En la actualidad, la tecnología y la informática juegan un papel fundamental en el mundo del patrimonio arquitectónico. La realidad digital, en particular, se ha convertido en una herramienta muy útil para la preservación, restauración y difusión de este patrimonio.

Según Cigola y Naticchia (2019), la realidad virtual y la realidad aumentada son dos de las principales tecnologías que se utilizan para la difusión del patrimonio cultural y arquitectónico. La realidad virtual permite crear entornos digitales que simulan la realidad física y que permiten al usuario interactuar con ellos de forma inmersiva. La realidad aumentada, por otro lado, permite superponer información digital sobre el mundo físico y permite una mayor interacción del usuario con el entorno real.

En cuanto a la preservación del patrimonio arquitectónico, la realidad digital también tiene un papel importante. Según Mora et al. (2019), la tecnología de escaneo 3D permite crear modelos digitales precisos de edificios y monumentos antiguos, lo que facilita su conservación y restauración. Además, estos modelos digitales pueden ser utilizados para la creación de réplicas o para la visualización de partes del edificio que no son accesibles al público.

Por otro lado, la realidad digital también puede ayudar en la difusión del patrimonio arquitectónico a través de internet y de aplicaciones móviles. Según Puentes et al. (2021), la creación de tours virtuales, aplicaciones interactivas y juegos educativos pueden hacer que la experiencia del usuario sea más atractiva y entretenida. Esto puede contribuir a una mayor sensibilización del público hacia la importancia de la preservación del patrimonio arquitectónico.

En conclusión, la realidad digital es una herramienta muy valiosa para la preservación y difusión del patrimonio arquitectónico. La realidad virtual y la realidad aumentada permiten una mayor interacción del usuario con el entorno digital, mientras que la tecnología de escaneo 3D permite una mayor precisión en la preservación de edificios y monumentos antiguos. Además, la creación de tours virtuales, aplicaciones interactivas y juegos educativos puede hacer que la experiencia del usuario sea más atractiva y contribuir a una mayor sensibilización del público hacia la importancia del patrimonio arquitectónico.



Ilustración 02: Aplicaciones móviles y web para reconstrucciones virtuales. Aplicación Arkikus. Fuente: <https://arkikus.com/#proyectos>

2. PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO Y REALIDAD DIGITAL

2.3. La realidad aumentada: concepto y aplicaciones

La realidad aumentada es una tecnología que permite la superposición de elementos digitales sobre el mundo real en tiempo real y con interacción directa entre ambos. A diferencia de la realidad virtual, que sumerge al usuario en un mundo ficticio generado por ordenador, la realidad aumentada mejora la percepción de la realidad ya existente. Para su funcionamiento, se requiere una cámara que grabe la superficie real y un dispositivo que transforme la información recibida. Además, es necesario un software de reconocimiento de imágenes para analizar lo grabado y compararlo con una base de datos. El usuario/a verá los objetos digitales superpuestos sobre lo real a través de la pantalla del dispositivo escogido, creando una sensación de que los objetos digitales están frente a ellos. Aunque la realidad aumentada es una tecnología en auge, todavía no es muy popular debido a la escasez de recursos de hardware y software. (Cunha, J., & Correia, N, 2018)

La realidad aumentada se ha convertido en una tecnología en constante evolución que puede proporcionar nuevas experiencias en diferentes ámbitos de aplicación. Desde su creación en la década de los 90, la realidad aumentada ha ido evolucionando y mejorando gracias al desarrollo de nuevas tecnologías y dispositivos. En cuanto a su origen, los primeros indicios documentados datan de 1992, en un artículo que habla sobre una tecnología que superpone elementos en imágenes a través de una cámara en un sitio concreto. Años después, en el 2000, el japonés Hirokazu Kata crea una página web con un conjunto de librerías de realidad aumentada, que sentaron las bases para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada. Con la llegada de los smartphones, la realidad aumentada se popularizó y surgieron una serie de aplicaciones disponibles para todo el mundo que dieron nuevas funciones a estos dispositivos. (Gomis Álvarez, A., 2017).

A pesar de esto, la realidad aumentada también presenta algunas desventajas, como la necesidad de desplazarse a un lugar determinado para poder disfrutar de la aplicación, o la necesidad de dispositivos móviles capaces de resistir estas aplicaciones. Sin embargo, hoy en día casi todos los teléfonos móviles soportan este tipo de aplicaciones y el mercado móvil sigue avanzando para que cualquier usuario pueda disfrutar de estas aplicaciones. En cuanto a los sectores de aplicación de la realidad aumentada, uno de ellos es el patrimonio arquitectónico. La realidad aumentada permite recrear proyectos y planeamientos para una mayor comprensión de los mismos. De esta manera, se puede ampliar la interacción entre el usuario y el patrimonio, ofreciendo nuevas experiencias y posibilidades de aprendizaje. (Gutiérrez, M., & Vélez, G., 2018).

En resumen, la realidad aumentada es una tecnología en constante evolución que ofrece nuevas posibilidades en diferentes ámbitos de aplicación, como el patrimonio arquitectónico. A pesar de algunas limitaciones, la realidad aumentada se ha convertido en una herramienta cada vez más accesible para cualquier usuario.



Ilustración 03: Realidad virtual para conservar y difundir el patrimonio cultural. Fuente: <https://isostopy.com/realidad-virtual-para-conservar-y-difundir-el-patrimonio-cultural/>

2. PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO Y REALIDAD DIGITAL

2.4. La realidad aumentada y el patrimonio

La aplicación de la realidad aumentada en la conservación del patrimonio histórico y cultural ha sido ampliamente estudiada y se ha demostrado que es una herramienta valiosa para la interpretación y transmisión de información de manera más accesible y educativa para la sociedad. Por ejemplo, según Cabezas-González y otros (2019), la realidad aumentada se ha utilizado para la reconstrucción virtual de yacimientos arqueológicos, lo que facilita su interpretación y transmisión a la sociedad. Asimismo, en el caso de la arquitectura patrimonial, la realidad aumentada ha permitido recrear proyectos y planeamientos, logrando una mejor comprensión de los mismos (García-Santillán y otros, 2021).

Además, la realidad aumentada puede contextualizar y comprender mejor algunos patrimonios culturales, como aquellos que solo quedan en ruinas o que han sido restaurados varias veces. En este sentido, la realidad aumentada puede contribuir a tener un sentido más amplio de lo que se está visualizando, proporcionando simulaciones con un alto realismo que permiten apreciar el valor de la antigüedad y el carácter de la construcción (López-Menchero Bendicho y otros, 2019).

Otro aspecto destacable es el potencial de la realidad aumentada para atraer a un público más joven, ya que es una tecnología innovadora y dinámica que moderniza la forma en que se presenta la información. La combinación de la tecnología con la historia permite una mayor percepción y comprensión de la información, y a su vez, puede aumentar el interés y la valoración del patrimonio cultural (Cabezas-González y otros, 2019).

En conclusión, la realidad aumentada se ha consolidado como una herramienta clave en la conservación y difusión del patrimonio histórico y cultural, permitiendo su preservación y transmitiendo de manera más eficiente el valor histórico y cultural a la sociedad. La aplicación de la realidad aumentada en el campo patrimonial ha encontrado un amplio desarrollo gracias a las investigaciones realizadas, posicionándose como una herramienta clave en la conservación y difusión del patrimonio histórico y cultural (García-Santillán y otros, 2021).

Una de las aplicaciones más destacadas de la realidad aumentada en el ámbito patrimonial es ARCHEOGUIDE, un proyecto liderado por la Unión Europea en colaboración con varias instituciones y empresas privadas, y financiado por el Ministerio de Cultura Griego. Las investigaciones llevadas a cabo en este proyecto han tenido un gran impacto en el ámbito académico a nivel mundial, destacando la utilidad de la tecnología de realidad aumentada en la arqueología. (Ruiz Torres, D., 2011)

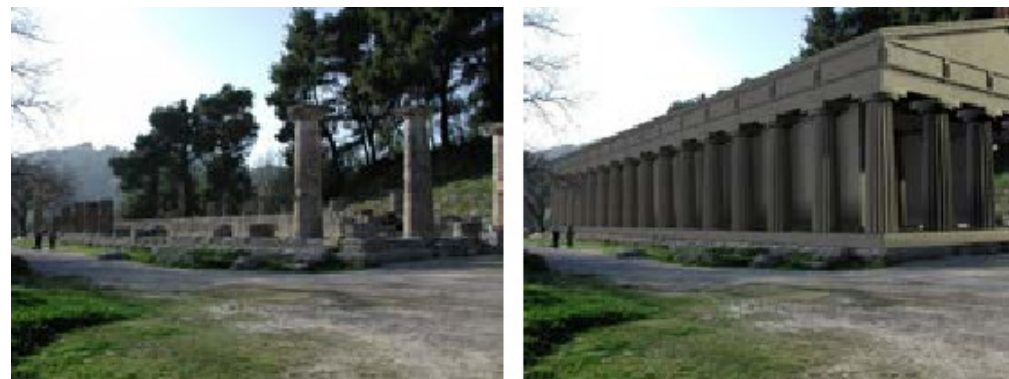


Ilustración 04: ARCHEOGUIDE. Templo de Hera en Olimpia. Imagen real (izq.) e imagen aumentada (dcha.) con la reconstrucción virtual del templo. Fuente: Ruiz Torres, D. (2011)



Ilustración 05: Escenarios de Realidad Aumentada desde diferentes puntos de interés de la visita al yacimiento de Els Vilars en Lleida. Fuente: Balaguer et al., 2001, pp. 4, 5)

2. PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO Y REALIDAD DIGITAL

2.4. La realidad aumentada y el patrimonio

Otro proyecto relevante es ENAME 974, llevado a cabo en el parque arqueológico de la ciudad belga de Ename, centrado en el conocimiento del pasado medieval de la ciudad. En este proyecto se ha apostado por las nuevas tecnologías para dar una comprensión de los edificios medievales que ya no están y para resaltar la importancia del yacimiento, investigado desde mediados del siglo XX. Para ello, se ha desarrollado TimeScope, un sistema que utiliza una videocámara, un ordenador, dos pantallas y una pantalla táctil ubicados en kioscos dentro del yacimiento. La cámara capta los restos y transmite la imagen en tiempo real a los monitores que se encuentran en el kiosco, permitiendo a los usuarios interactuar mediante las pantallas táctiles y elegir las reconstrucciones virtuales de las edificaciones que se encontraban en ese lugar, además de proporcionar información adicional acerca del yacimiento. (Ruiz Torres, D., 2011)



Ilustración 06: Representación de la realidad aumentada del proyecto ENAME 974. Fuente: Ruiz Torres, D. (2011)

La aplicación de la realidad aumentada en el turismo cultural se ha convertido en una herramienta clave para la interpretación y transmisión de la información de manera más accesible y educativa para la sociedad. La capacidad de la realidad aumentada para combinar el mundo real con el virtual ha permitido la recreación virtual de yacimientos arqueológicos, lo que facilita su interpretación y transmisión a la sociedad (Álvarez, 2018).

En los casos de arquitectura patrimonial, la realidad aumentada también ha permitido recrear proyectos y planeamientos, logrando una mejor comprensión de los mismos (García, 2019). Además, la realidad aumentada puede contextualizar y comprender mejor algunos patrimonios culturales, como aquellos que solo quedan en ruinas o que han sido restaurados varias veces. En este sentido, la realidad aumentada puede contribuir a tener un sentido más amplio de lo que se está visualizando, proporcionando simulaciones con un alto realismo que permiten apreciar el valor de la antigüedad y el carácter de la construcción (Gómez, 2017).

La realidad aumentada también tiene el potencial de atraer a un público más joven, ya que es una tecnología innovadora y dinámica que moderniza la forma en que se presenta la información. La combinación de la tecnología con la historia permite una mayor percepción y comprensión de la información, y a su vez, puede aumentar el interés y la valoración del patrimonio cultural (Pulido, 2020).

En general, la realidad aumentada se ha consolidado como una herramienta clave en la conservación y difusión del patrimonio histórico y cultural, permitiendo su preservación y transmitiendo de manera más eficiente el valor histórico y cultural a la sociedad. La aplicación de la realidad aumentada en el campo patrimonial ha encontrado un amplio desarrollo gracias a las investigaciones realizadas, posicionándose como una herramienta clave en la conservación y difusión del patrimonio histórico y cultural (Sánchez, 2019).

2. PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO Y REALIDAD DIGITAL

2.4. La realidad aumentada y el patrimonio

Las aplicaciones móviles de capas de información han sido objeto de interés en diversos estudios y publicaciones debido a su impacto en el sector turístico y su relación con el patrimonio cultural. En un estudio realizado por López-Domínguez y Suárez-Rodríguez (2016), se analiza el uso de estas aplicaciones en el ámbito del turismo cultural, destacando su potencial para mejorar la experiencia del visitante y su conocimiento sobre el patrimonio. Asimismo, en otro estudio realizado por Rodríguez-González, García-Peñalvo y Therón-Sánchez (2016), se hace una revisión de la literatura sobre el uso de la realidad aumentada en el turismo, concluyendo que las aplicaciones de capas de información son una herramienta efectiva para mejorar la experiencia turística y el conocimiento sobre el patrimonio cultural y natural.

En cuanto a la utilización de estas aplicaciones en hoteles y restaurantes como herramientas de promoción turística, podemos destacar el estudio realizado por González-Patiño y González-Patiño (2018), en el que se analiza el uso de la realidad aumentada en la promoción turística de la ciudad de Granada, España. Los autores destacan la importancia de la utilización de estas aplicaciones en la promoción turística, ya que permiten una mayor interacción con el turista y una experiencia más enriquecedora.

En resumen, las aplicaciones móviles de capas de información se han convertido en una herramienta valiosa para el fomento del turismo cultural y la promoción turística, permitiendo una mayor interacción y conexión con el patrimonio cultural y histórico. Estudios y publicaciones en la materia destacan su efectividad para mejorar la experiencia turística y el conocimiento sobre el patrimonio. Algunas de las aplicaciones más utilizadas en el sector son Wikitude o Layar, entre otras.



Ilustración 07: Representación de la realidad aumentada de la aplicación "Wikitude". Fuente: <https://www.wikitude.com/>

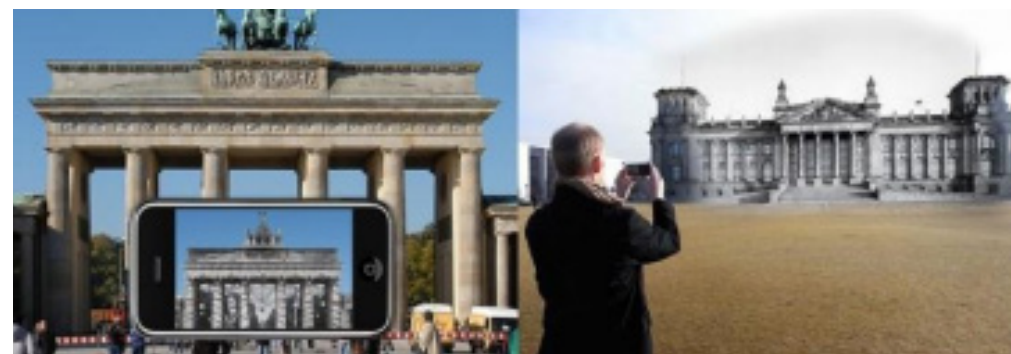


Ilustración 08 "20 years since the Fall of the Berlin Wall". Aplicación de Realidad Aumentada que consiste en la superposición de imágenes o grabados históricos (bidimensional) sobre edificios actuales. Fuente: Zoellner et al., 2009, p.195

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.1 Descripción Casas Colgadas

Las Casas Colgadas de Cuenca son una construcción única y sorprendente que ha cautivado a turistas y visitantes durante siglos. Consideradas como un ícono urbano con proyección mundial, estas casas son un ejemplo de la arquitectura española que ha resistido el paso del tiempo. Su origen se remonta al siglo XV y su historia se ha desarrollado a lo largo de seis siglos. A pesar de ello, su apariencia ha ido transformándose a lo largo de los años, sin perder su autenticidad como imagen singular de la antigua ciudad. Actualmente, estas casas son un emblema de absoluta modernidad vinculado con el Museo de arte abstracto de España. Con su fama internacional, han sido objeto de múltiples estudios y trabajos de investigación que han contribuido a enriquecer su valor histórico y cultural en la sociedad. (Fundación Juan March, 2021).



Ilustración 09: Vista de las Casas Colgadas. foto: Santiago Torralba Fuente.; <https://www.march.es/es/cuenca/sobre-las-casas-colgadas>

En octubre de 2016, las Casas Colgadas fueron declaradas Bien de Interés Cultural con la categoría de Monumento por la Consejería de Educación, Cultura y Deporte de la región de Castilla-La Mancha (Diario Oficial de Castilla-La Mancha, 2016). Según esta declaración, las Casas Colgadas reúnen los valores históricos necesarios para tal distinción. Además, se establecieron dos ámbitos de protección: el primero de carácter paisajístico, definido por la visión de las fachadas desde la hoz del río, y el segundo de sentido urbano, que incluye los inmuebles colindantes, las calles próximas y la plaza de Ronda, así como la zona ajardinada de miradores entre la hoz existente entre el antiguo Barrio de San Martín y el conjunto edificado.

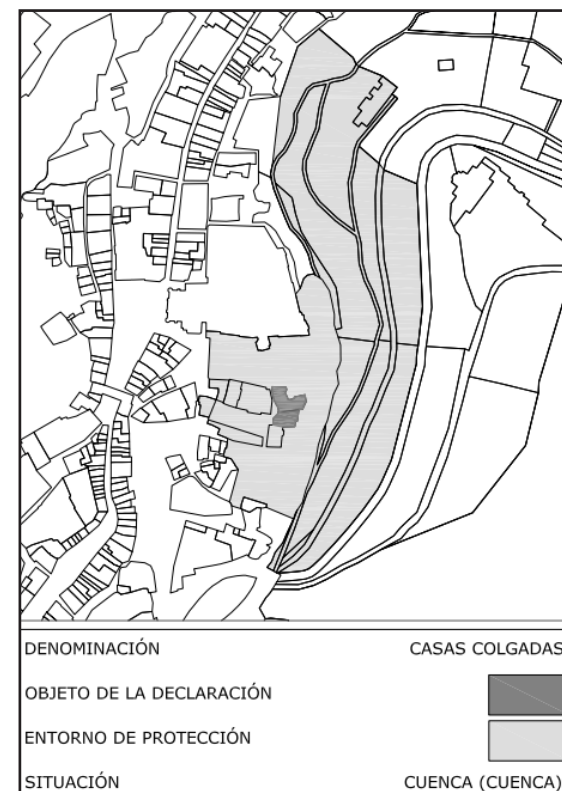


Ilustración 10: Casas Colgadas y su entorno de protección como B.I.C. . Fuente: Diario Oficial de Castilla-La Mancha, por el que se declara B.I.C

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.1 Descripción Casas Colgadas

Las Casas Colgadas, ejemplo 'superviviente' de la arquitectura popular conquense y hoy en día transformadas completamente muestran el devenir del tiempo, la intervención del hombre y la idea de lo que algún día fue un extraordinario conjunto de viviendas a la hoz del río. Se tratará de explicar de la forma más breve posible la evolución de este inmueble complejo, con una cronología clara y como fueron edificaciones independientes, es decir, las cuatro fachadas que claramente se observa desde el Huécar no se corresponden con cuatro viviendas independientes y para que sea fácil identificarlas y que no haya confusión cuando se hable de ellas, se hará de la misma forma que lo hace Pedro Miguel Ibáñez Martínez en su libro 'Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español'.

Para una mayor comprensión se va a nombrar las diferentes residencias que existieron ya que al agregarse unas con otras, al final se denominaron con un mismo nombre al conjunto. Las dos fachadas de la derecha, retranqueadas una respecto de otra, correspondería a una misma vivienda y se identificará como la 'Casa de la Bajada a San Pablo'. Las dos restantes forman otra vivienda, con dos casas unidas como mínimo desde finales del siglo XVIII, aunque pertenezcan algunos siglos anteriores al mismo dueño de la casa de la bajada. La vivienda siguiente a la casa de la bajada, la llamaremos como la 'Casa del Centro' y la que queda a la izquierda de será llamada la 'Casa de los escudos de Cañamares'.

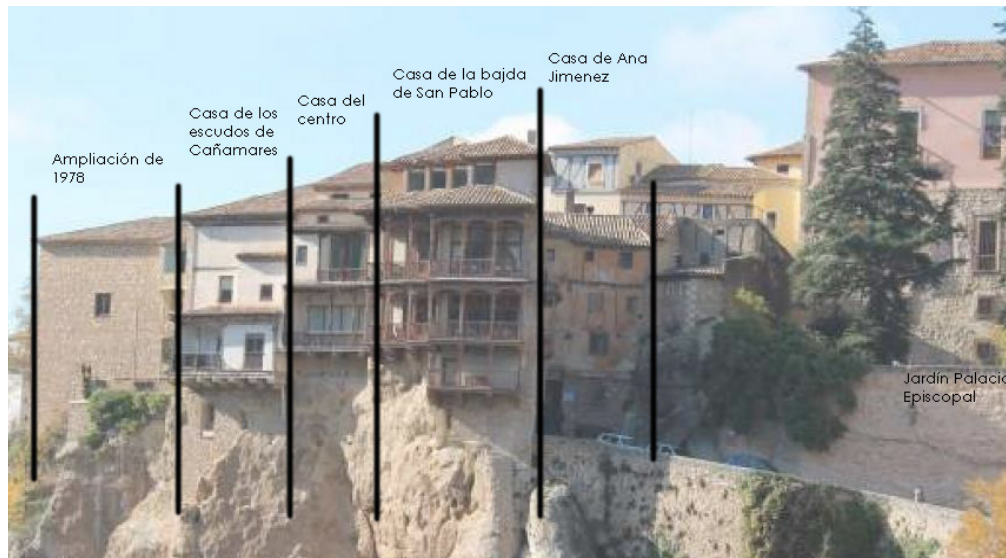


Ilustración 11: Nomenclatura de las Casas Colgadas que se va a seguir en el trabajo. Fuente: elaboración propia con fotografía de Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p.170



Ilustración 12: Nomenclatura de las Casas Colgadas que se va a seguir en el trabajo. Fuente: elaboración propia con plano de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p 378

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.2 Historia y características de las Casas Colgadas de Cuenca

flamenco Anton Van den Wyngaerde muestra la imagen más antigua de las hoy conocidas como 'Casas Colgadas'. Se pueden apreciar las cuatro fachadas que en la actualidad perduran, además de otra serie de viviendas que también vuelcan a la hoz del Huécar, desaparecidas en su gran mayoría en torno a 1893, con el plan urbanístico de Antonio Carlevaris. (Ibáñez Martínez, P. M., 2000)



Ilustración 13: A. Van Den Wyngaerde. Cuenca desde el oeste (1565). Fuente: La evolución urbana de Cuenca, Ciudades Patrimonio de la Humanidad, p. 8

La cronología del inmueble data de la primera mitad del siglo XV, con Ferrando de Madrid como primer propietario conocido y posteriormente el licenciado Gil Ramírez de Villaescusa, canónigo de la Catedral de Cuenca. Será en 1469 cuando la traza de manzana edificada sea similar a la actual, con las transformaciones producidas durante los dos primeros tercios del siglo XX. El bachiller Gonzalo González de Cañamares será el personaje histórico más relevante en la historia de las Casas Colgadas, canónigo de la Catedral de Cuenca desde 1481 hasta 1528, año en el que fallece. (Ibáñez Martínez, P. M., 2006)

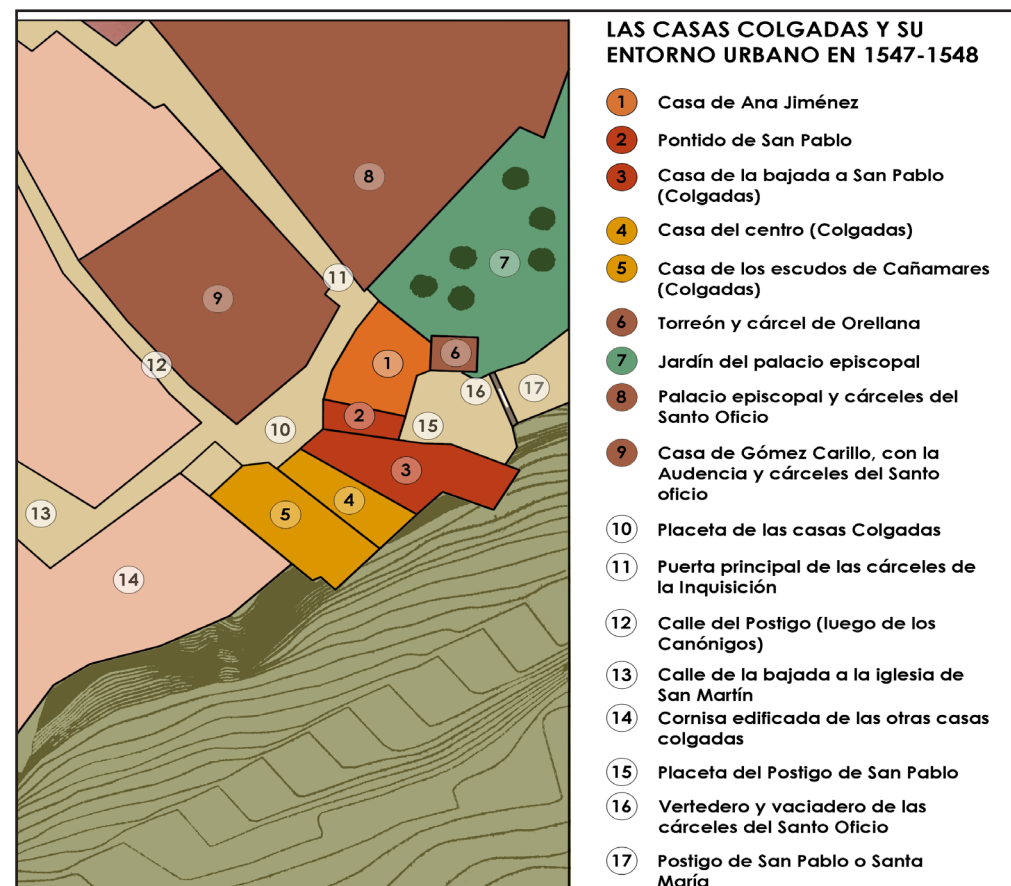


Ilustración 14: Las Casas colgadas y su entorno urbano en 1548. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 61

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.2 Historia y características de las Casas Colgadas

La noticia más antigua encontrada hasta ahora sobre las Casas Colgadas data del año 1469. Se halló en los márgenes del registro de censos, donde se detalla que el bachiller de Cañamares adquirió las casas, las cuales habían sido propiedad de dos dueños anteriores, Fernando de Madrid y el licenciado Gil Ramírez Villaescusa. El linaje Madrid era parte de la oligarquía concejil de Cuenca, y Fernando de Madrid había ocupado varios cargos importantes como alcalde, caballero y almotacén, e incluso fue mandadero ante el rey. En 1481, el bachiller de Cañamares compró la mayor parte de los edificios que conforman la manzana de las Casas Colgadas a los herederos de Villaescusa, y siguió adquiriendo viviendas alrededor de ellas. En su testamento de 1528, el bachiller menciona que también era dueño de la casa del norte, adyacente al palacio episcopal, la cual se unió a la casa de la bajada a San Pablo a través de un "pontido", un pasadizo que conectaba las dos casas. (Muñoz Calero, I., 2017).

El personaje más notable en relación con las Casas Colgadas es el bachiller Gonzalo González de Cañamares, quien fue canónigo de la catedral de Cuenca desde aproximadamente 1481 hasta su fallecimiento en 1528. González de Cañamares residía en las Casas Colgadas, las cuales eran de su propiedad, y su escudo de armas todavía se puede ver en ellas. Además, el patronato de la capilla de la catedral se vincula directamente con sus familiares más cercanos. En su testamento, González de Cañamares estableció que el patronato debía pertenecer a legos y no a clérigos, para asegurar que la memoria de la capellanía perdurara. El primer sucesor debía ser su hermano por línea masculina, seguido por la hija mayor casada con el último patrono, y después su propio hijo mayor casado. El patronato siempre debía permanecer a legos e indivisible. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

Sin embargo, en su testamento, González de Cañamares cambió completamente las cláusulas de la fundación de la capilla, lo que provocó tensiones y conflictos futuros entre los miembros legos y clérigos de la familia González de Cañamares que afectaron a los inmuebles. A pesar de que el derecho de sucesión correspondía a su hermano Pedro González y sus descendientes, González de Cañamares decidió que las casas fueran poseídas por su resobrino, el canónigo Gonzalo González, nieto de Pedro y sobrino del bachiller, ya que era hijo de su sobrina Elvira González. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)



Ilustración 15: Escudo del Bachiller de Cañamares en la puerta del oratorio. Fuente Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p.239

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.2 Historia y características de las Casas Colgadas

La sobrina de Elvira contrae matrimonio con un notable miembro de la élite local, don Juan Pérez de Teruel, con quien tiene doce hijos. Algunos de los hijos tienen el patrocinio del bachiller y, por lo tanto, residen en las casas Colgadas. Los testamentos documentados son de gran interés ya que demuestran que la familia del bachiller, así como los descendientes de su hermano Pedro, viven en las casas Colgadas hasta su fallecimiento. Después de su muerte, continúan viviendo allí y forman una verdadera comunidad estrechamente vinculada a don Gonzalo. A través de escritos y documentos, se ha descubierto que hay una cárcel ubicada a la derecha de las casas, que también forma parte del conjunto edificado. Esta prisión está unida a las casas gracias a un torreón. Se cree que esta torre fue una puerta de acceso que existió en la Edad Media y que servía de entrada a la hoz. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

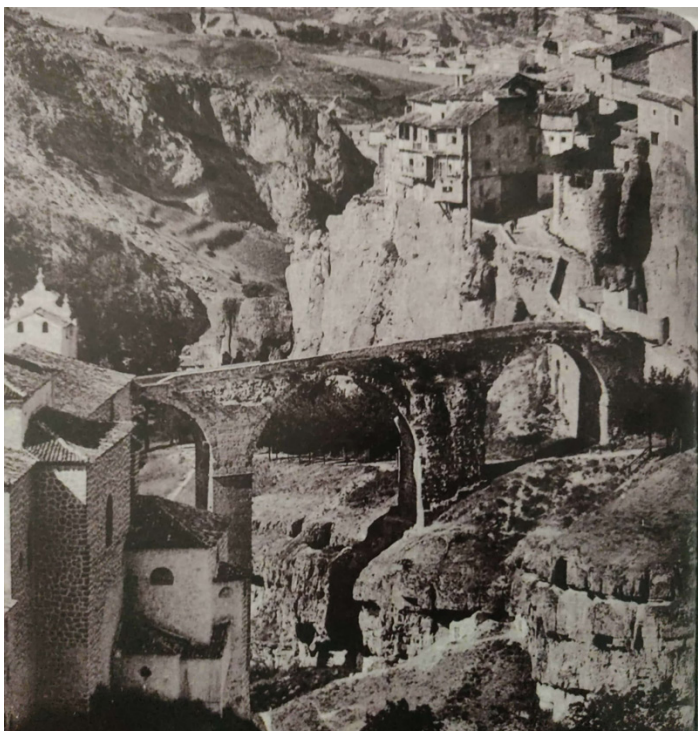


Ilustración 16: Casas Colgadas hacia 1892. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

Según los registros, Pedro de Orellana fue encarcelado en esta prisión y le escribió cartas a su pariente Ana Yáñez, hija de Pedro de Cañamares y sobrina de Ana Jiménez, viuda del alcaide Sánchez de Alcaraz. Ana Yáñez vivía en la misma casa que su madre y la viuda Ana Jiménez. Desde su prisión, Orellana le dedicó a Ana Yáñez las conocidas "Endechas para mi señora Anna Yáñez", pero no fueron correspondidas. La cárcel donde estuvo Orellana ha sido localizada en la misma casa adyacente al jardín episcopal, en la ventana central de la segunda planta de la fachada trasera. Los niveles de la casa son: la casa de Ana Jiménez en el nivel inferior, la cárcel de Orellana en el nivel medio y más cárceles en el nivel superior. Además, a través de los escritos de Orellana, se ha ubicado a otra familia, los Guzmán, vecinos de Elvira y Pedro González. Jerónima de Guzmán era amiga de Ana Yáñez y le enseñó las Endechas de Orellana, lo que despertó su curiosidad por el preso. Esta vez sí fue correspondido y mantuvo correspondencia gracias a su criado. La casa de los Guzmán se encuentra en el edificio de la bajada a San Pablo, ya que eran vecinos de Ana Jiménez y solo podrían tener vecinos en la zona sur, ya que la parte norte estaba ocupada por inmuebles de la Inquisición, como el Palacio Episcopal. Tras el fallecimiento del bachiller Cañamares y los dos hijos de su hermano Pedro, además de Elvira, la armonía familiar vivida en los inmuebles se rompe. En 1545, se desata un pleito entre los hermanos Gonzalo González y Juan Pérez por el patronazgo de la capilla de la catedral. Los jueces encargados de dictar sentencia observan las cláusulas dispuestas por el bachiller, que favorecen que el patronazgo sea de legos, y otorgan a Juan Pérez los derechos cuando se case. Mientras tanto, Gonzalo González ocupa el patronazgo y después tendrá que transferir los derechos a su hermano. Sin embargo, Gonzalo apela la sentencia a la chancillería de Granada, que determina que Juan Pérez sea el patrón y poseedor de los bienes, aunque no esté casado, contradiciendo a los jueces de Cuenca y alterando la voluntad del fundador. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.2 Historia y características de las Casas Colgadas

En 1551, muere el canónigo Gonzalo González y Alonso González de Cañamares, hermano de este, presenta ante el cabildo catedralicio la documentación necesaria para solicitar la posesión de la canonjía. En 1571, fallece Juan Pérez de Teruel y en su testamento deja a su heredero de sus bienes a su hermano el canónigo Alonso González de Cañamares. Este quinto canónigo de la dinastía clerical de los Cañamares llega a habitar las Colgadas como propietario de 1572 hasta 1574, cuando se ve obligado a restituir a su hermana Corona el patronazgo fundado por el bachiller en la capilla de la catedral. Corona, la hija mayor de las seis que tuvo Elvira González y Juan Pérez de Teruel, casa con Diego Hernández de Chinchilla y tiene seis hijos con él. Tras la muerte de Juan Pérez, surge un conflicto entre Corona González y su hermano canónigo Alonso González por el patronazgo del bachiller, ya que este indicaba en sus restricciones que no podía suceder un clérigo, sino siempre un lego. La justicia da una sentencia favorable a Corona González y declara legítima sucesora del patronazgo y de todos los bienes anexos. Se supone que los canónigos González de Cañamares, el tercer Gonzalo y Alonso, se apropian ilegalmente de los vínculos del bachiller y de las casas Colgadas. Ejerciendo ya de capellana, Corona presenta a su hijo Onofre Hernández de Chinchilla como capellán de la capilla. Así, los Chinchilla toman el relevo en los patronazgos del bachiller y en la ocupación de las Colgadas, sucediendo a los primeros Cañamares y a los hijos de Elvira González. El doctor Juan Hernández de Chinchilla fue regidor de Cuenca y el sucesor de los patronazgos familiares después de la muerte de su madre a finales del siglo XVI. Además, debido a su abuelo Juan Pérez de Teruel, adquirió otros bienes, lo que lo llevó a enfrentar algunas disputas legales con otros aspirantes. El doctor falleció en 1588, dejando dos hijos, y transmitiendo todos sus patronazgos a su hijo mayor, Luis Antonio de Chinchilla Cañamares y Teruel, quien continuó con el legado de su padre en las Colgadas, donde vivió con su madre y sus hermanos. Luis Antonio se casó con Ana Suárez y tuvo dos hijas. En 1621, Escolástica

de Chinchilla y Cañamares, hija mayor de Luis Antonio, se convirtió en la última patrona de la capilla de la catedral que habitó en las Casas Colgadas en la época más antigua. Se casó con Francisco Girón de Zúñiga Robles, caballero de Caravaca y alcalde de la Santa Hermandad de dicha población. En 1640, Escolástica adquirió la posesión del patronazgo de Hernán Sánchez de Teruel que correspondía a su esposa, lo que resultó perjudicial para las Casas Colgadas. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

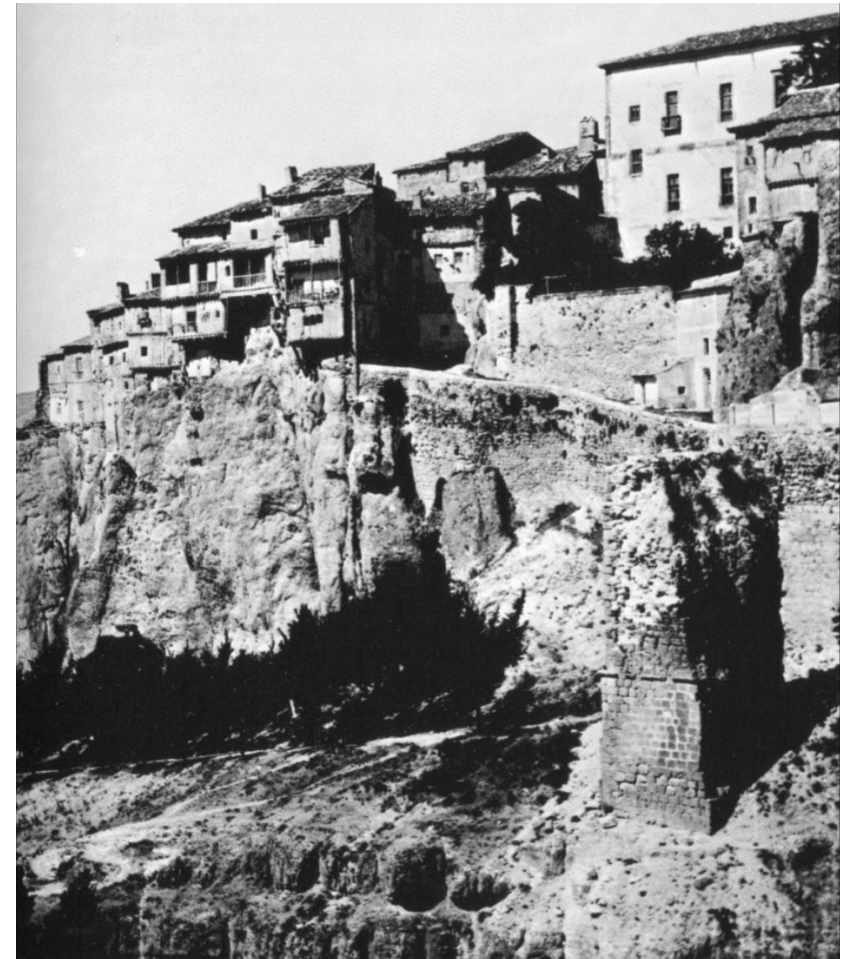


Ilustración 17: Casas Colgadas hacia 1895. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 241

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.2 Historia y características de las Casas Colgadas

A lo largo de los años, las casas principales del enlace que transmitió el bachiller se alquilaron a diferentes personas, destacando los inquilinos de cierto nivel social. De los sucesores de doña Escolástica, Marcos Girón Zúñiga y Cañizares fue el residente conocido de las Casas Colgadas y el patrono de la capilla de la catedral. Se sabe que vivió allí debido a los recibos de pago anual cargado sobre las casas de la bajada al puente de San Pablo, que se dirigen siempre a favor de la Mesa capitular del cabildo catedralicio. El primer recibo para Marcos Girón que se conoce es de octubre de 1743. El hijo primogénito de Marcos, Fernando Manuel Girón y Cañizares, fue su sucesor, pero se encontró una situación extraña con los recibos de los inmuebles, ya que aparecían varios que satisfacían el pago del censo a favor del cabildo. Se plantea la posibilidad de que durante el patronazgo de Fernando Girón se produjera algún cambio en el estatus de propiedad de las casas Colgadas debido a la crisis financiera que sufrió. Esto también ocurrió con la casa colindante al palacio episcopal, que a principios del siglo XVI, Don Gonzalo agregó al patronazgo de la capilla, pero que salió del mismo en el contexto de la crisis financiera sufrida por Fernando Manuel Girón y Cañizares a finales del siglo XVIII. La situación económica de Fernando Girón empeoró con la llegada de su hijo y sucesor, Joaquín Girón y Cañizares. En su testamento, mencionó que el rey le había otorgado la capacidad de vender la mayor parte de sus bienes en Cuenca debido a los problemas causados por la Guerra de la Independencia. Joaquín decidió alquilar la casa y contrató a dos maestros arquitectos para evaluarla. Descubrieron que el inmueble necesitaba una reconstrucción casi total debido a su pobre estado de conservación, con tabiques desiguales, falta de carpintería y un tejado en mal estado. Para evitar la preocupación por la conservación de la casa, decidieron transferirla a censo reservativo redimible, adquiriendo el dinero anual. En 1811, el corregidor autorizó la transferencia de la casa a censo, con la obligación del tomador de repararla. Después de la muerte de Joaquín, su hijo mayor, José Joaquín Girón y

Ruiz, asumió el patronazgo y los impagos del clérigo Lázaro, inquilino de la casa. Debido a su creciente pobreza, Lázaro no pudo responder a los pagos establecidos en el contrato firmado con Joaquín. Después de la muerte del cura Lázaro, se declaró una testamentaria de sus bienes, que se declaró en concurso necesario de acreedores. José Joaquín solicitó que se le reconociera la renta anual de la casa, lo que se le concedió, junto con la recuperación de los bienes perdidos pertenecientes a la capilla de la catedral. En el siglo XIX, la única parte que quedó en manos de los patronos de la capilla de la catedral fueron los escudos, mientras que la casa de la bajada a San Pablo estuvo arrendada y cambió de dueños varias veces, incluyendo a un maestro albañil y un maestro ebanista que pagaban el alquiler con trabajos realizados en las Colgadas y en la propia casa del propietario. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

La casa fue transmitida por herencia dentro de las familias que la habitaron y fue vendida al ayuntamiento de Cuenca en 1905. En junio de 1882, falleció José Joaquín Girón, lo que puso fin al patronazgo fundado por el bachiller en la catedral y su relación con las Casas Colgadas. Sin embargo, las casas permanecieron en manos de sus descendientes hasta que fueron vendidas al ayuntamiento de Cuenca en el siglo XX, quien las adquirió en su totalidad en marzo de 1926. (Muñoz Calero, I., 2017)

Se ha comentado los diferentes propietarios hasta la compra por el ayuntamiento y la suerte que el bachiller las vinculara a la capilla de la Catedral, ahora se estudiará las viviendas propiamente mencionadas, en primer lugar, La Casa de los Escudos, que es la que mas relevancia tiene en la historia con sus descendientes.

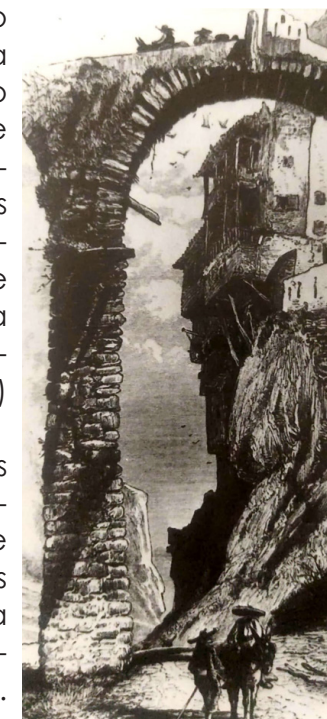


Ilustración 18: Casas Colgadas hacia 1878. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 226

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.2 Historia y características de las Casas Colgadas

Como no se sabe el interior de la casa de los escudos de Cañamares, ya que por el momento no se conoce fotografías del interior que sean anteriores al complejo vaciado de la casa del centro en 1963, pero sí planos y documentos de algunos años atrás proporcionados por el Archivo Diocesano de Cuenca, que en gran parte nos pueden orientar de la situación del inmueble en esa fecha. Se analiza los inmuebles de las Colgadas a través de planos antiguos, gracias a esto se averigua las delimitaciones de las viviendas, las distribuciones que poseían y el desarrollo de su evolución. El primer plano de este conjunto de dibujos de la planta de los escudos y sus anexos en 1860, se puede observar el perímetro irregular de la casa de los escudos unida con la del centro, conformado una única unidad como llega hasta el siglo XX. La puerta de entrada se ubica en la casa del medio, puede verse también un pequeño corral agregado a la casa de los escudos. Le continúa, con leve cambio de dirección, otro corral más profundo como el mencionado antes.

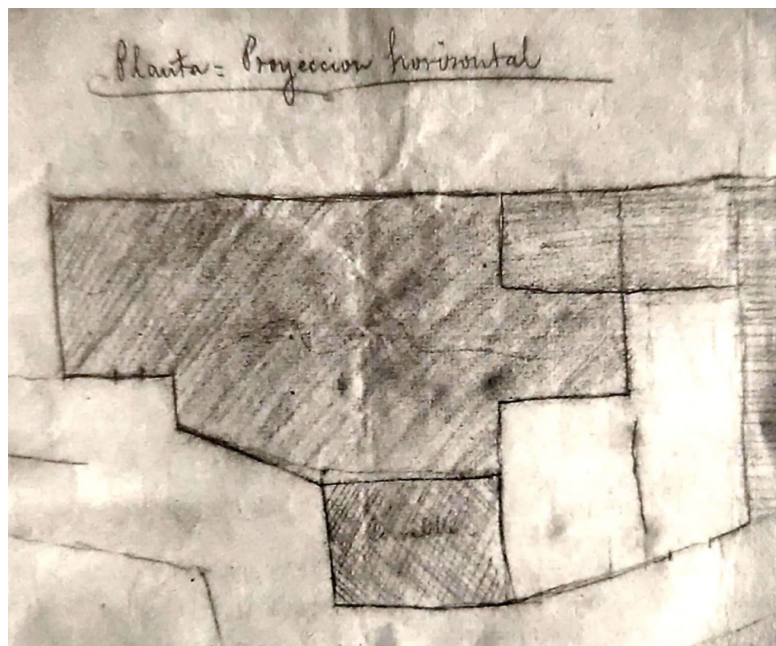


Ilustración 19: Planta de la casa de los escudos y sus anexos hacia 1860. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 108

Dentro de la colección de planos que se ha utilizado para el estudio de la casa de los escudos de Cañamares, se encuentra un plano de cubiertas que muestra las vertientes de la casa y su anexo por el lado sur. En dicho plano, se ha marcado con una flecha la dirección norte, donde se ubica la casa de la bajada. Esto se debe a que las aguas de lluvia no se orientan hacia ese lado, evitando así posibles problemas de humedad en dicha zona.

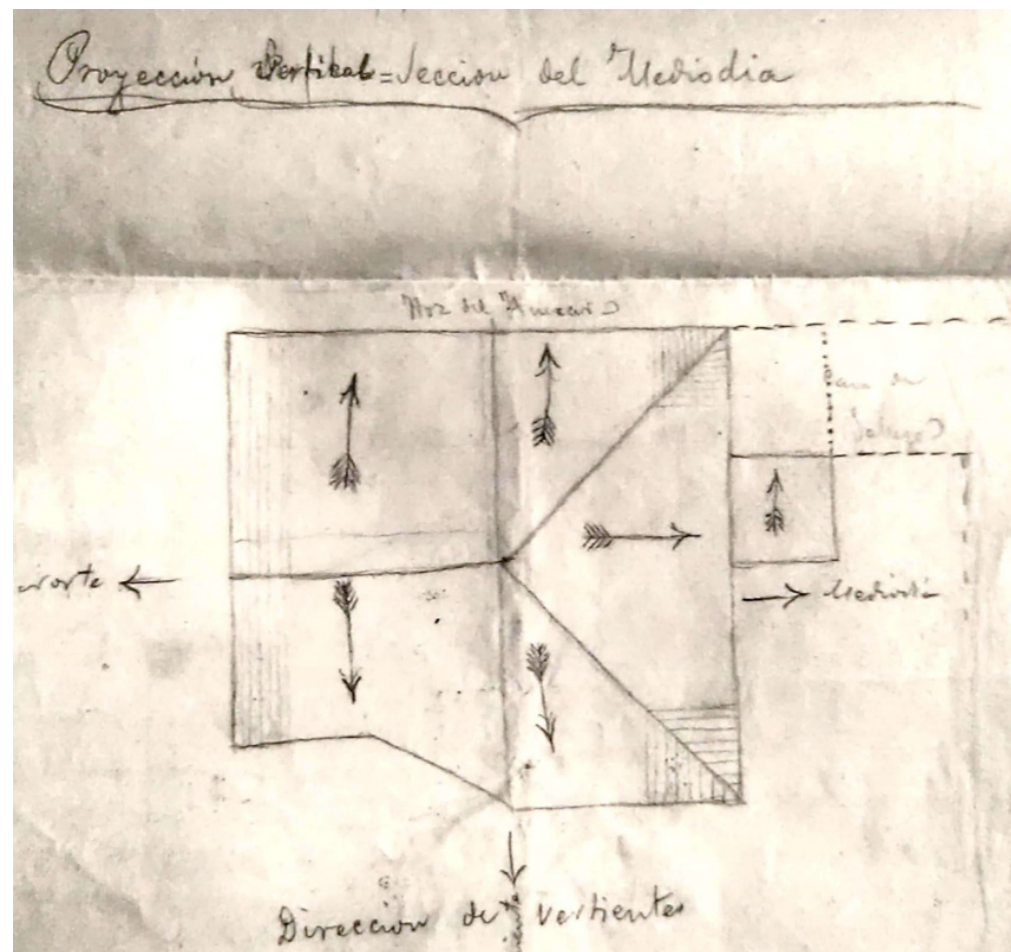


Ilustración 20: Dirección vertientes de la casa de los escudos hacia 1860. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 109

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.2 Historia y características de las Casas Colgadas

Un nuevo dibujo explica la proyección anterior. Lleva la inscripción "Fachada-Vista por Poniente", que es un alzado frontal desde el corral delantero. Se aprecian dos fachadas, claramente retranqueada la derecha respecto a la izquierda. Puede percibirse que la de la izquierda ofrece un tratamiento del muro totalmente homogéneo con el de la casa de los escudos, en su fachada al interior de la ciudad.

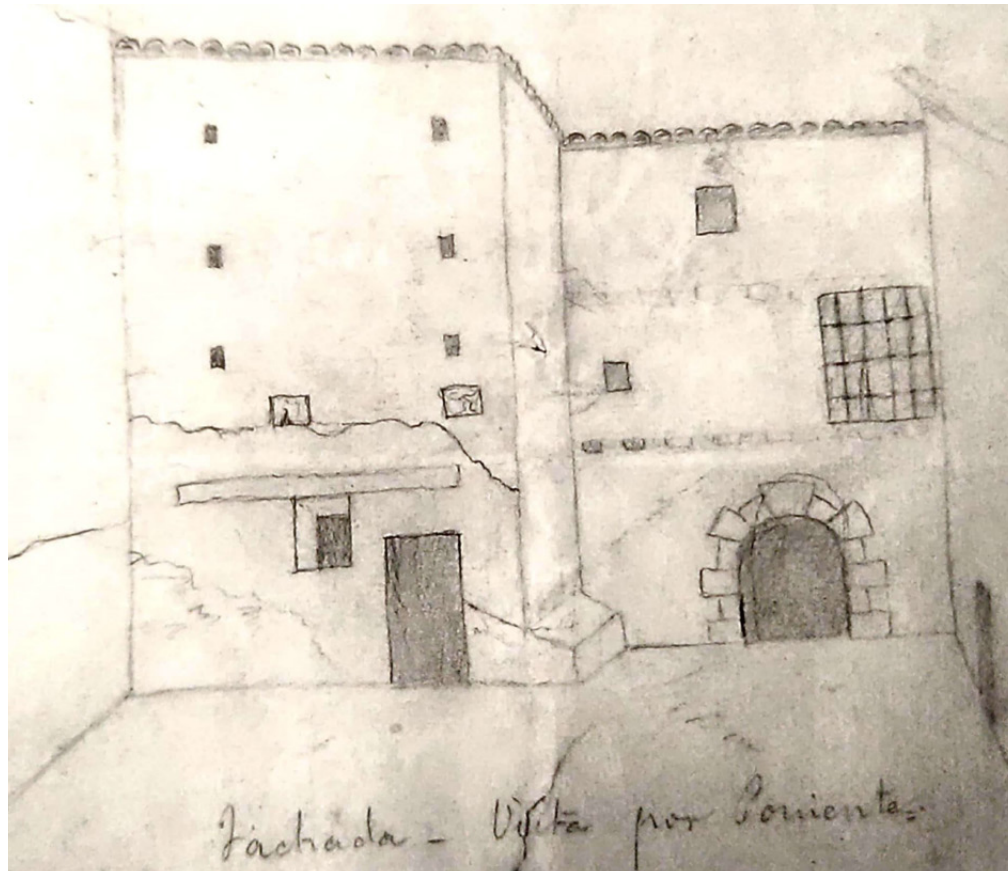


Ilustración 21: Fachada de los anexos de la casa de los escudos por el sur hacia 1860. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 110

Dentro de la colección de dibujos utilizados en el análisis de la casa de los escudos de Cañamares, se ha proyectado un último dibujo que muestra una sección del corral que se encontraba anexo al sur de la casa de los escudos. En este dibujo se puede observar la disposición de las cubiertas del anexo y de la casa de los escudos en su parte sur, así como un ventanal en el último piso.

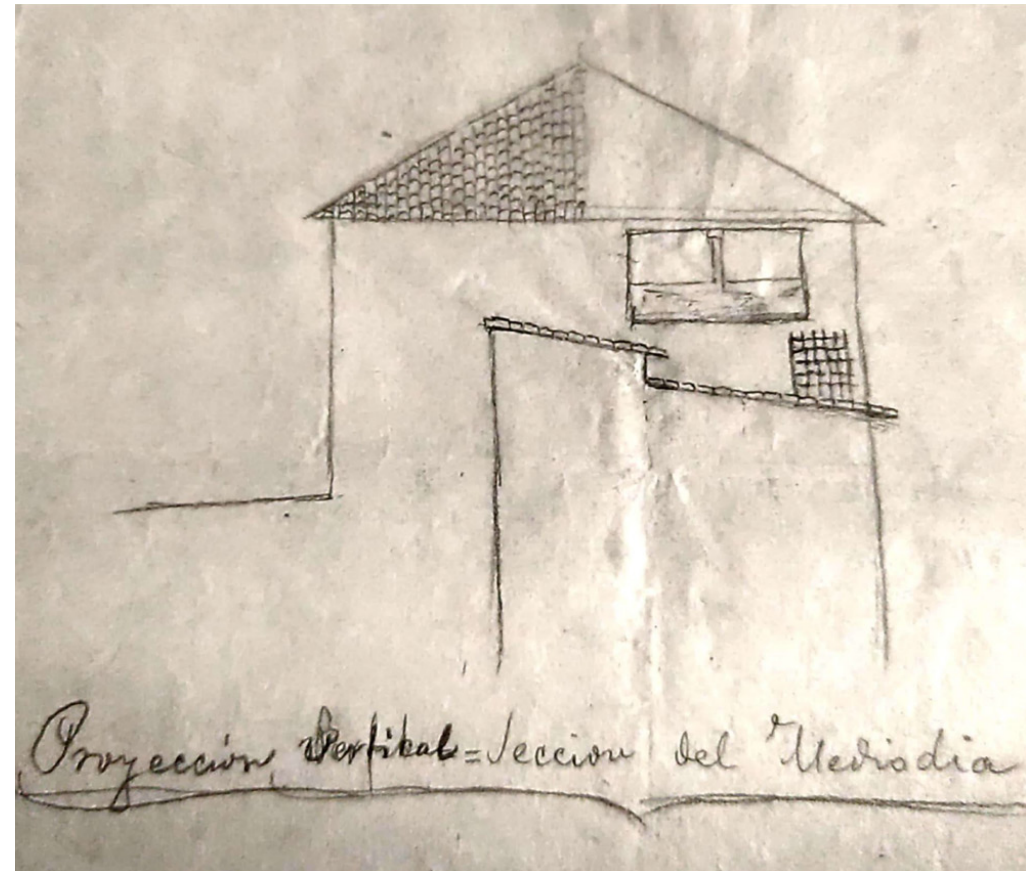


Ilustración 22: Fachada sur de la casa de los escudos y su anexo por el sur hacia 1860. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 111

2. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.2 Historia y características de las Casas Colgadas

En este estudio se confirma la unión de la casa del centro y la de los escudos, con la puerta de entrada en la primera vivienda según el estado conocido hacia el año 1800. Los planos de Francisco de León, elaborados durante la rehabilitación del conjunto, confirman esta unión. En la planta baja, la vivienda carecía de portada propia, lo que generaba un chaflán en quiebro en la fachada a la calle. Se sugiere que la posible puerta principal se situaba en el chaflán, donde actualmente se encuentra una ventana con dintel de madera y amplios sillares, debido a la existencia de un corral de servicio con acceso propio a la calle. Se ha especulado que el traslado de la puerta de acceso se produjo en la fusión de las dos moradas. La distribución de la casa del centro es sencilla, con una estructura longitudinal y habitaciones trapezoidales debido a una parcela alargada e irregular. En la planta baja, se encuentra un zaguán y una amplia sala con chimenea que ofrece vistas a la Hoz del Huécar. No se ha encontrado evidencia de una escalera hacia los pisos superiores, ya que el acceso se realizaba a través de la casa adyacente. Dos huecos en el muro derecho daban acceso a la casa de los escudos: uno de ellos conducía directamente al arranque de la escalera gótica, mientras que el otro llevaba a una gran sala con dos alcobas y un escalón. Según los planos, la gran sala con dos alcobas podría haber sido una caballeriza en el pasado, pero esto fue antes de que el bachiller habitara la casa, ya que se sabe que las caballerizas solían estar en los anexos de la casa, al sur y separadas de la residencia. En esta sala, hay un voladizo dividido en dos áreas conectadas y una ventana en el lado sur de la casa que proporciona luz. La casa colindante se retiró para permitir una vista sin obstáculos. Finalmente, se ha confirmado que el voladizo final de la casa del centro se añadió posteriormente, ya que no aparece en la vista de Van den Wyngaerde ni en la documentación fotográfica anterior a 1928. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

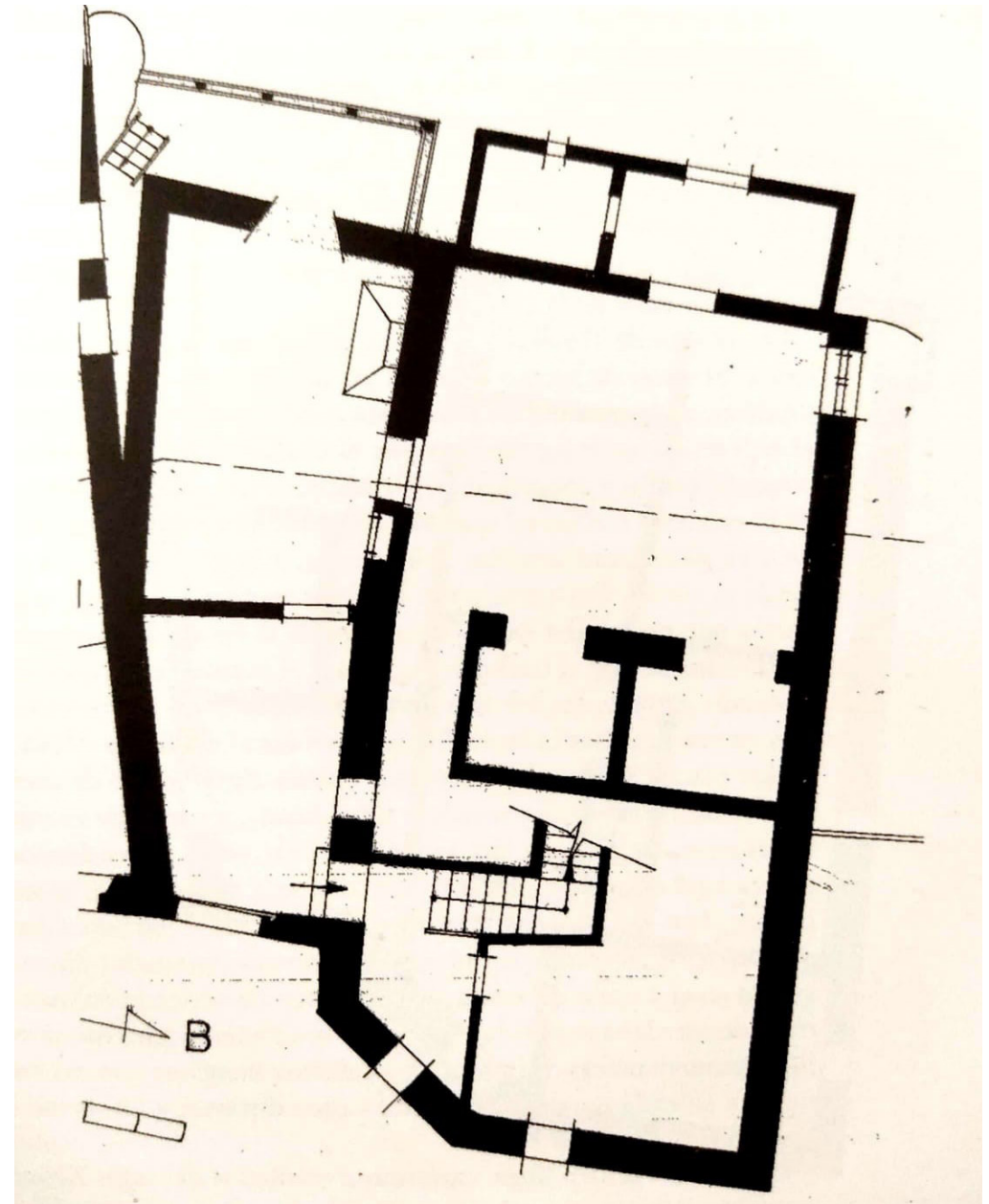


Ilustración 23: Planta baja de la casa del centro y de los escudos, según F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 139

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.2 Historia y características de las Casas Colgadas

La casa de los escudos conserva en la actualidad en su primera planta la estructura original debido a la importancia de los elementos artístico-históricos que la componen. La caja de la escalera gótica se ubica tanto en el tramo de subida al primer piso como en el de la segunda planta, con un trazado en caracol. Destaca la sala pintada con un mural gótico relacionado con la escalera isabelina y el oratorio con un artesonado mudéjar. Además, cuenta con tres estancias más: una entre la capilla y la escalera, otra al final del primer tramo de la escalera a la derecha y la última con entrada desde el fondo del amplio rellano de la escalera y que da a la calle. Es importante mencionar que para acceder al piso de arriba de la casa del centro es necesario utilizar la escalera isabelina, la cual forma un recorrido sinuoso. La planta se divide en dos secciones separadas por un tabique sin comunicación directa entre ellas. En la primera se encuentra una habitación que da a la calle con una ventana enrejada, y su puerta de entrada está situada enfrente del segundo arranque de la escalera y cuenta con dos escalones. En la segunda sección, que da a la Hoz del Huécar, se encuentra una amplia sala con dos alcobas interiores y una organización similar a la gran sala de la planta baja. El acceso a ella se realiza a través de una puerta con dos escalones situada en la estancia colindante a la capilla. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

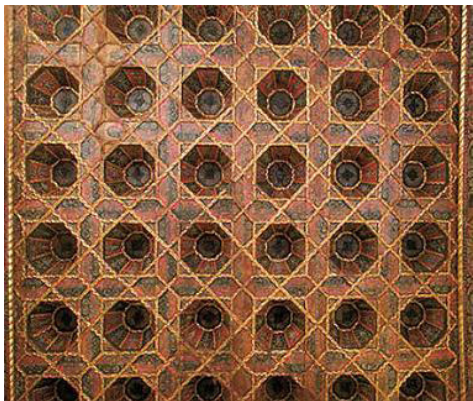


Ilustración 24: Artesonado del oratorio de la casa de los escudos. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 150

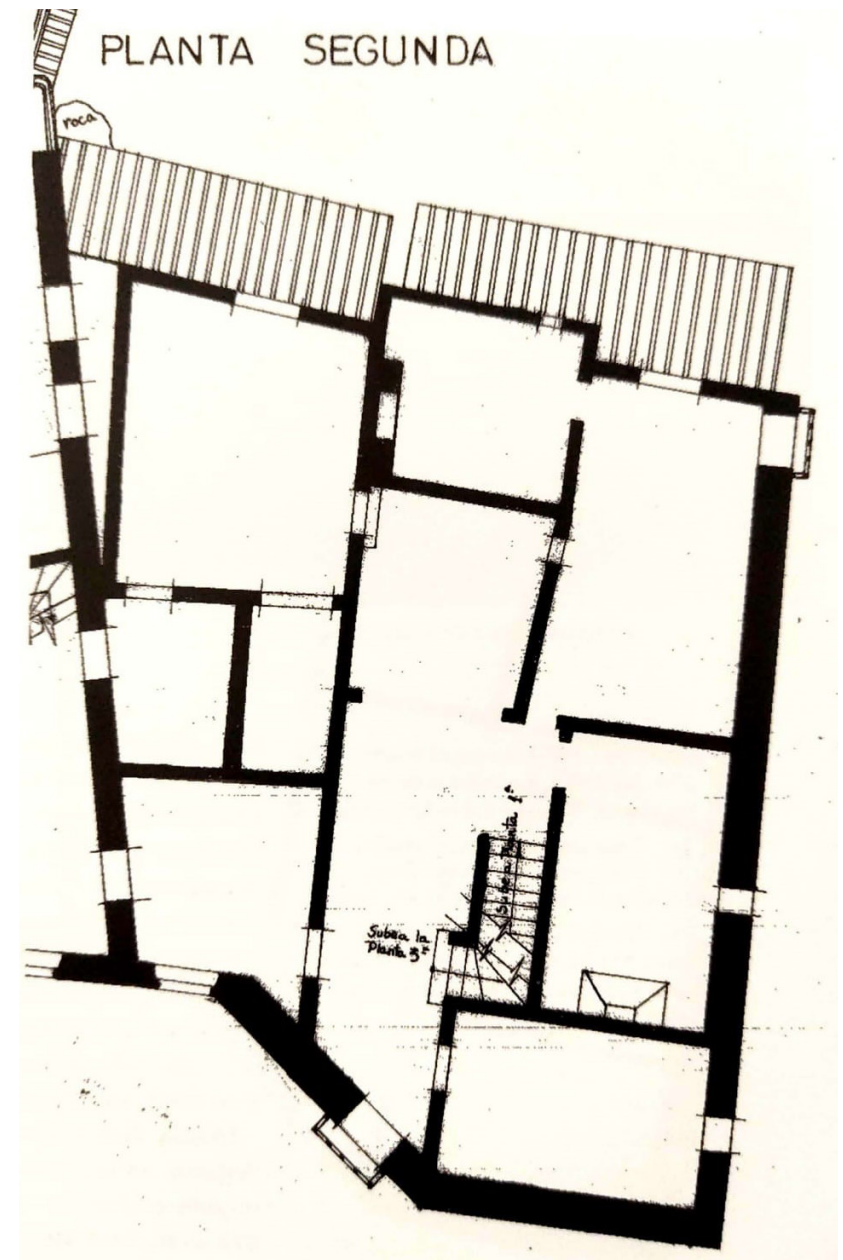


Ilustración 25: Planta primera de la casa del centro y de los escudos, según F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 141

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.2 Historia y características de las Casas Colgadas

La distribución de la segunda planta de la Casa de los Escudos es similar a la de la planta inferior, y se organiza alrededor de un amplio descansillo donde termina la escalera principal. En esta planta encontramos una habitación situada en la fachada principal, otra con entrada a la derecha de la escalera y encima de la sala pintada, y una tercera encima del oratorio, a la que se accede desde una terraza cubierta. Además, hay dos estancias que se superponen a la capilla y antecapilla del piso principal. Para acceder al desván, hay una escalera secundaria. En el proceso de rehabilitación del inmueble, los cambios en esta planta han sido más significativos que en las anteriores. La entrada al segundo piso se encuentra en el rellano superior de la escalera gótica. Una puerta con tres escalones da paso a una habitación con una ventana a la calle, que también tiene acceso a la terraza cubierta que se comunicaba directamente con el rellano y la sala superior a la capilla. Según las fotos antiguas y los planos, se puede suponer que el mirador con tejado estaba cerrado con una pared con una ventana, similar a los dibujos de Van den Wyngaerde. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)



Ilustración 26: Mural de la sala pintada de la casa de los escudos. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 150.

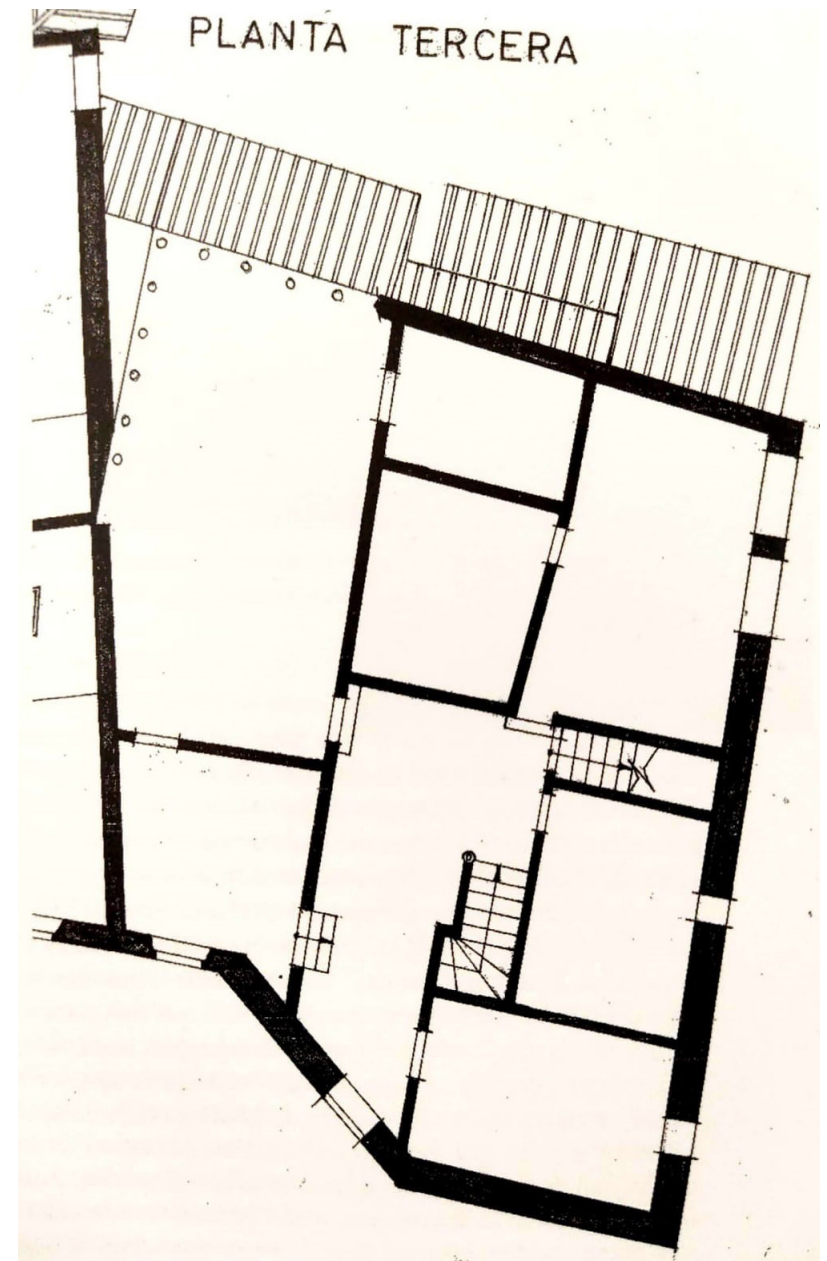


Ilustración 27: Planta segunda de la casa del centro y de los escudos, según F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 141

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.2 Historia y características de las Casas Colgadas

En este apartado se describe la Casa de la bajada a San Pablo, que se encuentra al norte de las Casas Colgadas y que fue adquirida por el bachiller de Cañamares para completar la manzana edificada. El arquitecto Luis López de Arce escribió una descripción detallada de la casa en 1905, durante una venta a finales del siglo XX. Según esta descripción, la casa consta de una planta baja y dos pisos más en su fachada a la calle de los Canónigos, y de una planta baja y tres pisos más en su fachada a la bajada al Puente de San Pablo. La planta baja cuenta con un portal, dos pequeñas cuadras y una cuadra grande con entrada independiente por la bajada. Además, hay salientes de riscas o rocas en parte de la planta baja. El piso principal tiene una cocina sobre el pasadizo y cinco habitaciones más, mientras que el segundo piso tiene dos cocinas y ocho habitaciones más, y el tercer piso cuenta con igual número de habitaciones que el anterior. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

Es interesante destacar el número de cocinas en la vivienda, lo que podría indicar que el edificio habría sido remodelado para viviendas, seguramente de alquiler, aunque se considera como única propiedad como demuestra la escritura de venta. La estructura del edificio se ha documentado en numerosos planos. A pesar de esto, se sabe que la estructura es antigua y ha sufrido daños a lo largo del tiempo.

En marzo de 1962, Luis Pascual tomó varias fotos de la entrada principal, donde se puede ver un amplio zaguán con restos de un arranque de escalera que llevaba a un rellano elevado para salvar la altura del forjado de la planta baja. Se va a analizar el proceso evolutivo de las diferentes plantas del inmueble, siguiendo una hipótesis personal. Comenzamos con la planta baja, donde se conserva una estructura antigua y parcialmente destruida en la entrada principal. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

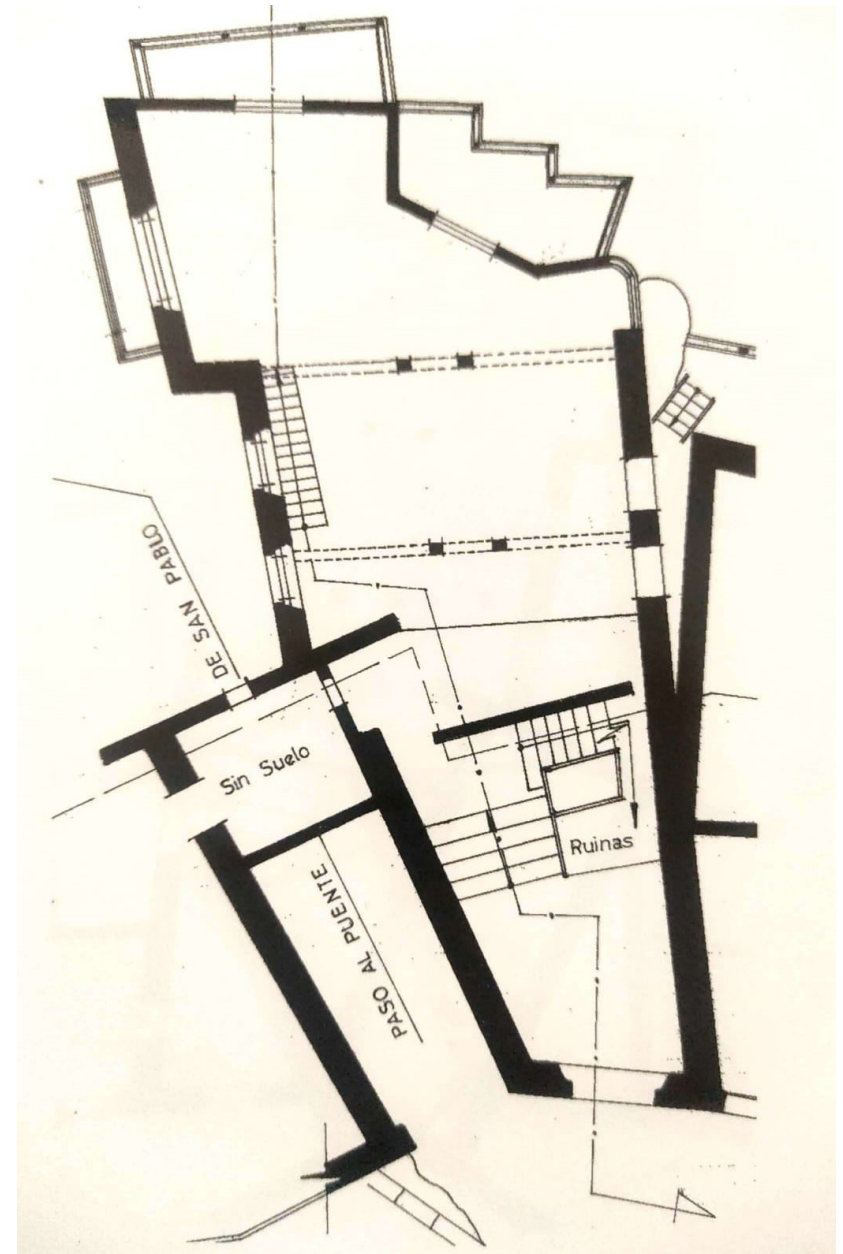


Ilustración 28: Planta baja de la casa la bajada a San Pablo, según F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 141

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.2 Historia y características de las Casas Colgadas

Se puede observar que la escalera original, según el testimonio de Torallas en 1958, se encuentra en estado de ruina con un texto encima de ella. Esta escalera era una caja bastante amplia sin los detalles decorativos presentes en la Casa de los Escudos, con tramos que rodeaban un hueco vertical en el centro y servía para conectar ambos lados del edificio, tanto el que daba a la calle como el que daba a la Hoz. En general, el núcleo que da a la calle tenía la función de albergar el portal de entrada y la escalera de todo el conjunto, aprovechando también dos habitaciones trapezoidales de tamaño mediano y con forjados intercalados en altura respecto del otro lado. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

En una imagen de las Casas Colgadas de alrededor de 1920 se puede apreciar que la altura y configuración de la fachada era similar a la actual, así como la cubierta. Las fotografías anteriores al proyecto de Alcántara muestran que en la fachada frontal hacia la Hoz del Huécar, existen dos cuerpos principales y diferenciados. Uno de ellos se sitúa sobre las rocas y presenta los famosos voladizos, mientras que el otro, aparentemente ensamblado con el anterior, salta en realidad con su alero del tejado por encima del de los voladizos y lo prolonga parcialmente por detrás de este. La cornisa en paralelo a la hoz de este cuerpo intermedio queda interrumpida al acercarse a la cuesta de San Pablo debido a una extraña reforma en esa parte, dispuesta en perpendicular a la hoz y frontal a la bajada. Esta reforma parece puntual y podría incluso ser relativamente tardía. Por lo tanto, el cuerpo de los voladizos marcaría una fase específica dentro de la evolución constructiva del edificio de la bajada a San Pablo. Desde luego, rompe con la línea de la fachada antes comentada. Debajo de esta planta, donde se sitúa una puerta con independencia a la casa, podría haber ocupado una caballeriza similar a la que se encuentra debajo de la Casa de Ana Jiménez. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

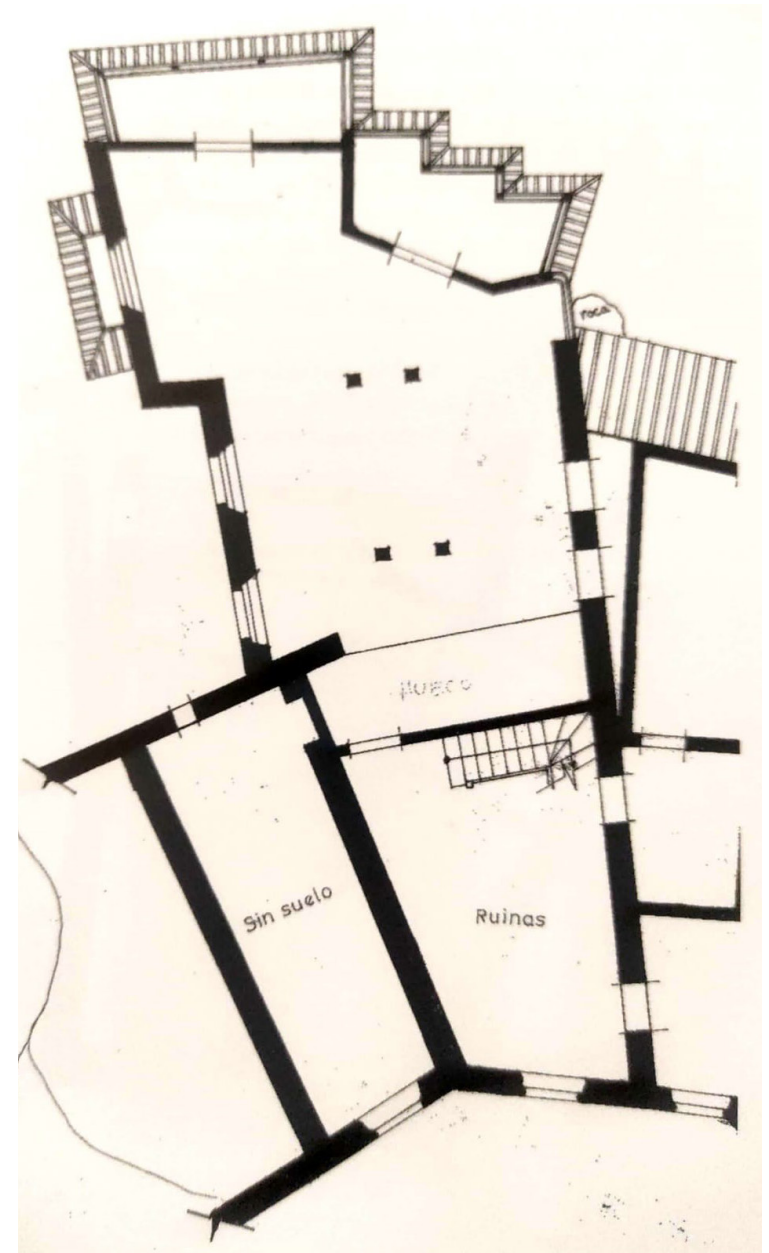


Ilustración 29: Planta primera de la casa la bajada a San Pablo, según F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 141

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.2 Historia y características de las Casas Colgadas

En una fotografía de 1928 tomada por el francés Loty, se puede observar con todo detalle la demolición que estaba llevando a cabo Alcántara antes de construir su proyecto. En la imagen se aprecia que la planta baja de la caballeriza no parece estar vinculada al resto de los pisos por una comunicación interior, aunque la entreplanta situada encima sí tenía acceso interior desde el piso principal del bloque central a través de una escalera paralela al muro de la cuesta de San Pablo. Esta misma escalera evidencia la dependencia absoluta de la cuadra respecto al núcleo colindante. Además, la conexión entre los voladizos y el cuerpo intermedio es completa, como se puede ver en los forjados de ambas secciones. En cualquier caso, se puede apreciar en la fotografía de 1928 que la planta se construyó con sólidos muros independientes en los cuatro lados de la misma. La entreplanta entre las caballerizas y la planta principal podría haber sido una cuadra con un acceso nada fácil desde el zaguán, ya que no se puede adivinar otro recorrido que el de subir desde la entrada al nivel del principal-pontido y luego descender de nuevo a esa caballeriza doble o lo que fuera. Según la descripción de 1905, el piso principal de la casa constaba de una cocina y cinco habitaciones, sin incluir el zaguán pero sí el nivel del pontido, lo que lo convertía en la tercera planta de la fachada de la Hoz y la segunda de los voladizos. El segundo piso, según la misma fuente, tenía dos cocinas y ocho habitaciones más. La cantidad de cocinas sugiere que el edificio había sido remodelado para convertirse en varias viviendas, aunque la propiedad fuese única. Se cree que esto incluiría la pieza del primer piso del cuerpo de la calle, así como una segunda habitación en la segunda planta del pontido, lo que aumentaría la cantidad de habitaciones con respecto a la planta baja. Esto constituiría la cuarta planta de la fachada de la Hoz y la tercera de los voladizos. Finalmente, el tercer y último piso tenía igual número de habitaciones que el segundo. Este piso correspondería en el cuerpo de los voladizos con el nivel bajo cubierta, ya sin voladizo, e incluiría la segunda planta del núcleo de la entrada. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

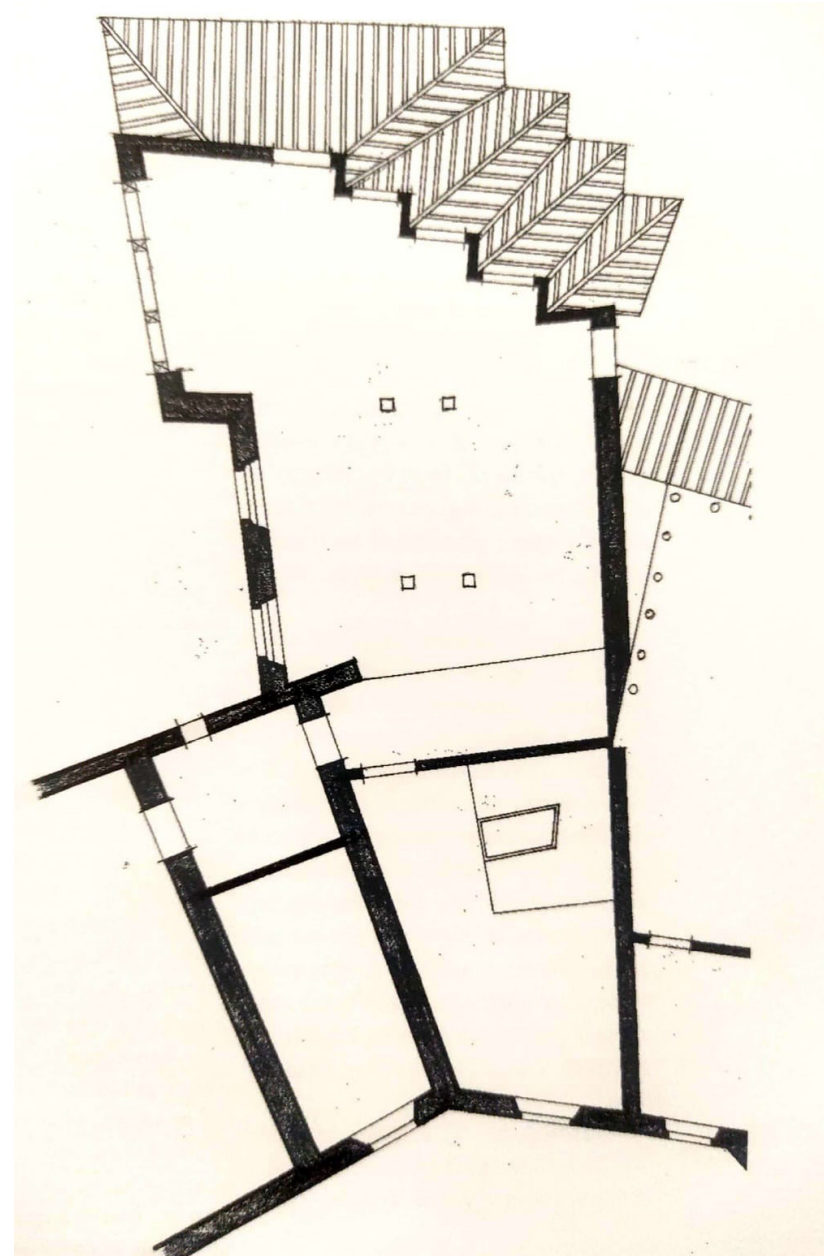


Ilustración 30: Planta segunda de la casa la bajada a San Pablo, según F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 141

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.3 La consolidación de la iconografía de las Casas Colgadas

Continuando con el desarrollo del conjunto edificado de las “Colgadas”, es interesante señalar que Jose María Zomeño fue uno de los primeros fotógrafos en capturar imágenes de las Casas Colgadas, y lo hizo a consecuencia de plasmar el puente de piedra de San Pablo, al que dedicaba todas las fotografías de la época. El puente de piedra, financiado por el canónigo Juan del Pozo en torno a 1500, permitió el acceso desde la ciudad a la antigua Iglesia de San Pablo, situada al otro lado de la Hoz del río Huécar. En 1895, un inexplicable acto de dinamitado marcó un antes y un después en la historia del puente, que fue reemplazado como símbolo urbano de Cuenca por las famosas Casas Colgadas. Actualmente, el puente es de hierro y madera, y se apoya sobre los pilares de sillería del puente original. (Ibáñez Martínez, P. M., 2012)



Ilustración 31: Antiguo puente San Pablo con las Casas Colgadas hacia 1890. Fuente: Del diario Las Noticias de Cuenca.

La arquitectura popular de Cuenca, sumada a su espectacular paisaje natural, proporciona un gran valor patrimonial. En cuanto a la arquitectura residencial, la sencilla cornisa construida de las Casas Colgadas antes de su demolición, representa uno de los más impresionantes ejemplos de vivienda en la ciudad alta. Lamentablemente, muchas de estas casas fueron destruidas por motivos económicos, con el fin de aprovechar los materiales sobrantes. La mentalidad de la ciudad alta, que buscaba la modernidad y la higiene, se fue instaurando desde el siglo XIX y culminó con la redacción del Plan de Urbanización de la ciudad de Cuenca entre los ríos Júcar y Huécar en 1893, elaborado por Antonio Carlevaris. (Ibáñez Martínez, P. M., 2012)



Ilustración 32: Casas Colgadas hacia 1895, con la catedral y la torre del Giraldo. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 181.

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.3 La consolidación de la iconografía de las Casas Colgadas

Esta obra de urbanismo de Antonio Calevaris hizo desaparecer los barrios de Santa María y San Martín, y disponer una serie de jardines. Esto generó muchas críticas entre la población, puesto que se creaban calles. El plan urbanístico diseñado por Antonio Calevaris tuvo como consecuencia la desaparición de los barrios de Santa María y San Martín para dar paso a la creación de jardines. Sin embargo, esto provocó una gran cantidad de críticas por parte de la población debido a que se crearon calles sin justificación alguna para adecuarlas al tráfico rodado. Este plan resultó inviable económicamente y se enfocó únicamente en la accesibilidad, sin tener en cuenta los valores de la arquitectura popular y la naturaleza medieval de la ciudad. Como resultado, algunos edificios históricos, como los "rascacielos" de la Correría y la Iglesia de San Martín, fueron eliminados, al igual que la casa colindante al jardín episcopal y el puente de San Pablo. En 1902, el arquitecto municipal redactó un informe en el que se incluían una serie de viviendas en el barrio de San Martín, consideradas en ruinas y que necesitaban ser reparadas de forma inmediata o derribadas. AA. VV. (1996)



Ilustración 33: Demolición barrio San Martín. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 188.

Varios artistas han encontrado inspiración en las Casas Colgadas debido a su excepcional aislamiento sobre los peñascos de la Bajada de San Pablo. Los documentos gráficos previos de finales del siglo XIX se han convertido en una extensa serie de pinturas y fotografías que continúan hasta nuestros días. Lo sorprendente es que los artistas han comenzado con las antiguas Casas Colgadas y han añadido las restauraciones realizadas por diferentes arquitectos hasta la restauración definitiva. Esto demuestra la capacidad visual de la agrupación de los inmuebles de la Bajada de San Pablo, que continúa siendo un icono a pesar de las diversas circunstancias edificatorias. Las Casas Colgadas parecen resurgir una y otra vez en sí mismas como el Ave Fénix. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

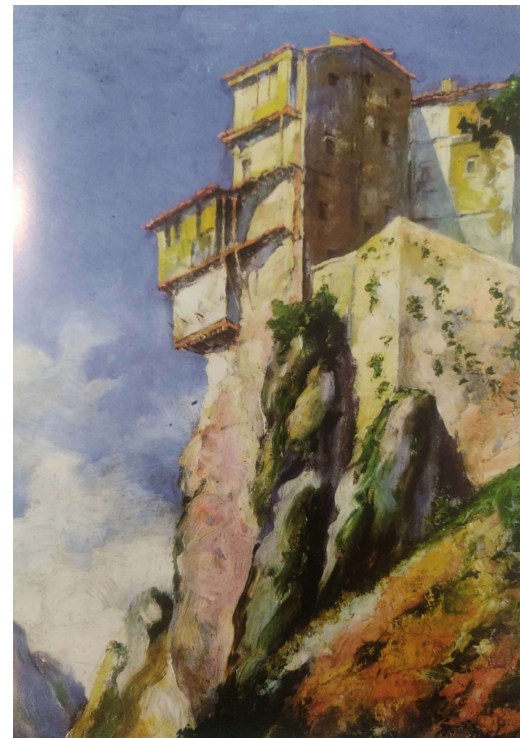


Ilustración 34: Sorolla. Casas Colgadas. Antigua colección de CCM. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 198

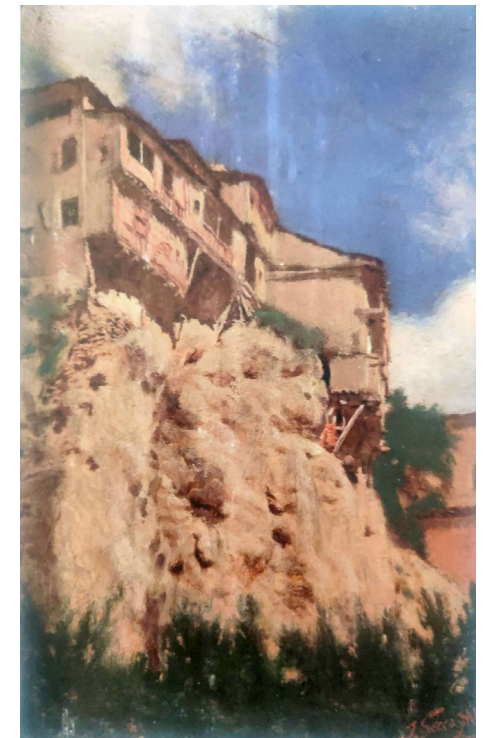


Ilustración 35: J. Serra Alen. Casas Colgadas. Colección particular. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 202

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.3 La consolidación de la iconografía de las Casas Colgadas

Después de que el ayuntamiento adquiriera la casa de los escudos de Cañamares, se inició un esfuerzo serio por restaurarlas. La comunidad intelectual conquense presionó fuertemente para que se salvaran de la destrucción y se restauraran siguiendo la tipología constructiva tradicional. A pesar del estado lamentable en el que se encontraban las casas, el alcalde de ese momento decidió salvarlas. En un principio, la idea era restaurar las Casas Colgadas sin modificar nada de su parte exterior, pero debido a las malas condiciones del inmueble, el derribo resultó inevitable. El ayuntamiento decidió conservar dos de las tres construcciones que formaban el conjunto, manteniendo su aspecto original. El arquitecto municipal de la época, Fernando Alcántara, recibió el encargo de llevar a cabo el proyecto de restauración, que incluía las balconadas de madera. Sin embargo, los trabajos se interrumpieron varias veces entre 1926 y 1960, principalmente por falta de recursos. (Muñoz, J. L., 1979)



Ilustración 36: Fotografía de las Casas Colgadas en 1963. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 294

Fernando Alcántara Montalvo desempeñó el cargo de Arquitecto Municipal de Cuenca en dos periodos diferentes, entre 1924 y 1931 y posteriormente en 1934. Durante sus primeros años en el cargo, elaboró un proyecto de reconstrucción de una parte de las Casas Colgadas, aunque la última fase de construcción fue llevada a cabo por Francisco León Meler en 1959, quien ocupaba el cargo de arquitecto municipal en ese momento. Para entender el estilo arquitectónico que se siguió, es importante contextualizar la época en que se intervino en las Casas Colgadas. Durante el gobierno de Cayo Conversa y la dictadura de Primo de Rivera, se llevaron a cabo mejoras en el ámbito municipal, incluyendo actuaciones en urbanismo y ornamentación con el objetivo de demostrar el prestigio modernizador del gobierno. (Muñoz, J. L., 1979)

En cuanto a los trabajos previos de Alcántara, como la renovación de la torre de Mangana o el quiosco de la música, siguieron la misma orientación estilística, aunque recibieron críticas poco favorables, ya que se le acusó de un "academicismo poco renovador y expresado por la vía del eclecticismo, en acuerdo con promotores locales poco avisados de lo que estaba de moda en otros sitios". (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.3 La consolidación de la iconografía de las Casas Colgadas

En 1928, se llevó a cabo la demolición de la fachada exterior de la bajada de San Pablo, manteniéndose así durante dos años hasta que el proyecto de Alcántara comenzó a implementarse a finales de 1930. Las fotografías posteriores muestran las famosas balconadas de madera de la primera casa y cambios significativos en la casa de los escudos de Cañamares, donde se eliminó el voladizo de la primera planta y se construyó una balconada de madera similar a la casa colindante en la planta baja. Después de cerrar la casa de la bajada, se inició la desmonte de elementos de la casa del centro para adaptarla al proyecto de unificación en curso. Sin embargo, en 1931, la destitución del arquitecto y la falta de recursos obligaron a detener las obras, lo que generó una impresión engañosa de las Casas Colgadas durante tres décadas. Durante este tiempo, se abrió un debate sobre qué uso dar al edificio. La Sociedad de Amigos de Cuenca sugirió que se alojara en el Museo Municipal, mientras que desde una perspectiva más privada se propuso convertirla en una hospedería. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)



Ilustración 37: Derribo de las Casas Colgadas hacia 1928, fotografía por el Francés Loty. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 246

Durante tres décadas, hubo muchos acuerdos sobre la finalización de las Casas Colgadas, pero ninguno de ellos se llevó a cabo. Los proyectos presentados por los arquitectos fueron archivados, y no se sabe si los arquitectos no entregaban la documentación o si hubo otras razones. A pesar de esto, se realizaron algunas obras menores de conservación, como la reparación del tejado y la consolidación de las estructuras. (Muñoz, J. L., 1979)

Finalmente, en la década de los sesenta se llevó a cabo la rehabilitación definitiva de las Casas Colgadas. Se decidió aprovechar las dos primeras plantas como un mesón-restaurante y la tercera planta como el Museo de Arte Abstracto Español. Para ello, se tuvo que demontar algunos elementos de la casa del centro y adaptarla al proyecto de unificación que seguía en marcha. Con la rehabilitación, las Casas Colgadas recuperaron su esplendor y se convirtieron en uno de los principales atractivos turísticos de Cuenca. (Torre, A. De la. 2006).

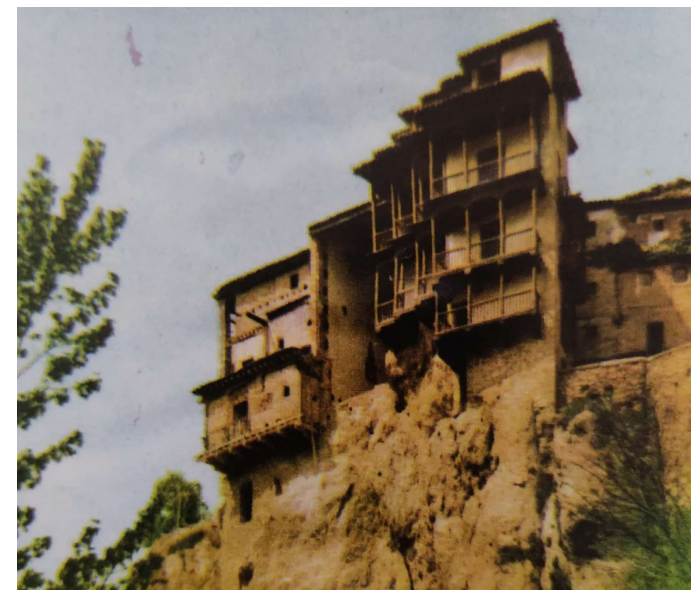


Ilustración 38: Sorolla. Casas Colgadas. Antigua colección de CCM. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 198

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.4 Historia y características del Museo de Arte Abstracto Español

En 1957, el alcalde de Cuenca, en un intento por preservar el centro histórico de la ciudad, encargó al arquitecto municipal Eduardo Torallas un proyecto para la consolidación y reconstrucción de las Casas Colgadas. Torallas siguió la línea de las casas primitivas, similar al proyecto de Alcántara para la Casa de los Escudos de Cañamares. Aunque el proyecto de Torallas solo quedó plasmado en el papel, la idea de rehabilitación no se detuvo. Los planos datados en 1958 muestran las partes reconstruidas y transformadas por Alcántara, distinguiéndose claramente dos partes: la más cercana a la Hoz, con las balconadas superpuestas, y la fachada que da a la calle interior de la ciudad, que no queda bien definida, como se puede observar en la escalera que tiene un letrero de "ruinas". (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

Los planos de Torallas se analizaron en relación con la creación de Alcántara. El primer plano muestra la planta baja de las casas, incluyendo la entrada desde la calle. En la esquina superior derecha, se encuentra el plano de la entreplanta con galería a la hoz, ventana enrejada a la calle de la bajada a San Pablo y paredes irregulares con el rótulo "ROCAS" en las paredes restantes. Una escalera de comunicación con la planta superior va identificada con el letrero "SUBE A PLANTA 1ª". La puerta de entrada da paso a un zaguán trapezoidal del que arranca la escalera que lleva el rótulo "RUINAS" por dos veces, tanto en el primer tramo de escalera que sube al nivel del pontido como en el que sube a la planta superior. Tras el muro de esta última escalera se dibuja una escalera con el letrero de "ESCALERA PROVISIONAL". La parte correspondiente a la creación de Alcántara dentro de esta planta baja es una sala única de gran tamaño, con un forjado sostenido por cuatro pilares en el centro, con zapatas y todo de madera (Ibáñez Martínez, P. M., 2016).

A la izquierda, según el sentido de la entrada desde el portal, arranca la escalera que desciende a la entreplanta antes mencionada. Esta última perteneciente a la fase de Alcántara, al igual que el sótano, con acceso independiente desde la calle. Por el contrario, la habitación del pontido es claramente más corta que la actualmente existente, era antigua como el zaguán y la caja de escalera. En cuanto a la casa del centro, también mantiene su estructura antigua de 1958, al igual que la de los escudos de Cañamares. Hay que destacar la existencia en el plano de una balconada antes inexistente en la fachada de la hoz en esta casa del centro, una invención de Alcántara. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)



Ilustración 39: Planta baja, Casas Colgadas intervención de Fernando Alcántara. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.4 Historia y características del Museo de Arte Abstracto Español

En los planos de 1958, la planta primera del inmueble de la bajada a San Pablo es prácticamente idéntica a la planta baja. La caja de escalera sigue identificada como "RUINAS" y hay una habitación que da a la calle de la entrada. En la parte colindante del pontido, se anota que hay "RUINAS SIN SUELO". La sección reconstruida por Alcántara incluye una gran sala con cuatro pilares en el centro de la estancia, similar a la de la planta baja. La segunda planta sigue el mismo esquema, pero con algunas diferencias. La caja de escaleras y el correspondiente del pontido se encuentran en el núcleo de la calle, divididos por un tabique en dos habitaciones. La sala diseñada por Fernando Alcántara, con los cuatro pilares característicos, cuenta también con los vanos que han llegado hasta la actualidad, incluyendo las cuatro ventanas hacia la hoz que sustituyen a las galerías de las plantas inferiores. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

Al comparar el proyecto de rehabilitación llevado a cabo por Fernando Alcántara con la complejidad estructural del edificio antiguo, se puede entender por qué se optó por el derribo de dos secciones. El desarrollo de las tres grandes salas superpuestas, cubiertas las dos primeras por alfarjes de madera vista y la tercera con techo raso, que apoyaban sobre los muros perimetrales y los cuatro pilares mencionados, era incompatible con el laberinto de habitaciones que existía anteriormente en esa zona. Por lo tanto, la decisión de Alcántara de derribar estas secciones fue una solución práctica para adaptar el edificio a su nuevo propósito. En cambio, la sección que daba a la calle de entrada se adecuaba a sus planes y su derribo solo le habría generado problemas innecesarios. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

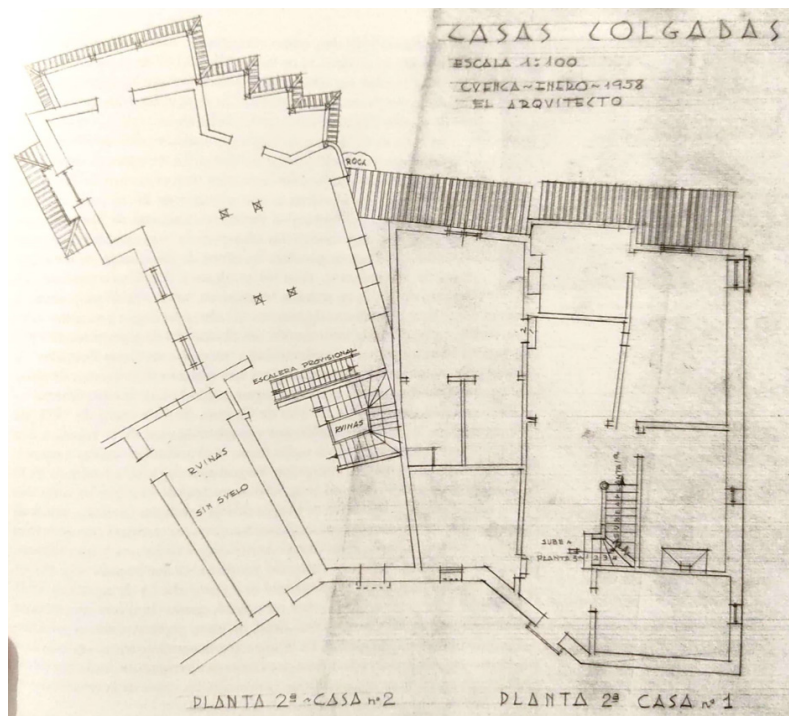


Ilustración 40: Planta primera, Casas Colgadas intervención de Fernando Alcántara.
Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

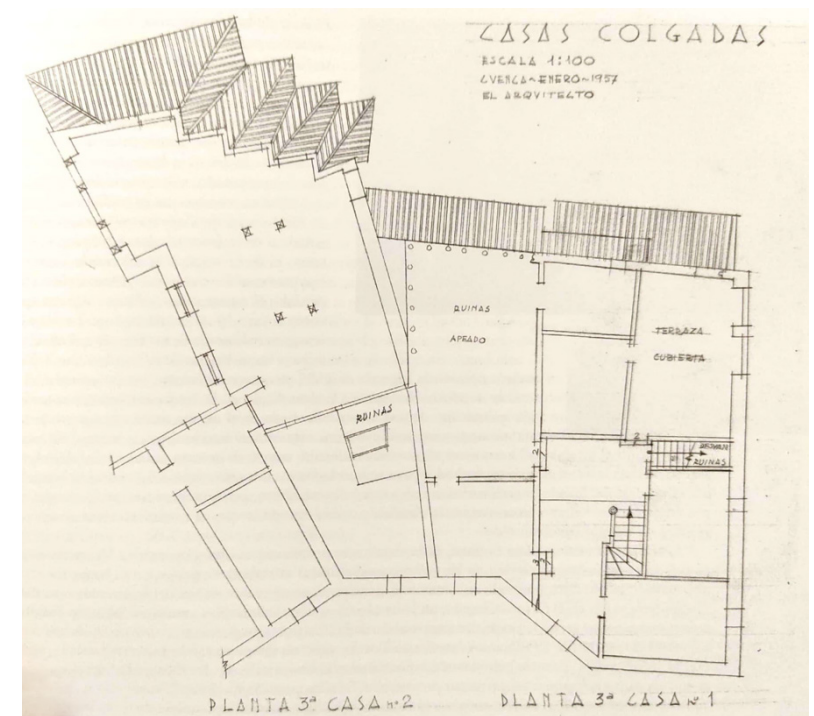


Ilustración 41: Planta segunda, Casas Colgadas intervención de Fernando Alcántara.
Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.4 Historia y características del Museo de Arte Abstracto Español

No se dispone de la planta exacta del proyecto del arquitecto Fernando Alcántara, aunque las plantas conocidas hasta ahora muestran una intención de consolidar lo existente más que de cambiarlo radicalmente. En algún reportaje de la época, Alcántara expresó su rechazo a continuar el proyecto con miradores y en cambio buscar la armonización entre lo ejecutado por él y las dos casas antiguas aún conservadas. Cabe destacar que las fachadas a la hoz de Huécar de estos dos inmuebles ya habían sido alteradas en 1930. Afortunadamente, se cuenta con dos alzados de las fachadas traseras fechados en enero de 1958, lo que permite entender lo que habría hecho Torrallas en las Colgadas si hubiera culminado la reconstrucción definitiva de la manzana en ese momento, lo cual no llegó a suceder. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

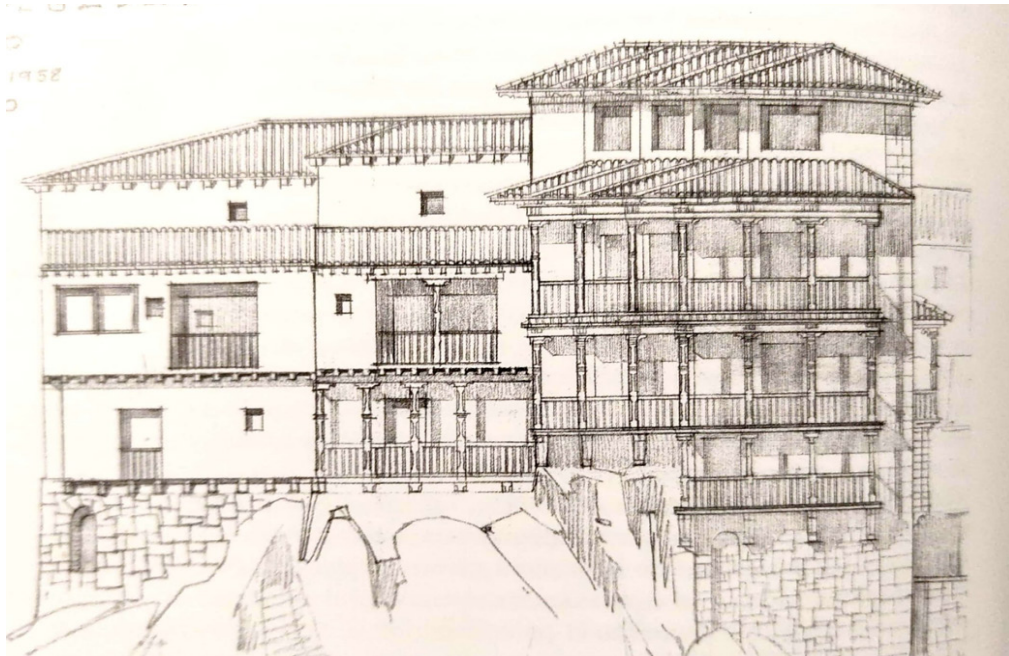


Ilustración 42: Alzado Casas Colgadas, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

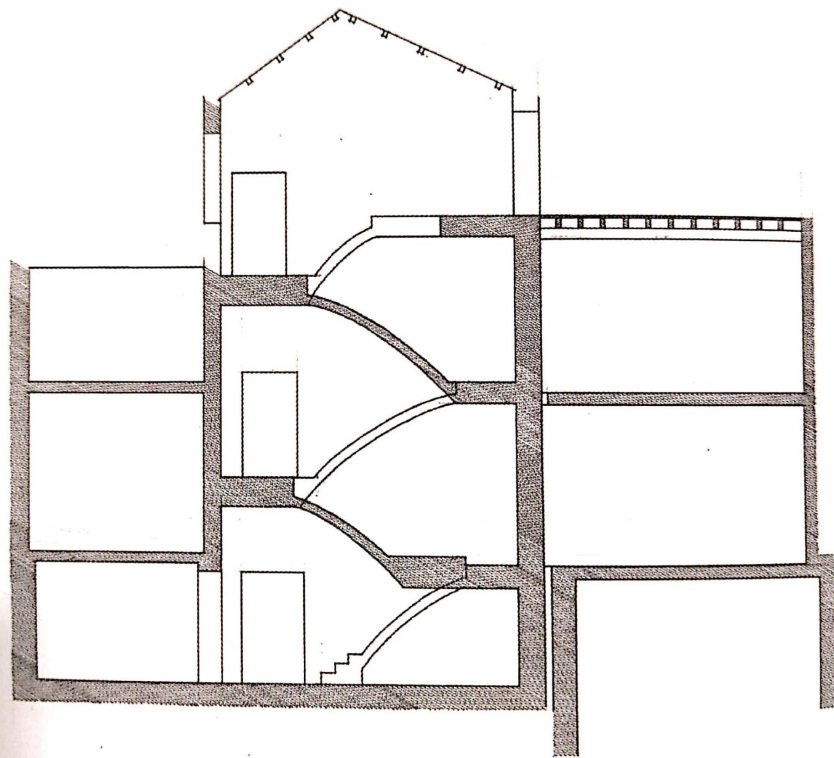
Tras la destitución del arquitecto municipal, Francisco León Meler es designado como su sucesor y se le atribuye el papel principal en la rehabilitación y reconstrucción definitiva de las Casas Colgadas, tal y como se presentan en la actualidad. El éxito del proceso de reconstrucción dependió de las decisiones tomadas por los alcaldes y las corporaciones locales, quienes mostraron un fuerte compromiso con la conservación de los barrios y monumentos más emblemáticos de la ciudad.

Encomendado con urgencia a Francisco León un informe sobre las Casas Colgadas, éste evaluó el estado de conservación y construcción de las mismas, centrándose en la casa de la bajada con alguna conexión indirecta con la casa del centro. En ese momento, no se consideró aún la casa de los escudos de Cañamares ni el museo, aunque se adaptarían posteriormente para satisfacer las nuevas necesidades, como la colección Zóbel. En los primeros años, los trabajos se enfocaron principalmente en la estructura, ya que el edificio estaba prácticamente en ruinas. Se construyó una nueva estructura interior, lo que permitió que en 1963 se establecieran los usos definitivos de las Casas Colgadas, como bar-restaurante y museo de etnología y pintura, tras la aparición de la idea de Zóbel y Torner de crear un museo en el lugar. (Muñoz, J. L., 1979)

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.4 Historia y características del Museo de Arte Abstracto Español

Estos planos fechados con seguridad nos permiten hacer referencia a muchos otros y conocer las primeras reflexiones y proceso de trabajo de Francisco León en relación a las Casas Colgadas, centrandó en un principio su atención en la casa de la bajada a San Pablo. Hay un cambio radical con respecto a los planos previamente mencionados, los cuales se atribuyeron a Francisco León como una simple actualización de los de Torrallas de 1958. En lo que respecta a la sección de la escalera, aparece invertida en comparación con la que se analizó anteriormente, ya que ahora se representa desde el vestíbulo de entrada, mientras que antes se mostraba desde el interior de la creación de Alcántara (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)



SECCION C-D

Ilustración 43: Sección Casas Colgadas, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

Por lo tanto, solo se pueden observar tres puertas verticales correspondientes a las entradas de las salas de 1928, así como el vano de comunicación con la habitación inferior del puente y el tramo de escaleras superior que conectaría con el ático de la casa central, aunque éste sería objeto de una reconstrucción profunda.

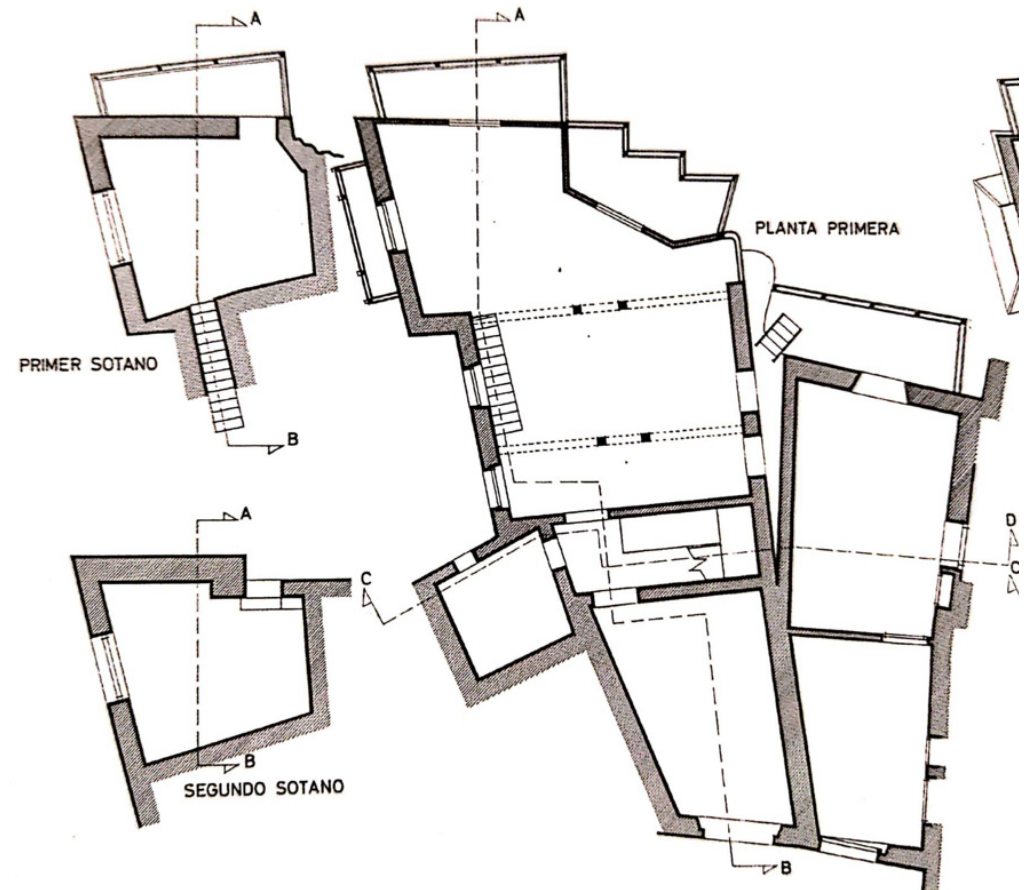


Ilustración 44: Planta baja Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.4 Historia y características del Museo de Arte Abstracto Español

Después de la reforma para convertir las Casas Colgadas en Museo de Arte Abstracto, se decidió separar la planta superior de las dos inferiores debido a los distintos usos que se le darían. Además, se tuvo en cuenta los niveles irregulares entre el pontido, la creación de Alcántara y la casa del centro. En cuanto a la planta del último piso de las dos casas, se pueden observar detalles interesantes. En los planos, la casa del centro aparece como en ruinas, con la pared hacia la hoz demolida y los pilares a la vista, lo que sugiere que los planos son anteriores al vaciado del inmueble y, por tanto, a la fundación del Museo de Arte Abstracto. En la habitación de la casa del centro que da a la calle, un vano abierto permite el acceso a la estancia colindante correspondiente a la casa de la bajada, y desde allí, otras puertas dan acceso al ámbito superior del pontido y a la nueva escalera que se prevé para el edificio de la bajada. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

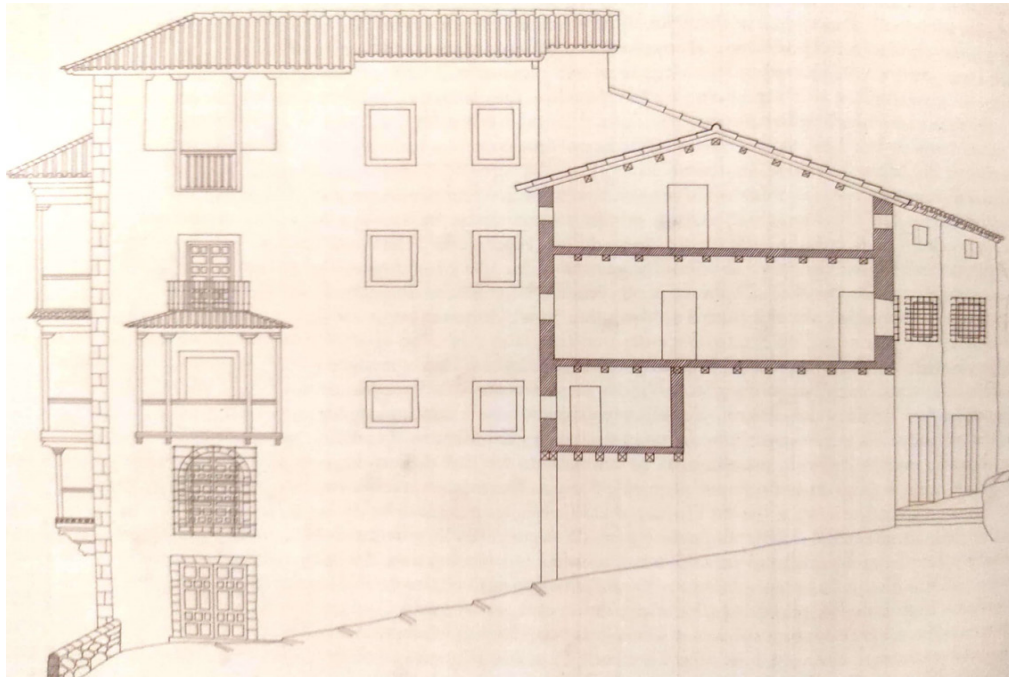


Ilustración 45: Sección Casas Colgadas, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

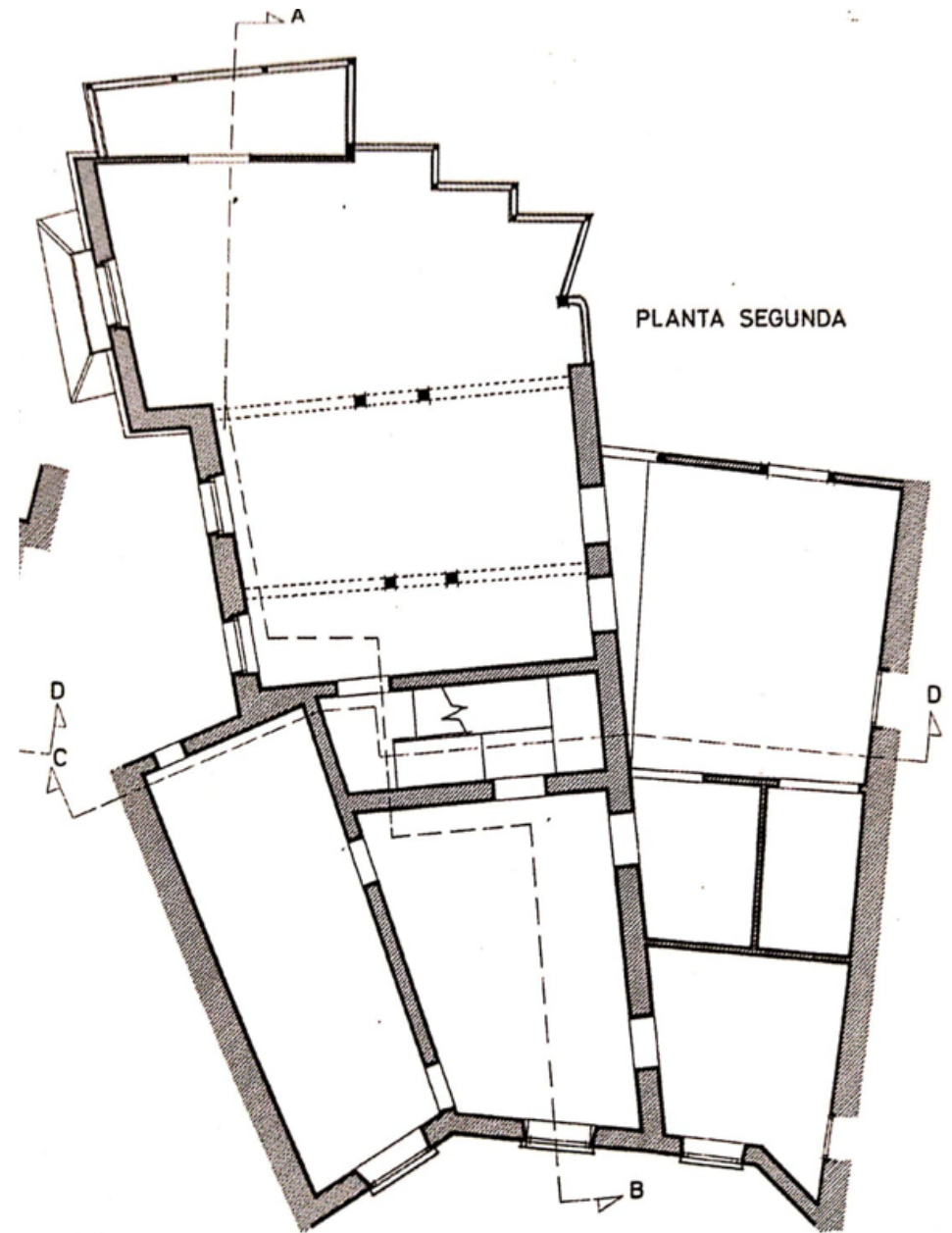


Ilustración 46: Planta primera Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.4 Historia y características del Museo de Arte Abstracto Español

Se puede deducir a partir de la información disponible que Francisco León estableció en 1962 un proyecto arquitectónico centrado en la casa de la bajada a San Pablo. Sin embargo, también existen algunas indicaciones de que se consideró una conexión directa con la casa del centro. Es interesante señalar que este proyecto se concibió antes de la construcción de la casa de los escudos de Cañamares y del conocimiento de la colección Zóbel, por lo que fue necesario adaptarlo a las nuevas necesidades surgidas el año siguiente. Además, la ubicación de la escalera en el proyecto final se encuentra más al fondo de la casa en ruinas, lo que permite que el zaguán amplíe su superficie en relación con el original. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

El artista Fernando Zóbel inició su colección de arte abstracto y decidió que debía ser expuesta al público en una casa adecuada. Inicialmente, buscó esta ubicación en una ciudad pequeña cerca de Madrid, pero no encontró ninguna adecuada en Toledo. Finalmente, descubrió las Casas Colgadas en la ciudad de Cuenca y se dio cuenta de que eran el lugar perfecto para su museo. Este proyecto, que antes se había llamado "el proyecto de Toledo", se convirtió en el embrión del futuro Museo de Arte Abstracto Español. (AA. VV., 2006)



Ilustración 47: Entrada del Museo de arte Abstracto Español hacia 1966. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

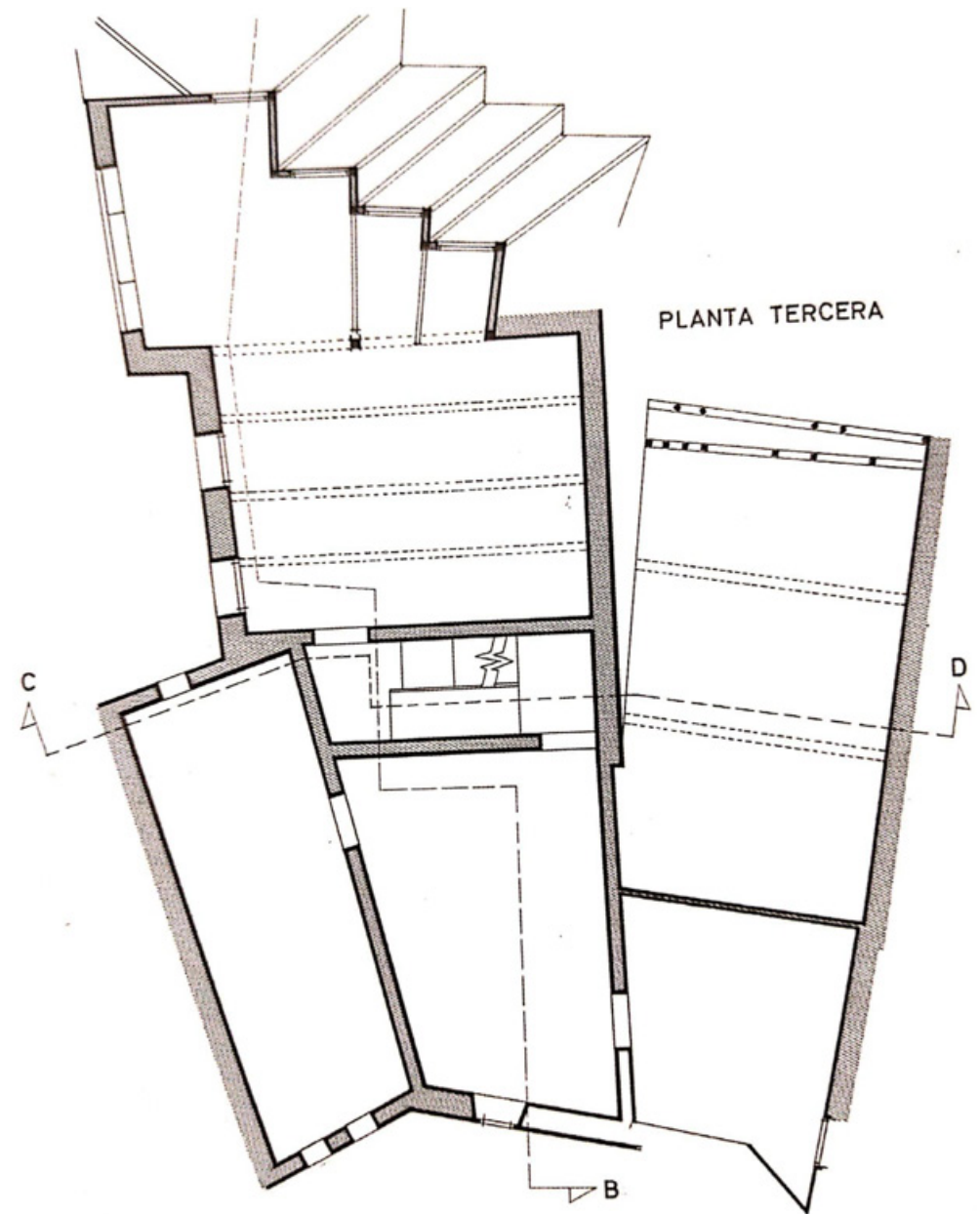


Ilustración 48: Planta primera Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.4 Historia y características del Museo de Arte Abstracto Español

Zóbel comprendió rápidamente el potencial de la combinación entre el edificio y la colección, y cambió su objetivo de encontrar una casa donde vivir y compartir sus obras para crear un museo que estuviera abierto al público. En 1963, tras varias reuniones entre Zóbel y su equipo y el Ayuntamiento de Cuenca, se permitió que Francisco de León planteara el primer boceto del Museo de Pintura Moderna en las Casas Colgadas. En los años siguientes, Zóbel bocetó las casas para León con el fin de aprovechar al máximo el espacio de las salas. En ese momento, el museo no incluía la Casa de los Escudos, sino únicamente las Casas de la Bajada y la del Centro. (Merino Fernández, C. 1991).

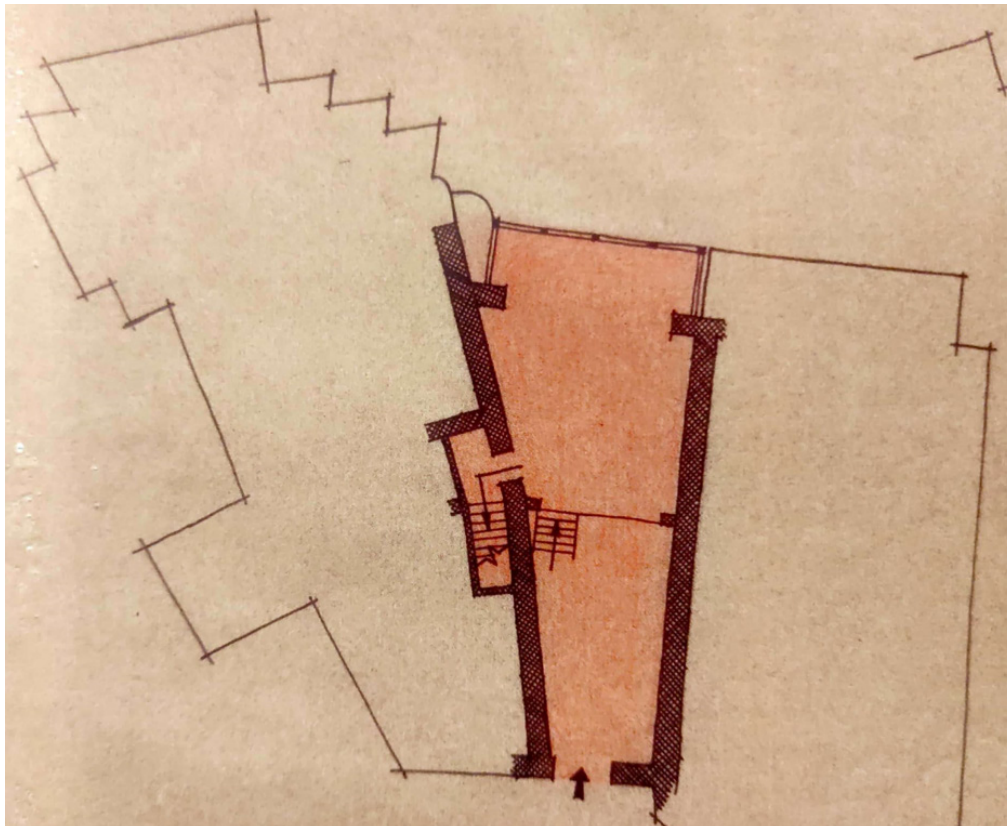


Ilustración 49: Planta baja Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

En 1965, Francisco León Meler tomó la decisión de dejar de ser arquitecto municipal, un año antes de la inauguración del Museo de Arte Abstracto Español en las Casas Colgadas de Cuenca. Fue sucedido por Fernando Barja, quien asumió la responsabilidad de la restauración de las Casas Colgadas. Antes de irse, León redactó un documento que detallaba los trabajos de rehabilitación llevados a cabo en la casa de la bajada, así como el anexo a la casa de Ana Jiménez, que se destinó a restaurante. También incluyó información sobre la restauración de la totalidad de la casa del centro y parte de la casa de los escudos. Este documento se redactó con el propósito de calcular los honorarios que no habían sido pagados en su momento. (Ibáñez Martínez, P. M., 2016)

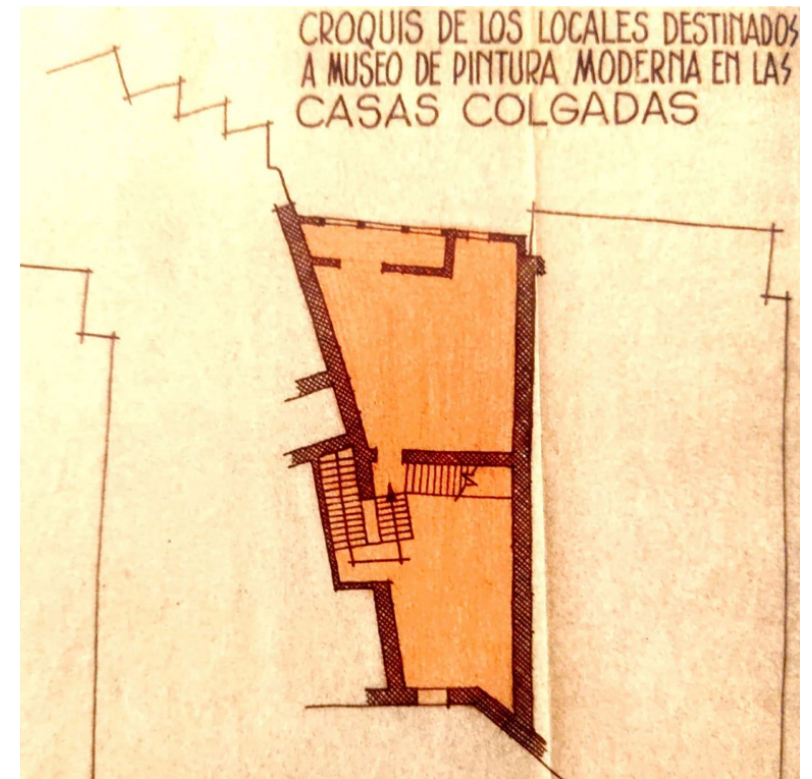


Ilustración 50: Planta primera Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.4 Historia y características del Museo de Arte Abstracto Español

En 1964, se realizó la rehabilitación de la última planta de la casa de los escudos de Cañamares, fusionando seis habitaciones en una gran sala. Tras la demolición de varios tabiques, la casa de los escudos quedó unida a la casa del centro, creando continuidad entre ambos espacios. Los escalones que separan los espacios en la gran sala marcan los desniveles que ya estaban presentes en la configuración primitiva del inmueble, tal como lo registró Torallas en 1958. Aunque la construcción es moderna, la primera planta es el único fragmento de la fachada que remite con casi total certeza a la imagen original, siguiendo la organización de la fachada de las dos primeras plantas que también se basa en los diseños de Torallas, aunque levantándose desde la cota primitiva. Fernando Barja se encarga de los últimos trabajos de rehabilitación de las Casas Colgadas después de la salida de Francisco León Meler. Aunque las obras estaban en pleno apogeo, todavía quedaban pendientes los dos primeros pisos de la Casa de los Escudos de Cañamares, que estaban destinados a ser parte del Museo Etnológico. En 1966, Fernando Zóbel se convierte en el director del museo y escribe una carta al alcalde solicitando la cesión de estas dos plantas para completar y ampliar los espacios expositivos. (AA. VV., 2006)

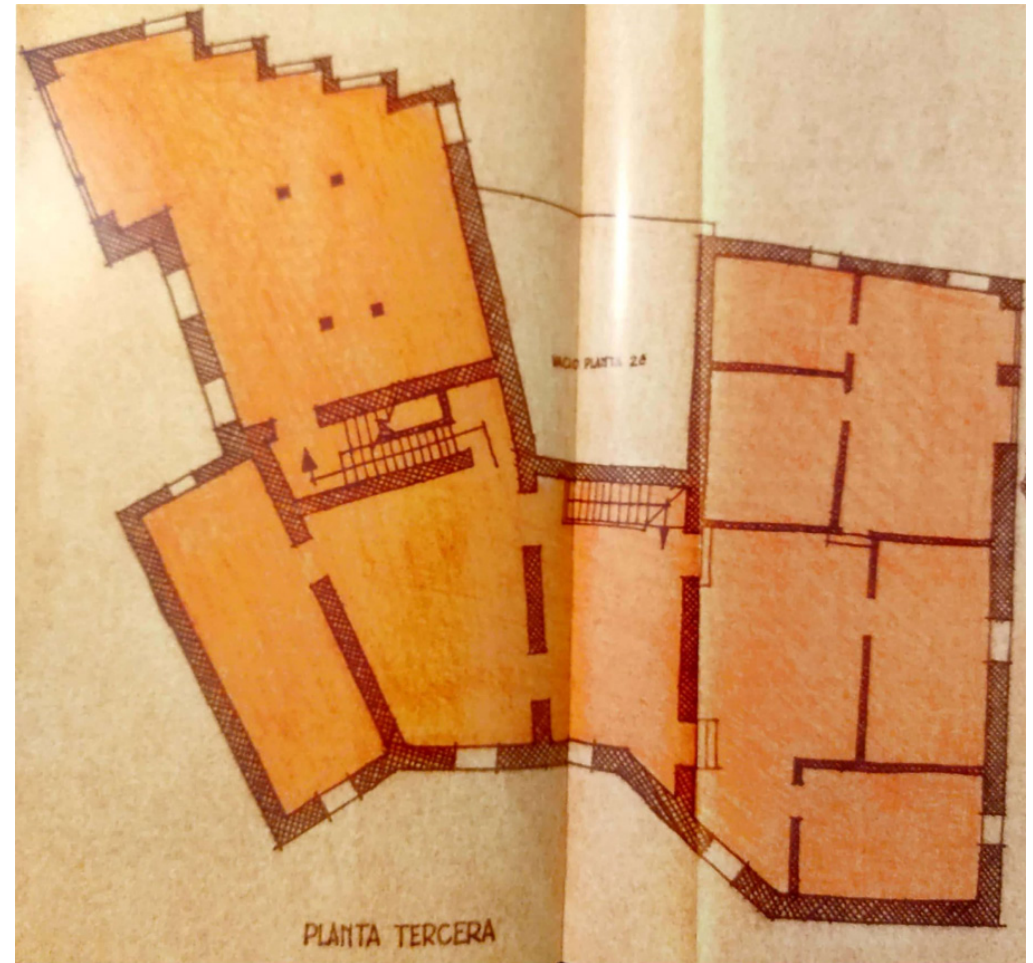


Ilustración 51 Planta segunda Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.4 Historia y características del Museo de Arte Abstracto Español

El representante del Museo Etnológico argumenta que cediendo las dos plantas de la Casa de los Escudos al museo, se completaría el circuito de visitas sin tener que retroceder sobre sus pasos, creando un sentido de tránsito completo. Además, se consideraría la presencia de elementos artísticos en estos pisos para crear un contraste entre lo antiguo y lo moderno. El ayuntamiento, al conocer estos testimonios, decide conceder la ampliación del museo de Zóbel, que también podría utilizar el espacio en caso de necesitarlo. Con la restauración llevada a cabo por Fernando Barja, los visitantes pueden bajar por la escalera isabelina de la Casa de los Escudos, que desemboca en el vestíbulo de entrada del museo, situado en la Casa del Centro. La fachada se mantiene en gran medida como lo hizo Torallas, y la zona añadida cuenta con los elementos patrimoniales más significativos de toda la manzana. En la primera planta, hay restos de un mural del siglo XVI junto a la escalera isabelina que necesitarían un alto nivel de rehabilitación. (Merino Fernández, C., 1991).

El Museo de Arte Abstracto Español se inaugura el 5 de febrero de 1966 con la presencia de personalidades notables como Manuel Fraga, el obispo de la época y el alcalde. Fernando Barja fue el encargado de construir la plaza de las Casas Colgadas y, una década después, realizó un nuevo edificio adosado a la Casa de los Escudos para ampliar los espacios expositivos del Museo de Arte Abstracto. Este nuevo edificio se ubicó en un solar resultante de la adquisición por parte del ayuntamiento de dos edificaciones de escasa presencia que, en su momento, pertenecían al bachiller. Existen imágenes antiguas que demuestran que hacia 1920 las casas colindantes a las Casas Colgadas habían sido destruidas, incluyendo muchas otras del barrio de San Martín. La edificación lindante a la Casa de los Escudos era el corral que en ese momento pertenecía a Gerardo Herráiz, maderero de Cuenca. (Torre, A. De la. 2006).

El nuevo edificio se inauguró el 26 de octubre de 1978 y permitió a Fernando Zóbel lograr su objetivo de ampliar el espacio del museo. Aunque la construcción generó cierta controversia, ya que algunos consideraron que alteraba negativamente el equilibrio entre la arquitectura y el paisaje y que la portada del siglo XVI que se le había añadido destacaba demasiado en contraste con la arquitectura popular conquense. Aun así, la ampliación logró triplicar el espacio anterior y generó un recorrido circular que se conectaba con las Casas Colgadas. (Torre, A. De la. 2006).



Ilustración 52: Entrada Casas Colgadas hacia 1962-1964. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 306

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.4 Historia y características del Museo de Arte Abstracto Español

Después de años de trabajo en la rehabilitación y ampliación del Museo de Arte Abstracto, Fernando Zóbel se aseguró de que sus colecciones artísticas y el museo mismo tuvieran una continuidad asegurada. Envío una carta al alcalde expresando su deseo de donar sus obras a la Fundación Juan March, con el objetivo de garantizar la permanencia y el legado del museo. El alcalde aprobó la petición y oficializó el traspaso de los locales de las Casas Colgadas a la Fundación, estableciendo los mismos requisitos que se habían acordado anteriormente con Fernando Zóbel. (Torre, A. De la.,2006).

En 1981, la Fundación Juan March se convirtió en la titular del arrendamiento de los locales del museo y ha mantenido el compromiso de preservar y promocionar el legado artístico de Zóbel. En 2016, con motivo del quincuagésimo aniversario del museo, se llevó a cabo una restauración completa del mismo. (Muñoz Calero, I., 2017) Además, el mesón adyacente al museo también ha sido sometido a un proceso de rehabilitación y ha abierto sus puertas de nuevo en 2022.



Ilustración 53: Entrada Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español en la actualidad. Fuente: archivo del autor



Ilustración 54: Casas Colgadas y su ampliación en la actualidad. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 306

3. CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

3.4 Historia y características del Museo de Arte Abstracto Español



CRONOLOGÍA CASAS COLGADAS Y EL MUSEO DE ARTE ABSTRACTO ESPAÑOL

4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA

4.1 Selección de contenido

En el marco de la investigación, se ha elegido recrear las antiguas Casas Colgadas de Cuenca en su apariencia original, antes de ser objeto de rehabilitaciones que transformaron su imagen y entorno. La recreación de estas antiguas estructuras permitirá a los usuarios de la aplicación sumergirse en el pasado y experimentar cómo eran en realidad, considerando que a lo largo de la historia han sufrido varias intervenciones y cambios. Este contenido se considera un punto de partida apropiado para la aplicación, ya que su desarrollo y programación no es muy complejo, a diferencia de los contenidos que implican audios, animaciones y videos.

Además, la selección de este contenido es relevante desde el punto de vista histórico y patrimonial, ya que las Casas Colgadas son uno de los monumentos más emblemáticos de la ciudad de Cuenca y constituyen un ejemplo destacado de la arquitectura popular de la época medieval. La recreación de estas casas en su estado original permite a los usuarios apreciar detalles que en la actualidad han desaparecido o han sido alterados, como la disposición original de las ventanas, las formas y colores de las fachadas, entre otros aspectos.

También, al tratarse de un monumento histórico, es importante respetar su valor patrimonial y su historia, por lo que recrear su apariencia original es una forma de preservar la memoria histórica de este edificio para las generaciones futuras. También es una forma de promover la educación patrimonial, ya que se puede utilizar esta recreación para explicar la historia y la evolución de las Casas Colgadas.

Otro aspecto importante de la selección de este contenido es que permite a los usuarios comprender la evolución histórica y arquitectónica de las Casas Colgadas y su entorno a lo largo del tiempo. La visualización de la estructura original de las casas, en contraste con su aspecto actual, facilita la comprensión de las diferentes fases de construcción y rehabilitación que han experimentado estas construcciones a lo largo de su historia.

En resumen, la selección cuidadosa del contenido en una experiencia de realidad aumentada es esencial para lograr el éxito de la misma y promover la educación y preservación del patrimonio arquitectónico. En el caso de las Casas Colgadas, la recreación de su apariencia original a través de la tecnología de realidad aumentada ofrece una oportunidad única para que los usuarios puedan explorar y comprender mejor la historia y la arquitectura de este emblemático monumento, al mismo tiempo que contribuye a la valorización del patrimonio cultural y arquitectónico de la ciudad de Cuenca. Es importante proporcionar información detallada sobre el monumento y su contexto histórico para enriquecer la experiencia del usuario y respetar el valor patrimonial de las Casas Colgadas.

En definitiva, la tecnología de realidad aumentada ofrece una herramienta innovadora para la educación y la conservación del patrimonio arquitectónico y cultural, y su implementación cuidadosa puede tener un impacto significativo en la valorización y divulgación del patrimonio cultural para las generaciones futuras.

4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA

4.2 Desarrollo de contenidos digitales

Como punto de partida para el desarrollo de contenidos digitales sobre las Casas Colgadas, se ha realizado un estudio previo del entorno a través de varias visitas a las edificaciones, en colaboración con el Museo de Arte Abstracto Español. Sin embargo, no se ha podido acceder a todas las partes del conjunto, debido al cierre temporal de la planta baja de la Casa de la bajada y la casa de Ana Jiménez por la rehabilitación del mesón-restaurant. Durante estas visitas, se ha puesto especial atención en aquellos elementos relevantes para la comprensión de la historia, los espacios, niveles, geometrías y formas de las Casas Colgadas. Además, se ha recopilado una serie de imágenes que permitirán obtener información adicional posteriormente y generar comparativas entre los espacios y zonas actuales y los anteriores. Estos datos servirán de base para el desarrollo de contenidos digitales interactivos y dinámicos que permitan una experiencia inmersiva y enriquecedora de las Casas Colgadas.



Ilustración 55: Sala 2 de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español Fuente: Elaboración del autor



Ilustración 56: Sala 9 de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español. Fuente: Elaboración del autor



Ilustración 57: Sala 7 de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español Fuente: Elaboración del autor

4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA

4.2 Desarrollo de contenidos digitales

Para continuar con la investigación y el desarrollo de contenidos digitales, se ha recopilado una amplia colección de fotografías actuales y antiguas de las Casas Colgadas. Durante las visitas al museo se han recolectado fotografías actuales del conjunto arquitectónico para obtener toda la información disponible sobre la estructura y sus detalles. Además, se ha realizado una investigación en profundidad en el plano histórico, a través de la recopilación de imágenes, desde la fotografía más antigua del conjunto arquitectónico, realizada en 1565 por el pintor flamenco Anton Van den Wingaerde, hasta las únicas fotografías del interior que existen del conjunto histórico. Aunque son escasas las fotografías del interior en comparación con las del exterior, se han recopilado algunas imágenes para poder realizar una comparativa de algunos de los espacios interiores y su evolución a lo largo del tiempo. En definitiva, se han reunido todas las fotografías posibles para tener una visión completa y detallada de las Casas Colgadas, tanto en su estado actual como en su evolución histórica.



Ilustración 60: Vestíbulo y sala 1 del museo hacia 1965. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español



Ilustración 61: Escalera gótica y primera planta de la casa de los escudos hacia 1964. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español



Ilustración 58: Escalera gótica de la planta superior de la casa de los escudos en la actualidad. Fuente: Elaboración por el autor



Ilustración 59: Escalera gótica de la planta superior de la casa de los escudos hacia 1964. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español.

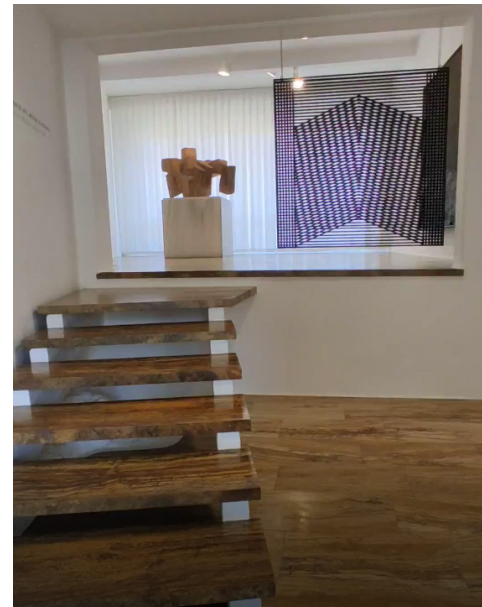


Ilustración 62: Vestíbulo y sala 1 del museo en la actualidad. Fuente: Elaboración por el autor

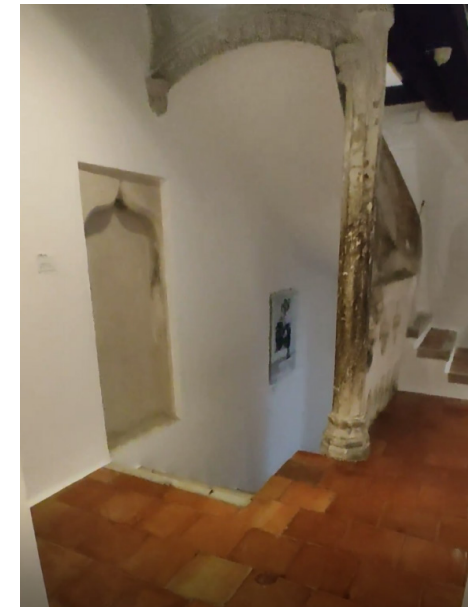


Ilustración 63: Escalera gótica de la primera planta de la casa de los escudos en la actualidad. Fuente: Elaboración por el autor

4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA

4.2 Desarrollo de contenidos digitales

En el proceso de recopilación de información para la creación de contenidos digitales, no solo se han recolectado imágenes, sino que también se han buscado planos existentes de diferentes años. Estos planos han sido analizados con el objetivo de comprender el estado original de las Casas Colgadas y entender cómo los espacios del Museo de Arte Abstracto Español fueron distribuidos en algún momento para crear una de las arquitecturas domésticas más icónicas de la ciudad, donde varias familias vivieron. Los planos encontrados corresponden en su mayoría a los distintos arquitectos mencionados, con sus respectivos proyectos hasta que se concluyeron las obras. También se han incluido algunos dibujos y alzados explicativos del estado en que se encontraban las casas en diferentes épocas, lo que ha permitido tener un mayor alcance en la comprensión de la evolución del conjunto arquitectónico.

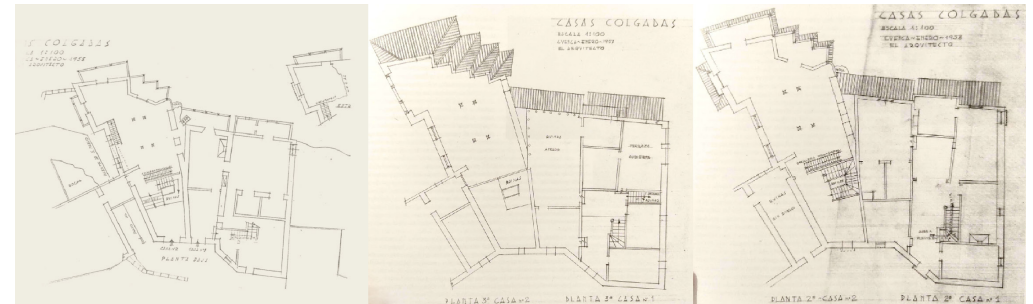


Ilustración 65: Planta baja, primera y segunda de las Casas Colgadas intervención de Fernando Alcántara. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

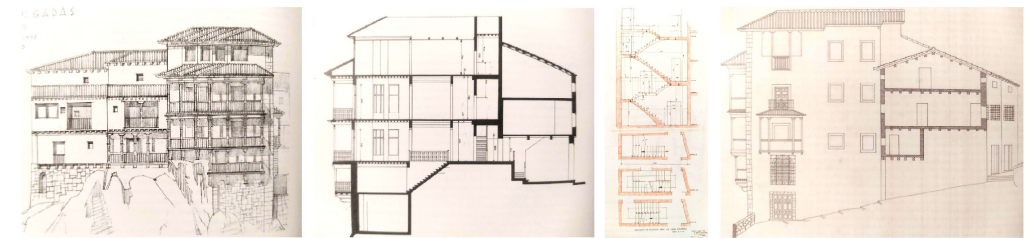


Ilustración 66: Alzado y secciones de las Casas Colgadas intervención de Fernando Alcántara. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

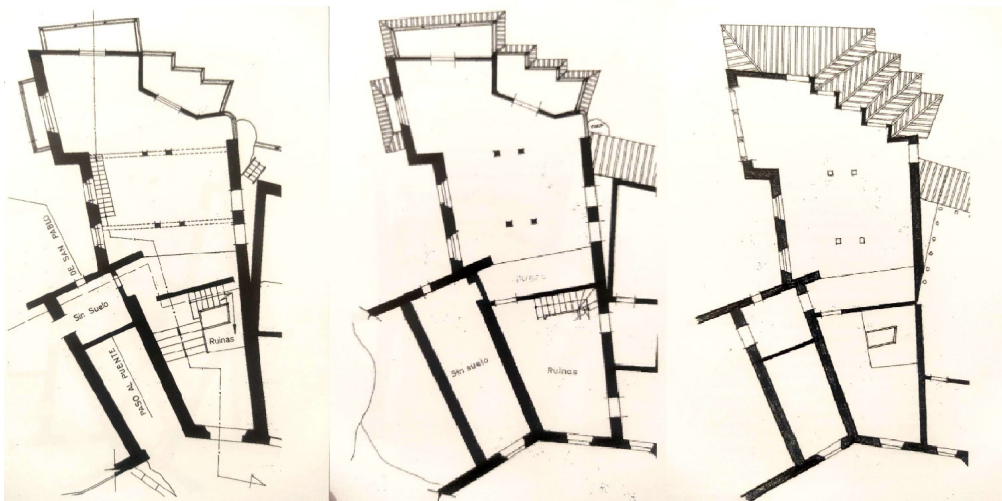


Ilustración 64: Planta baja, primera y segunda de la casa la bajada a San Pablo, según F. León antes de la intervención. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 141

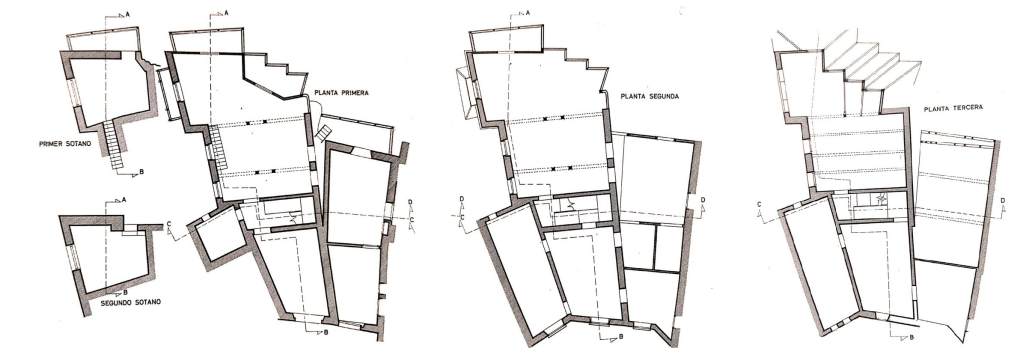


Ilustración 67: Planta baja, primera y segunda Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA

4.2 Desarrollo de contenidos digitales

Para crear contenidos digitales en tres dimensiones, es fundamental contar con una base planimétrica en dos dimensiones. En este estudio se han recreado los planos originales de las Casas Colgadas cuando aún funcionaban como viviendas. Para lograrlo, se ha hecho uso de la historia del conjunto arquitectónico, que ha permitido entender la evolución del mismo desde su uso original como viviendas hasta la creación del Museo de Arte Abstracto Español. Además, se han recopilado planos y analizado imágenes para reconstruir hipotéticamente la distribución interior de las viviendas según su forma geométrica original.

Se ha obtenido acceso a los planos de la rehabilitación del actual mesón-restaurante Casas Colgadas, llevada a cabo por el estudio Redondo Arquitectos. Esto ha permitido obtener una mayor comprensión de las dimensiones y medidas del conjunto histórico.

Para llevar a cabo este proceso, se ha utilizado el programa de dibujo AutoCAD para obtener un archivo .dwg, que es compatible con muchos programas de modelado tridimensional. A partir de este archivo se ha creado una plantilla de dibujo que funciona como guía para el levantamiento en tres dimensiones. Para ello, se ha utilizado el programa Revit, que permite diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico.



Ilustración 68: Alzados actuales de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español. Fuente: Elaboración por el autor

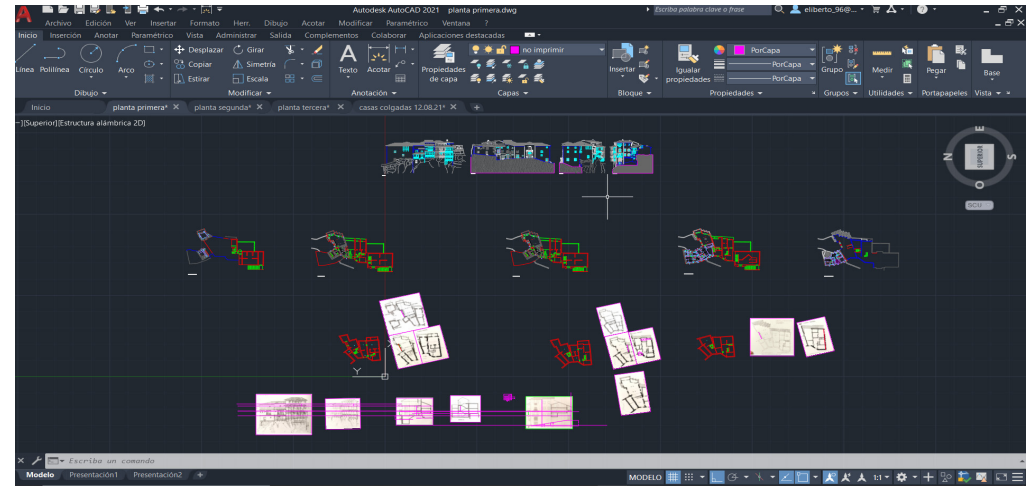


Ilustración 69: Interfaz AutoCAD con proceso de planimétrica. Fuente: Elaboración por el autor

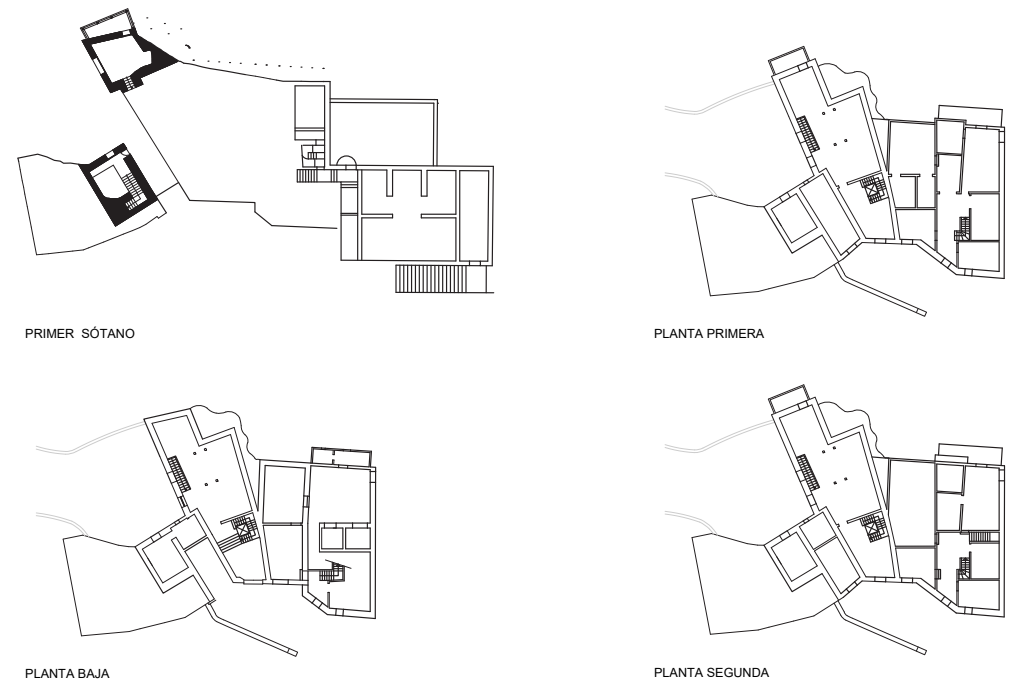


Ilustración 70: Base planimétrica planta sótano, baja, primera y segunda de las Casas Colgadas como arquitectura doméstica. Fuente: Elaboración por el autor

4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA

4.2 Desarrollo de contenidos digitales

En el caso específico de las Casas Colgadas, la geometría juega un papel clave debido a sus características voladizas que se extienden hacia el río Huécar. En el proceso de modelado tridimensional de estas casas, se utiliza el programa Revit, que nos permite trabajar de manera precisa y eficiente con las formas geométricas. A través de la plantilla elaborada en AutoCAD, se desarrolla el modelado en Revit, enfocándonos en crear los suelos y muros de cada nivel con gran detalle.

En este proceso, se presta especial atención a los detalles de los huecos de las ventanas y terrazas, y a los marcos de madera que los caracterizan. La recreación hipotética de los planos de las Casas Colgadas de 1895 se realiza con consideración de la falta de documentación y medidas precisas sobre la distribución del interior y la materialidad del conjunto. La representación tridimensional de las formas geométricas de las Casas Colgadas permite una visualización detallada de cada ángulo, curva y forma, lo que facilita la comprensión de su estructura y distribución espacial.

El modelado en Revit también nos permite incorporar detalles de diseño en cada uno de los elementos, como molduras, columnas y otros elementos decorativos, lo que enriquece aún más la representación tridimensional de las formas geométricas de las Casas Colgadas. Una vez completado el modelado, se pueden generar planos y secciones que muestran con gran detalle la geometría y las formas de las Casas Colgadas, lo que resulta útil para el análisis de la estructura y el diseño del conjunto, así como para la documentación y la comunicación de los resultados del proyecto.

En resumen, el uso de programas de modelado tridimensional como Revit nos permite trabajar de manera más precisa y eficiente con las formas geométricas, lo que facilita la comprensión de la arquitectura y el diseño de cualquier conjunto arquitectónico que queramos analizar o recrear. En el caso de las Casas Colgadas, el modelado tridimensional nos permite apreciar la geometría y las formas que las hacen únicas, lo que resulta en una representación detallada y precisa de uno de los conjuntos arquitectónicos más emblemáticos de España.

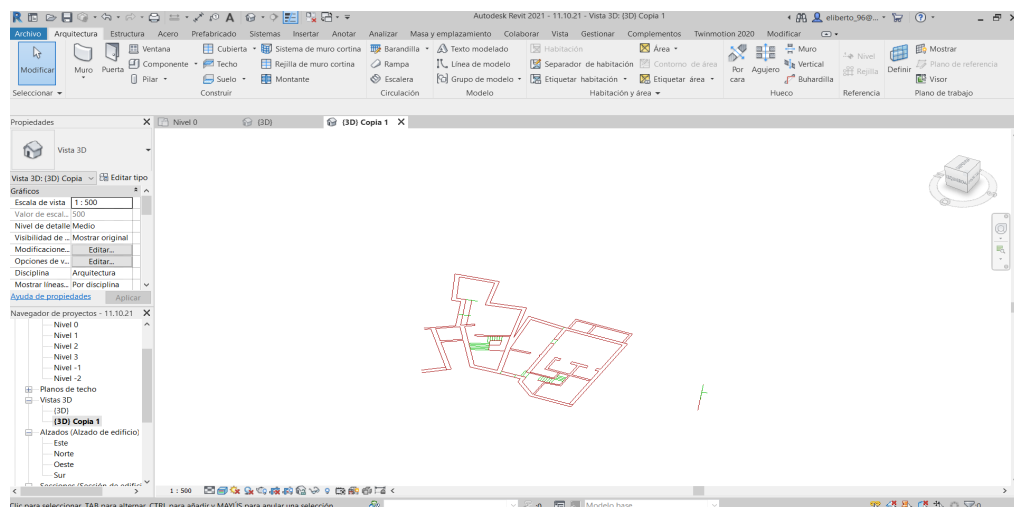


Ilustración 71: Introducción de la planimetría de AutoCAD en revit. Fuente: Elaboración por el autor

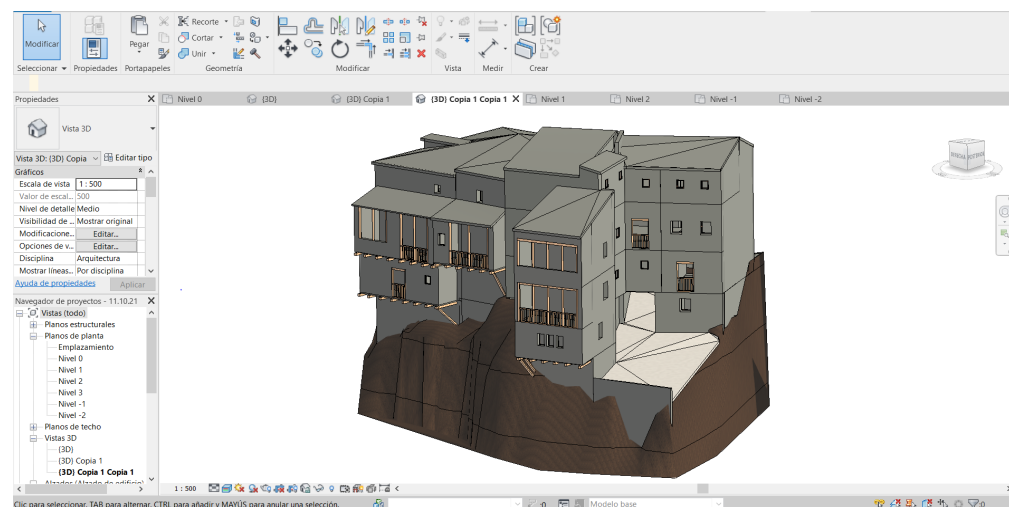


Ilustración 72: Modelado 3d de las Casas Colgadas desde Revit. Fuente: Elaboración por el autor

4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA

4.2 Desarrollo de contenidos digitales



Ilustración 73: Recreación de las Casas Colgadas como arquitectura doméstica Fuente: Elaboración por el autor



Ilustración 75: Fotografía de las Casas Colgadas hacia 1895. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español.



Ilustración 74: Recreación de las Casas Colgadas como arquitectura doméstica Fuente: Elaboración por el autor



Ilustración 76: Fotografía de las Casas Colgadas como arquitectura doméstica. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español.

4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA

4.3 Selección de herramientas y tecnologías

Para llevar a cabo este proyecto, es esencial contar con un software y un entorno de desarrollo específicos. La creación de la aplicación para el patrimonio requiere de un API y un SDK específicos que se adapten a la plataforma elegida. En nuestro caso, dado que la aplicación se desarrollará para un dispositivo móvil con sistema operativo Android, es necesario seleccionar un API que sea compatible con esta plataforma. Además, para crear una aplicación de realidad aumentada, es necesario utilizar un software especializado que permita el reconocimiento de objetos a través de la cámara integrada en el dispositivo y que active un modelo en 3D en la pantalla. En este sentido, podemos descargar el kit de desarrollo de software o SDK de Vuforia desde su página web. Este SDK es compatible con diferentes entornos de desarrollo y nos permitirá desarrollar aplicaciones para Windows UWP, Android o iOS.

Vuforia fue creada por Qualcomm, una empresa diseñadora de microprocesadores, para competir en el campo de la realidad aumentada. Aunque tuvo dificultades financieras, fue adquirida por PTC, quien la convirtió en una de las herramientas líderes en realidad aumentada en la actualidad. Esta plataforma cuenta con una gran cantidad de clientes, incluyendo empresas de renombre como Disney, Mercedes y McDonald's, entre otros.

Para la realización de este proyecto, se ha escogido Unity como el medio de desarrollo debido a su facilidad de uso y su capacidad multiplataforma. Este software funciona con un sistema mixto de programación que combina el compilador de Visual Studio con un entorno de diseño en 3D, lo que facilita el aprendizaje y lo hace menos complicado que otros entornos para trabajar con realidad aumentada.

Unity fue originariamente creado como un motor de desarrollo de videojuegos por Unity Technologies. Sin embargo, más tarde lanzaron su plataforma Unity, lo que permitió a una gran comunidad de desarrolladores lanzar sus diseños utilizando su motor. Actualmente, Unity es el motor de videojuegos más utilizado en todo el mundo y supera a otros más antiguos en el ámbito de videojuegos, como Cry Engine o Unreal Engine. Además, el motor Unity permite crear aplicaciones gratuitamente, lo que ha generado un enorme mercado de desarrolladores independientes y una comunidad activa que ayuda a compartir errores y solucionarlos. Este interés por utilizar Unity tiene cada vez más auge, no solo en el sector de los videojuegos, sino también en otros ámbitos, como la ingeniería, la arquitectura, la construcción y el campo automotriz. Marcas como Audi y empresas de animación como Disney también lo utilizan en sus proyectos.



Ilustración 77: Iconos de Unity y Vuforia para ayudar a la educación a través de la realidad aumentada. Fuente: Unity Technologies. Unity. <<https://unity.com/es>>

4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA

4.3 Selección de herramientas y tecnologías

Para la elección de los programas que se utilizaron en la creación de la aplicación de realidad aumentada para las Casas Colgadas, se tuvieron en cuenta varios factores. Uno de ellos fue la popularidad y la reputación que tienen ambos programas en sus respectivos campos. La amplia presencia en el mercado de Unity y Vuforia hizo que fuera más fácil encontrar recursos de aprendizaje y documentación útiles, como foros, guías de uso, tutoriales y videos explicativos. Esto permitió ahorrar tiempo y costos en la elaboración de la aplicación, ya que se pudo basar en información ya existente y resolver cualquier problema o dificultad que surgiera de manera más eficiente.

Además, la elección de estos programas permitió desarrollar una aplicación multiplataforma para Android, iOS y Windows UWP. Unity, como motor de desarrollo de videojuegos, permite diseñar experiencias de realidad aumentada de alta calidad y con una gran cantidad de funcionalidades, mientras que Vuforia proporciona la tecnología necesaria para detectar objetos y mostrar modelos 3D sobre ellos. En resumen, la elección de Unity y Vuforia para la creación de la aplicación de realidad aumentada de las Casas Colgadas fue una decisión acertada, ya que permitió un desarrollo eficiente y efectivo de la aplicación y una experiencia de usuario final satisfactoria.



Ilustración 78: Aplicación Realidad Aumentada realizada con Vuforia. Fuente: Blog emiliusvgs. <https://emiliusvgs.com/vuforia-studio/>



Ilustración 79: Videojuego Pokémon Go basado en la realidad aumentada y su localización. Fuente: Zero-ghan. Pokemongohub. <https://pokemongohub.net/>

4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA

4.4 Diseño de la experiencia

La ubicación del Museo de Arte Abstracto Español en las famosas Casas Colgadas del centro histórico de Cuenca, junto con su colección permanente y exposiciones temporales, hacen que la visita sea una experiencia cultural enriquecedora. Con el objetivo de mejorar aún más esta experiencia, se ha diseñado una aplicación que utiliza la tecnología de realidad aumentada. Para su desarrollo, se ha utilizado el SDK de Vuforia junto con la API de Unity y Visual Studio como compilador de código C#. Es importante destacar que este trabajo de investigación se enfoca en una propuesta de diseño de la aplicación y no se completará en su totalidad.

La aplicación se compone de diferentes escenas dentro de un mismo proyecto en Unity, que se activan de forma específica según las necesidades del usuario. La mayoría de estas escenas son navegables mediante botones incluidos en la aplicación, lo que permite el acceso a las diferentes secciones o retroceder a escenas anteriores. Las escenas están organizadas de acuerdo con su orden de aparición: la escena de inicio aparece cuando se inicia la aplicación y muestra una imagen fija durante 5 segundos; la escena del menú principal, que permite acceder a las diferentes secciones de la aplicación; la escena de entorno RA, que muestra animaciones en la pantalla cuando se escanea un objetivo de realidad aumentada en el museo y crea una nueva escena.

La primera escena que aparece al iniciar la aplicación es la pantalla de carga o de inicio, conocida en Unity como Opening. Esta imagen se muestra durante unos cinco segundos hasta que se carga la aplicación y se pasa a la siguiente escena, que es el menú principal.

Una vez iniciada la aplicación, se accede al menú principal, que se encuentra en la escena de Unity llamada MainMenú. Esta pantalla es la base para navegar por toda la aplicación y se pueden utilizar los botones que se encuentran en ella para acceder a las diferentes escenas. En la parte superior de la pantalla, aparece una imagen antigua de las Casas Colgadas de 1895 para proporcionar contexto histórico a los usuarios. Además, se encuentra el nombre de la aplicación. A la izquierda se encuentran los botones que permiten acceder a las diferentes partes de la aplicación, estos botones son: cámara, actividades, el museo e información.

Al pulsar el botón de cámara, se accede a la realidad aumentada, donde aparece el contenido digital desarrollado anteriormente. El botón de actividades se encuentra deshabilitado en la primera versión de la aplicación ya que estas actividades se llevan a cabo en el museo. El botón del museo sirve para volver a la pantalla de menú principal del museo. Por último, el botón información contiene texto e información relevante sobre las Casas Colgadas, como su historia o información detallada sobre un elemento específico. Esta información se va añadiendo a medida que se interactúa con la aplicación en el museo.

4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA

4.4 Diseño de la experiencia

En el proyecto de Unity, la escena de realidad aumentada se llama AREnvironment y contiene todos los códigos necesarios para que la aplicación de realidad aumentada funcione en el dispositivo del usuario. Al pulsar el botón de cámara en el menú principal, se activa la cámara del dispositivo y el software de reconocimiento de Vuforia comienza a buscar objetivos de realidad aumentada del museo. Cuando la cámara localiza uno de estos objetivos, se activa un evento del contenido digital previamente elaborado, como un video, un audio o una animación, que se muestra sobre el elemento en el que el usuario está interactuando en las Casas Colgadas. La pantalla de la cámara ocupa toda la pantalla del dispositivo, pero hay dos componentes que aparecen en ella. Uno de ellos es un botón de flecha, que permite retroceder al menú principal en caso de que el usuario desee cambiar de escena. El otro es el logo de Vuforia, que aparece en la esquina inferior de la pantalla y no se puede eliminar debido al uso de una licencia gratuita. Si se desea quitar este logo, es necesario adquirir una licencia de pago.



Ilustración 80: Las Casas Colgadas, hacia 1905 (izqda.) y después de su remodelación de 1966 (dcha.). Fuente: Elaboración por el autor a partir de las fotografías de la Colección Fundación March.

Los visitantes del museo siguen un recorrido previamente programado, por lo que la ubicación de las balizas o los objetivos de realidad aumentada se ha planificado siguiendo este mismo itinerario de forma intencional. Esto asegura que los visitantes no se desvíen del camino preestablecido y favorece la circulación de los usuarios. El contenido de la aplicación se muestra en función del recorrido que se está siguiendo en el museo. El itinerario del museo es fácil de seguir ya que tiene un sentido único y las salas están numeradas. La visita comienza en la casa del centro en la planta baja, desde donde se accede a la primera planta de la misma casa y a continuación a la casa de la bajada, llegando a la sala 4.



Ilustración 81: Planta baja de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español. Fuente: Elaboración por el autor a partir de las fotografías de la Colección Fundación March.

4. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA

4.4 Diseño de la experiencia

Luego se sigue subiendo hasta la última planta, donde se encuentran las tres viviendas conectadas entre sí. El recorrido finaliza bajando por la casa de los escudos, que tiene un trayecto laberíntico debido a la ampliación de 1978, lo que aumenta la distancia para bajar cada planta. El itinerario termina en la planta baja de la casa de los escudos, que está conectada en esta planta con la casa del centro, justo en la entrada del museo. Este recorrido tiene un único sentido y si se hubiera planeado otro itinerario para la aplicación, habría ocasionado dificultades a la hora de ejecutarla.

Durante la visita al Museo de Arte Abstracto Español, los visitantes pueden encontrar imágenes estratégicamente ubicadas en las diferentes salas. Estas imágenes funcionan como marcadores específicos para que el visitante pueda encontrar los puntos de realidad aumentada. Cada marcador de realidad aumentada debe pasar por un proceso de reconocimiento de imagen para activar el evento correspondiente. Afortunadamente, el software de Vuforia y Unity simplifica este proceso al proporcionar herramientas fáciles de usar y seguir un método común. Antes de comenzar el desarrollo del reconocimiento de imágenes, es necesario introducir una imagen en la base de datos de Vuforia.



Ilustración 82: Planta primera de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español. Fuente: Elaboración por el autor a partir de las fotografías de la Colección Fundación March.

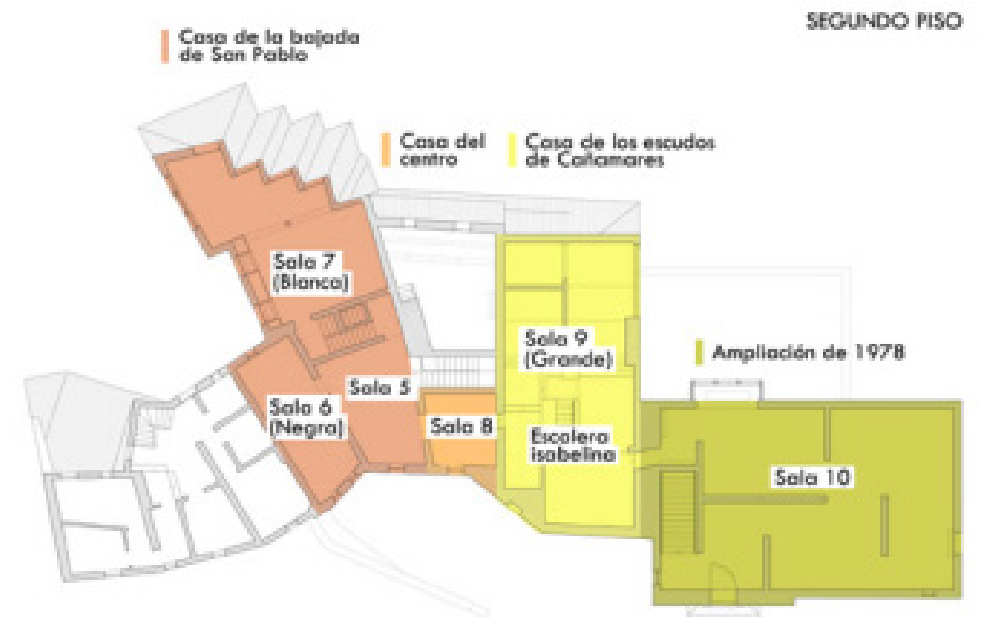


Ilustración 83: Planta segunda de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español. Fuente: Elaboración por el autor a partir de las fotografías de la Colección Fundación March.

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

5.1 Programación de la aplicación

En el contexto de la visita al Museo de Arte Abstracto Español, los usuarios tienen la oportunidad de interactuar con imágenes ubicadas en diferentes salas. Estas ilustraciones funcionan como marcadores específicos que permiten al visitante descubrir puntos de realidad aumentada. Para llevar a cabo el reconocimiento de estas imágenes, se utiliza el software Vuforia en conjunto con Unity, que proporciona herramientas fáciles de usar y un proceso estandarizado. Antes de comenzar el desarrollo de reconocimiento de imágenes, se debe incluir la imagen correspondiente en la base de datos de Vuforia.

Para iniciar la programación de la aplicación en Unity, es necesario crear un nuevo proyecto en el programa previamente instalado en el ordenador. Al abrir Unity, se presentan cinco opciones en la pantalla principal, incluyendo la posibilidad de acceder a proyectos previamente creados o a tutoriales para aprender a utilizar la herramienta. Para comenzar un proyecto desde cero, se selecciona la opción "New" y se elige la carpeta donde se desea guardar el proyecto junto con su nombre.

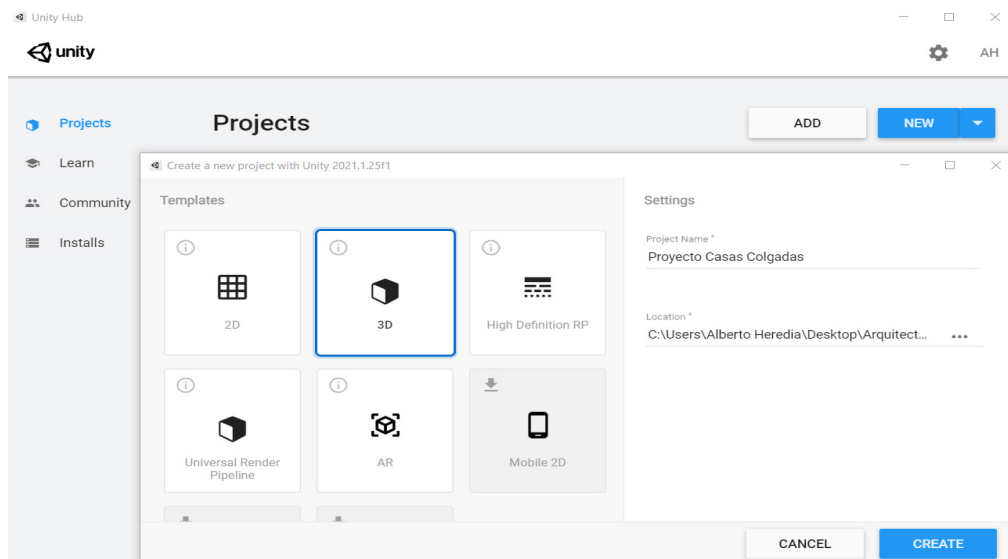


Ilustración 84: Pantalla inicial de Unity, creación de un nuevo proyecto en Unity. Fuente: Elaboración por el autor

Cuando se comienza un proyecto nuevo en Unity, se abre la pantalla principal del programa con el proyecto y una escena en la que se puede comenzar a trabajar. En este punto, se eliminan los elementos predefinidos de una cámara principal y una luz orientable, ya que estos elementos son utilizados para videojuegos y no son necesarios para la aplicación de realidad aumentada que se está desarrollando. En lugar de utilizar estas herramientas, se desea que la aplicación active únicamente la cámara del dispositivo y utilice la luz natural del museo.

Para utilizar las herramientas de Vuforia en Unity, es necesario activarlas. Esto se puede hacer en la carpeta de configuración de archivos "File-Build settings", donde se debe seleccionar la pestaña de configuración "Player settings" y activar la casilla de realidad aumentada a través de Vuforia.

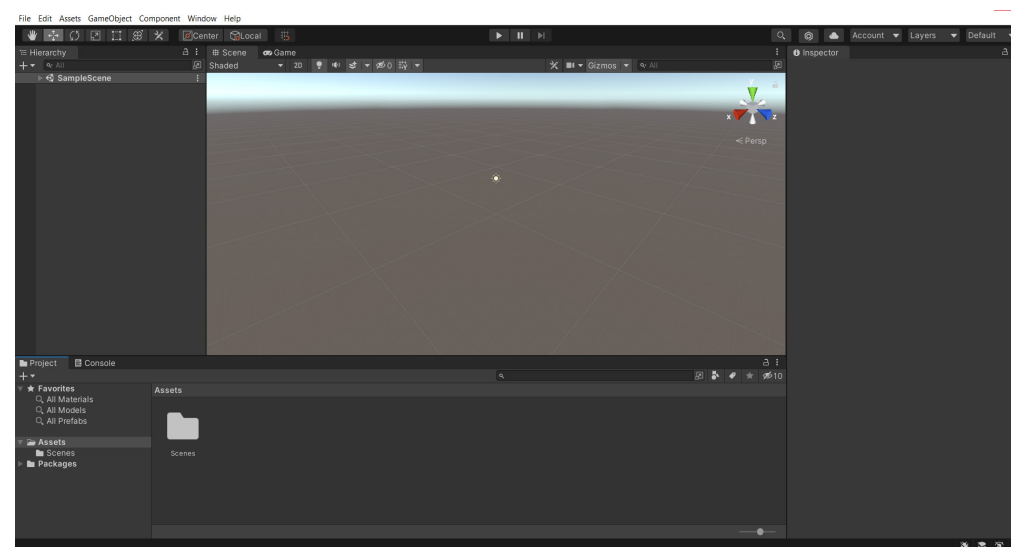


Ilustración 85: Interfaz de Unity. Fuente: Elaboración por el autor

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

5.1 Programación de la aplicación

La creación principal de cualquier aplicación de realidad aumentada es el “GameObject AR camera” del grupo de Vuforia. Este elemento activa la cámara del dispositivo y pone en marcha el software de reconocimiento de Vuforia. Al hacer clic en la casilla de este elemento, se abre una ventana en el menú de Unity que concede permiso para importar los elementos básicos de Vuforia en la carpeta “Assets” con el fin de que aparezcan en la escena actual la cámara de Vuforia.

Después de añadir el elemento “GameObject AR camera”, el siguiente paso es seleccionar la AR Camera y, en la casilla “Inspector”, hacer clic en la opción “Open Vuforia configuration”. Desde aquí, se pueden realizar cambios en la configuración de Vuforia para adaptarla a la aplicación en cuestión. En el caso de esta aplicación básica, no es necesario cambiar ningún componente ya que la configuración predeterminada funciona bien. Lo único que se debe agregar es la licencia de Vuforia que se está utilizando, lo cual se hace copiando la clave desde la página de Vuforia y añadiéndola a la configuración. También se debe agregar la base de datos que contiene las imágenes que se utilizarán en la aplicación, la cual se puede encontrar en la página de Vuforia.

Una vez hecho esto, el software tiene la capacidad de reconocer las imágenes que se encuentran en la base de datos especificada. Para colocar una imagen, se debe ir a “GameObject-Vuforia-Imagen” y aparecerá en la escena un elemento vacío con la imagen que se utilizará en el reconocimiento. En la pestaña de configuración de la imagen, que se encuentra en el “inspector”, se debe cambiar la casilla “Database” para incorporar la base de datos que se utilizará. Además, se debe agregar la imagen que se utilizará en la opción “Imagen Target”.

Con todo lo anterior, se completa el software de reconocimiento de imágenes y se puede proceder a comprobar si funciona correctamente. La forma más sencilla de hacerlo es agregar un objeto sencillo en 3D a la aplicación, lo que generará un evento para probar el reconocimiento. Para vincular el objeto con la imagen, se debe colocar el volumen dentro de la “Imagen Target” que se encuentra en la pantalla de la escena.

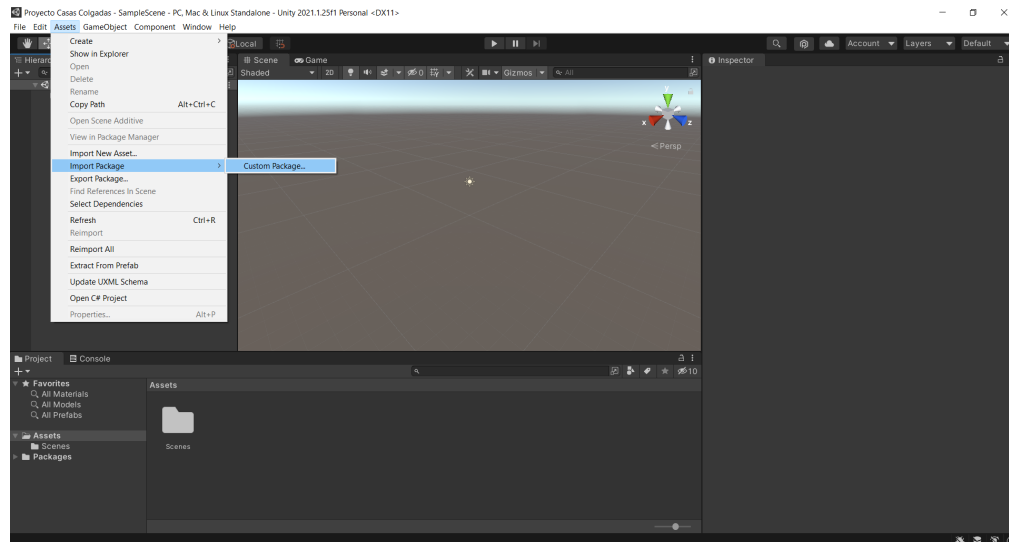


Ilustración 86: Adición del motor de Vuforia en Unity. Fuente: Elaboración por el autor

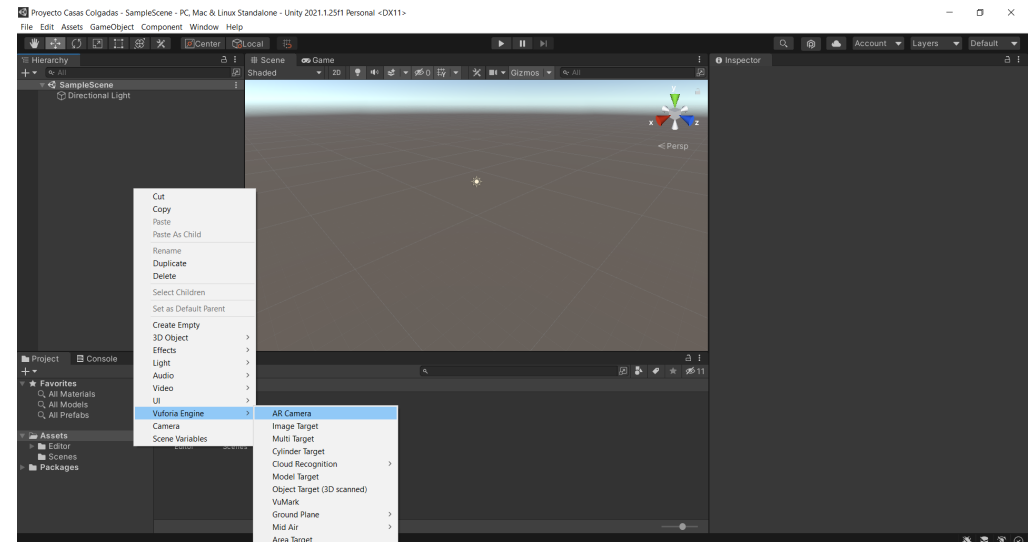


Ilustración 87: Creación de una cámara de Vuforia en Unity. Fuente: Elaboración por el autor

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

5.1 Programación de la aplicación

Como se ha explicado previamente, los ImagenTargets son objetivos de reconocimiento de imágenes de Vuforia que identifican elementos 2D como imágenes, ilustraciones, carteles, logotipos, entre otros. Estos objetivos pueden ser generados por cualquier ordenador y cada imagen debe ser lo suficientemente distinta de las demás para evitar confusiones durante el reconocimiento.

Para la elaboración de las ImagenTargets, se utiliza el programa de edición de fotografías y gráficos, Photoshop. Para agilizar el proceso de creación, se ha desarrollado una plantilla con elementos fijos y la sección del código QR editable. La modificación de los elementos en negro del código QR permite crear distintos ImagenTargets que son reconocidos de manera autónoma por el software de Vuforia. A continuación, se muestra la plantilla utilizada en el menú del programa.



Ilustración 88: Ideación ImagenTarget para aplicación de las Casas Colgadas. Fuente: Elaboración por el autor

En el contexto de la aplicación de realidad aumentada para el museo, los ImagenTargets funcionan como logos reconocibles tanto por los visitantes como por la propia aplicación. Estos logos se encuentran en balizas ubicadas en cada una de las salas del museo y se diferencian entre sí por algunos elementos clave que permiten que la aplicación pueda identificar cada objetivo de realidad aumentada. La distribución de los logos es la siguiente:

- **Foto de las Casas Colgadas:** Cada baliza de la aplicación contiene la foto de carga de la aplicación. Esto ayuda al usuario a identificar la baliza con la aplicación y que encuentre la misma imagen de las Casas Colgadas en los diferentes logos, hace mas sencillo reconocer los puntos específicos.
- **Nombre del museo y aplicación:** Este elemento con la foto anterior son los únicos componentes que se repiten en los logos. Esta parte da significado de pertenencia a las Casas Colgadas y Museo de arte Abstracto español.
- **Zona de reconocimiento:** Esta área del logo funciona para facilitar la diferenciación entre ImagenTargets de cada sala. Esta parte del logo simula un código QR en el que intercambia en un fondo blanco cuadrados negros con unas letras C en grande (Casas Colgadas). Este elemento ayuda al software de Vuforia a reconocer mejor los distintos objetivos.

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

5.1 Programación de la aplicación

Dado que esta es una versión inicial de la aplicación, se ha decidido programar un `ImagenTarget` para que muestre su respectiva escena. Este paso se considera un punto de partida para incorporar más contenido en futuras versiones de la aplicación. Para utilizar este logotipo en la aplicación, es necesario cargarlo en la base de datos de Vuforia siguiendo los siguientes pasos:

En primer lugar, se debe acceder al portal de desarrollo de Vuforia con el usuario registrado previamente. Dentro de la pestaña `Target Manager-Develop` se encuentran todas las herramientas necesarias. A continuación, se selecciona la pestaña `Add Database` y se elige el nombre de la base de datos y el tipo de elementos que se van a utilizar. En este caso, se ha seleccionado el tipo `Device` y se ha nombrado la base de datos como `“AppCasasColgadas”`. Cada base de datos incluye información sobre su fecha de modificación, el tipo de targets que contiene, su cantidad y el nombre de la base de datos creada.

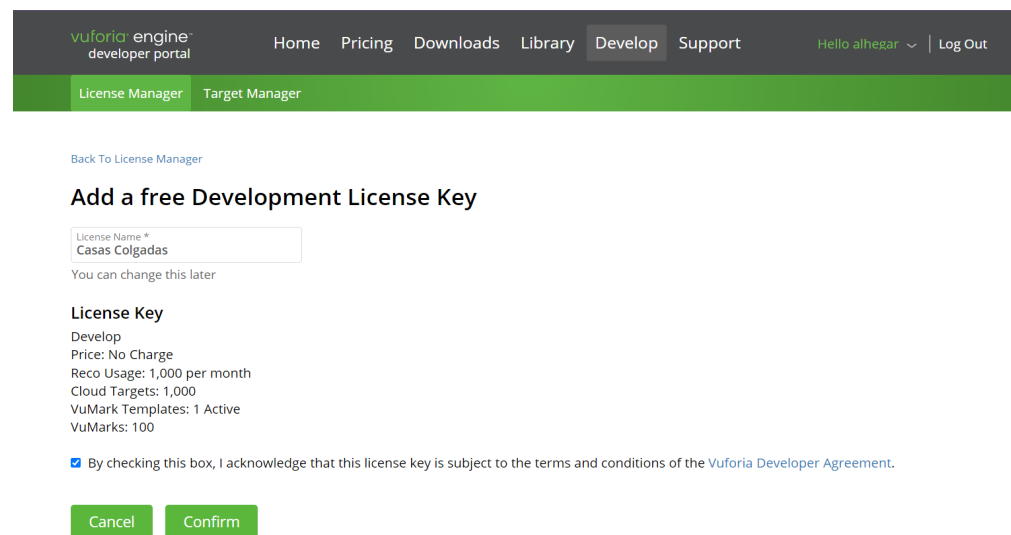


Ilustración 89: Obtención del código de licencia de Vuforia. Fuente: Elaboración por el autor

Después de crear la base de datos en Vuforia, se procede a añadir el `ImagenTargets` que será utilizado por la aplicación. Cada `ImagenTarget` debe ser registrado por el software de reconocimiento. En la sección de la base de datos que muestra las imágenes agregadas, se especifica el nombre del objetivo, el tipo de elemento al que pertenece (permitiendo agregar diferentes eventos en la misma base de datos), la capacidad de reconocimiento de la imagen, su calidad y la fecha de última modificación.

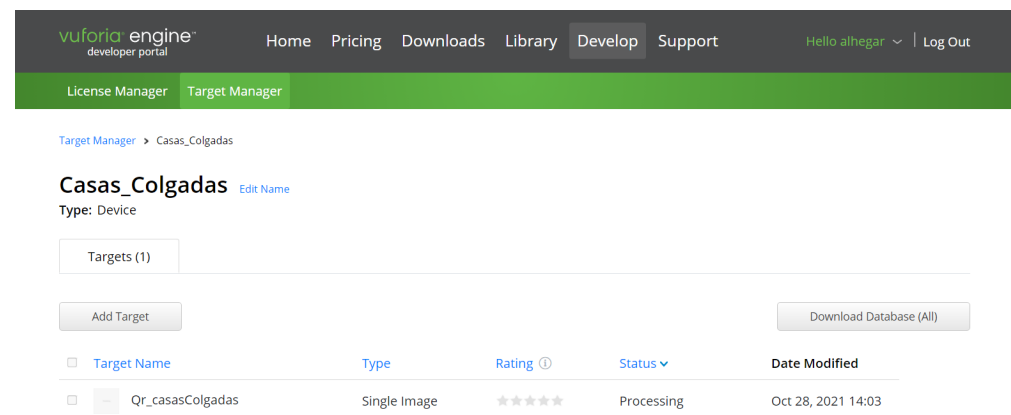


Ilustración 90: Obtención de la base de datos de una imagen en Vuforia. Fuente: Elaboración por el autor

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

5.1 Programación de la aplicación

Después de crear la base de datos en Vuforia, es necesario agregar los `ImageTargets` correspondientes. Para que el software pueda reconocerlos, es necesario registrarlos en la base de datos. La lista de objetivos agregados en la base de datos incluye información como el nombre del objetivo, el tipo de elemento (permitiendo agregar diferentes eventos en la misma base de datos), la capacidad de reconocer una imagen, la calidad del reconocimiento y la última fecha de modificación.

Durante el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada de las Casas Colgadas, los eventos se activan cuando el software reconoce un `ImageTarget`. En el programa Unity, estos eventos se basan en contenido visual como imágenes y modelos volumétricos, y se pueden agregar elementos audiovisuales como audio y video para mejorar la experiencia del usuario. Los tipos de eventos que se pueden incluir en la aplicación dependen de las habilidades del desarrollador y su conocimiento del programa. En este párrafo se presentan brevemente los diferentes tipos de eventos que se incluyen en la aplicación, junto con una explicación simplificada sobre cómo programarlos. Se abordará con más detalle un ejemplo de uno de estos eventos en el siguiente párrafo. Además, se detallará cómo programar el cambio de escena en la aplicación.

- **- Imágenes:**

Estos elementos bidimensionales adquiridos en la recopilación de fotografías anteriormente comentada. Muestran y ayudan de un modo más interactivo la forma de comprender al usuario la idea que estamos contando debido a que, un elemento visual aparece en la pantalla del dispositivo encima del objetivo.

- **Modelos volumétricos:**

Los elementos tridimensionales ayudan al usuario a visualizar mejor que un elemento 3D, por ejemplo, planos o secciones que se quieran añadir, normalmente la gente no tiene tanta capacidad espacial para comprender del todo una geometría volumétrica en dos dimensiones. Los modelos se realizan como se explica anteriormente en el contenido digital a partir del modelo de las Casas Colgadas.

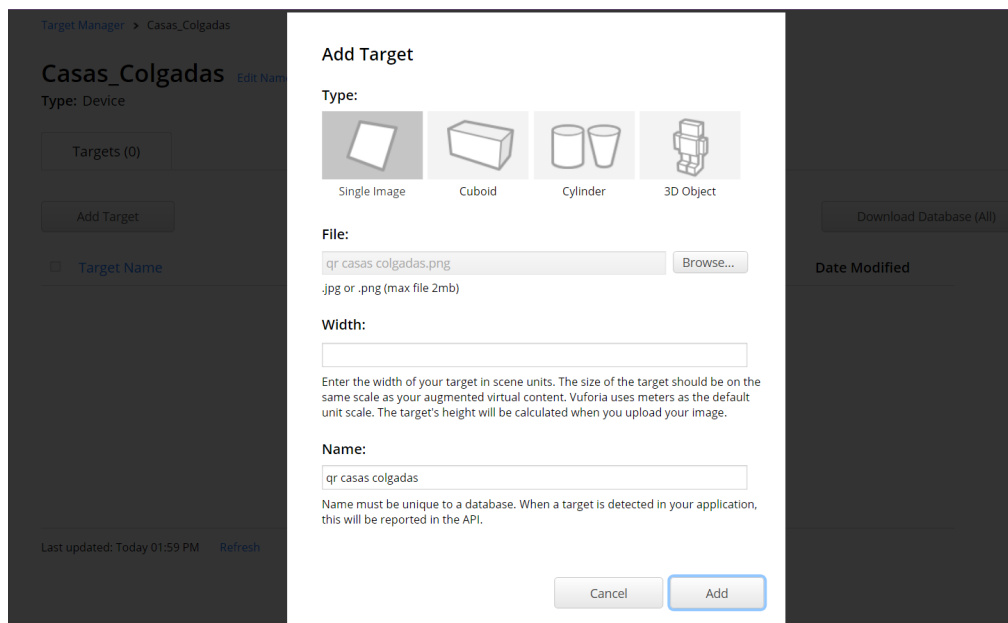


Ilustración 91: Obtención de la base de datos de una imagen en Vuforia. Fuente: Elaboración por el autor

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

5.1 Programación de la aplicación

- **Audios:**

Un audio en una aplicación de Unity empieza a reproducirse al encontrar un objetivo de realidad aumentada que disponga de sonido. Al reconocer el `ImagenTarget` con el dispositivo se reproduce el sonido, que al acabar vuelve a empezar. Si el dispositivo deja de reconocer el objetivo el audio automáticamente se para y al volver al objetivo con la cámara el sonido vuelve a retomarse desde el punto que se había dejado.

- **Videos:**

Este es el evento más complicado de ejecutar, porque hay que realizar más elaboraciones que los anteriores. Cuando registras una `ImagenTarget` que vaya enlazado con un video, la pantalla del dispositivo muestra un pequeño recuadro con un símbolo en medio. Al tocar la pantalla, se activa el botón que comienza la reproducción del video mientras se encuentre detectando la `ImagenTarget` correspondiente. Si se quiere parar la reproducción del video solo hace falta tocar la pantalla en el recuadro en que se está reproduciendo este.

Los siguientes pasos que se comentan explican la unión del `ImagenTarget` con la reproducción del video a tiempo real cuando detecte el objetivo en la aplicación de Unity.

- Siguiendo lo comentado de reconocimiento de imágenes, a partir del momento en el que se agrega un `ImagenTarget` a Unity, hay que sustituir la cambiar el código del objetivo de "Default Trackable Event Handler" por "Video Trackable Event Handler". Además de añadir como enlace del `ImagenTarget` el `GameObject Video Player`.

- También será necesario añadir los siguientes componentes en la pestaña Inspector del Video player: `Plane`, `Mesh collider`, `Mesh renderer`, el script `Video Controller` y `Audio Source`. Asimismo, enlazar el `GameObject` anterior con un `GameObject Canva` que permite poner botones en la aplicación.

- Se incluyen los botones de `Pause` y `Play` conectados al `GameObject Canva` anterior y se enlazan con el script `VideoController`. Después de incluir estos elementos, se vuelve a `GameObject Video player` y cambiar en el script `Video Controller` cuál será el botón de inicio del video.

- Por último, se necesita añadir el `GameObject EventSystem`. Este elemento permite a Unity reconocer cuando se pulsa un botón y debe ser independiente del resto de `GameObject`, no tiene que estar enlazado con ningún otro.

- **Animaciones:**

Una forma de hacer más interactiva la aparición del evento es con este tipo de contenido digital. Pudiendo desarrollar alguna animación de las Casas Colgadas o relacionado con su historia o museo e incluirla en la aplicación.

Este evento también se incluye en la aplicación como lo anteriormente comentado en otros eventos que se explica en lo comentado de reconocimiento de imágenes.

Ahora vamos a ver como introducir herramientas en la aplicación para cambiar de contenido digital cuando se encuentra el usuario en un objetivo de realidad aumentada.

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

5.1 Programación de la aplicación

- **Cambio de imágenes:**

La función de cambio de imágenes permite que varias imágenes aparezcan y desaparezcan en el mismo `ImagenTarget` dependiendo del botón que se pulse. Para implementar esta funcionalidad en Unity, se comienza con un `ImagenTarget` y se enlaza a él un `canvas` y las imágenes que se deseen superponer. Cada imagen es un `Sprite` que incluye en sus componentes el código `Active Animation`, el cual da el efecto de cambio de imagen. Además, se agrega un botón para cada imagen en el `canvas`, que se enlaza con el script `Active Animation` para cambiar la imagen que se muestra en el `ImagenTarget`.

El script empleado hace que a la hora de seleccionar un botón cambia el estado del `GameObject` de activado a desactivado y al contrario. Esto se realiza con la función en el programa de Unity: `"gameObjectSetActive();"`

- **Cambio de escena:**

Este evento es crucial para el correcto funcionamiento de la aplicación, tal como se ha mencionado en la sección 5.1 Descripción de la aplicación, en la cual se divide la aplicación en diferentes escenas, como la pantalla de carga, el menú principal y la cámara que reconoce los objetivos. La herramienta de navegación entre escenas permite al usuario cambiar de una escena a otra de manera fluida y eficiente.

Para lograr la navegación entre escenas se requiere de un script que permita cambiar de una escena a otra al pulsar botones o de forma automática. La transición de escenas que ocurre en la pantalla de carga es diferente, ya que se produce automáticamente, pero en general, la mayoría de las escenas hacen uso de la función `"UnityEngine.SceneManagement.SceneManager.LoadScene();"`. Esta función puede activarse automáticamente después de un tiempo determinado o al pulsar un botón, tal como ocurre con el resto de las escenas.

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

5.2 Integración de contenido

En este apartado se abordará el proceso de integración de contenido en la aplicación de realidad aumentada, específicamente en la recreación de las antiguas Casas Colgadas analizadas previamente. Es importante mencionar que este TFG se enfoca en la realización de una prueba de integración de un modelado 3D de estas construcciones históricas, por lo que se hará referencia a este caso en particular.

Para empezar a integrar contenido en la aplicación de realidad aumentada, es necesario preparar el programa Unity y su interfaz. En primer lugar, se debe crear una cámara de realidad aumentada dentro de Unity. Para ello, se debe hacer clic derecho en la pantalla de escenas a la izquierda y seleccionar la opción "Realidad Aumentada" dentro de las opciones que ofrece Vuforia. Una vez seleccionada, se creará la cámara correspondiente. (ver ilustración 92).

Continuando con el desarrollo de la aplicación, se procede siguiendo el mismo procedimiento previamente explicado. En este caso, se añadirá una imagen desde el menú de Vuforia y se agregará una ImageTarget correspondiente. (Ver ilustración 93).

En el proceso de integración de contenido de la aplicación de realidad aumentada, es importante configurar correctamente la cámara de Vuforia. Para ello, se debe acceder al panel de propiedades de la cámara de Vuforia previamente agregada en la pantalla de escenas. Luego, se busca la configuración del motor de Vuforia dentro del interfaz para introducir la licencia previamente obtenida desde la página de Vuforia. (Ver ilustración 94).

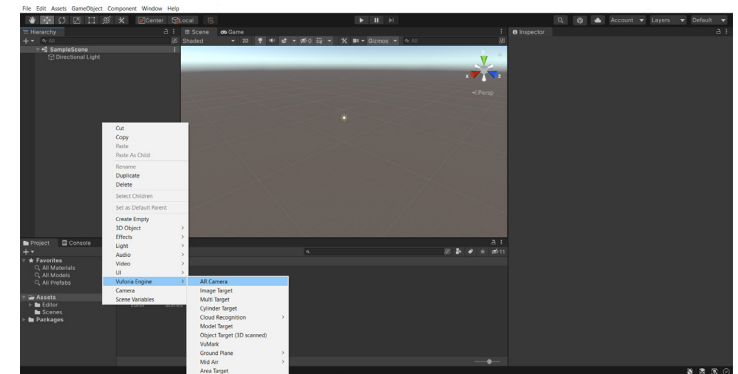


Ilustración 92: Agregación de cámara de realidad aumentada a través de Vuforia en Unity. Fuente: Elaboración por el autor

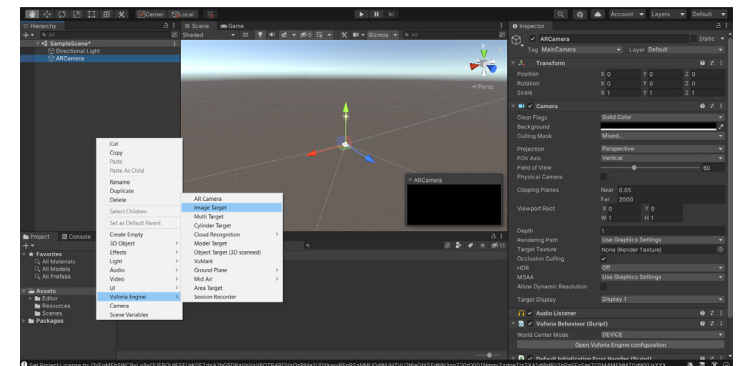


Ilustración 93: Inserción de una ImageTarget en Unity. Fuente: Elaboración por el autor

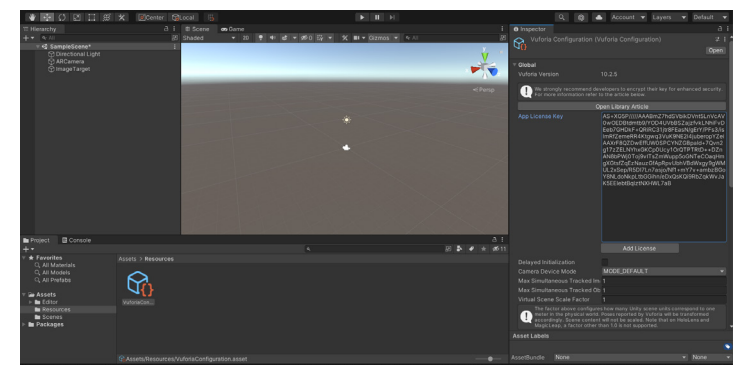


Ilustración 94: Introducción de licencia en la cámara de realidad aumentada de Vuforia en Unity. Fuente: Elaboración por el autor

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

5.2 Integración de contenido

Una vez creada la cámara de realidad aumentada, el siguiente paso es introducir la *ImagenTarget*, que será el objetivo de la aplicación. Para ello, se utiliza la base de datos descargada previamente de la página web de Vuforia. En las propiedades de la imagen objetivo, se cambia su tipo de origen y se selecciona la opción de base de datos. Luego, se agrega el paquete de datos descargado y se elige la imagen deseada como objetivo (ver Figura 96).

Una vez se ha seguido el proceso de registro de la *ImagenTarget* en la página de Vuforia y se ha vinculado con Unity, se puede visualizar en la pantalla de la computadora. La aplicación reconocerá ciertos puntos de la imagen para mostrar el modelo correspondiente. (Ver ilustración 95).

Qr_casasColgadas

Edit Name Remove



Ilustración 95: Puntos de reconocimiento según Vuforia de la *ImagenTarget*. Fuente: Elaboración por el autor

Al comenzar a integrar un elemento volumétrico en el programa Revit, es necesario guardar el archivo en formato .fbx para que Unity pueda reconocerlo. Luego, se puede agregar el modelo directamente arrastrándolo al menú de escenas debajo de la pantalla o en la carpeta creada al inicio del proyecto en Unity. Una vez que el archivo aparezca en el panel de escenas, se puede arrastrar al centro de la pantalla para visualizarlo. (Ver ilustración 97).

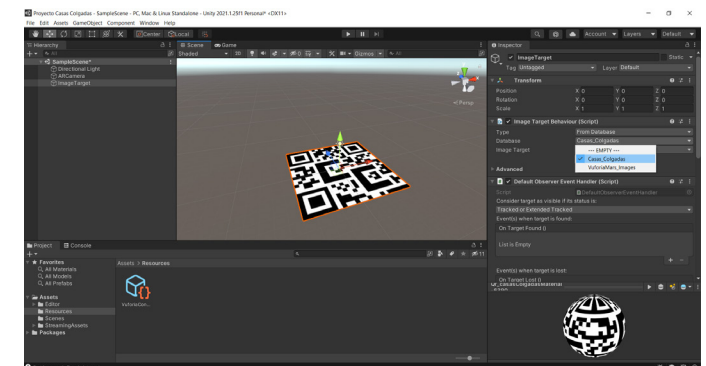


Ilustración 96: Introducción de la *ImagenTarget* elegida en Unity. Fuente: Elaboración por el autor

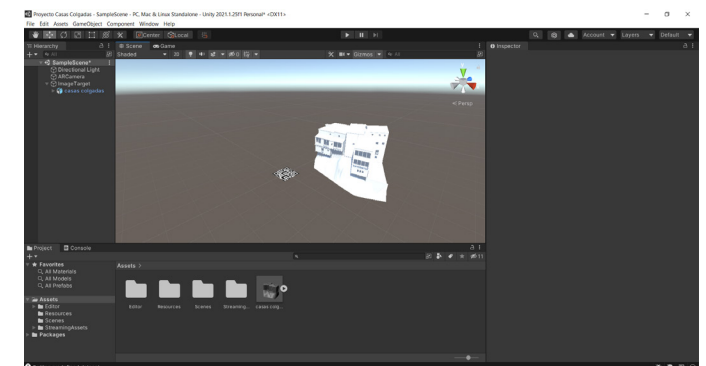


Ilustración 97: Inserción del modelo volumétrico en Unity. Fuente: Elaboración por el autor

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

5.2 Integración de contenido

Una vez que se ha introducido el modelo en la escena, es posible ajustarlo y escalarlo en el panel de propiedades para que se adapte lo mejor posible a la imagen de fondo. Para dotar al modelo de una apariencia más realista, se pueden crear materiales utilizando el panel de escenas. Al hacer clic derecho en la ventana de escenas y seleccionar "Crear", se puede agregar un nuevo material (Ver ilustración 98).

Se recomienda guardar los materiales en una carpeta nueva. En el panel de propiedades, se pueden modificar las propiedades del material, como el color y la textura. Es posible agregar una textura de imagen para imitar la apariencia a la realidad. Para hacerlo, se hace clic en el círculo de albedo en las propiedades del material, lo que abrirá una pestaña para seleccionar la imagen (Ver ilustración 99).

Después de que se han creado los materiales, se puede proceder a aplicarlos a los elementos del modelo. Unity facilita este proceso, ya que solo se necesita arrastrar el material creado hasta el elemento creado a partir de Revit (Ver ilustración 100). De esta manera, se puede dar vida al modelo en realidad aumentada y hacer que se integre mejor en su entorno.

En nuestro caso, hemos enfrentado un desafío relacionado con la materialidad. No existen imágenes a color que puedan garantizar con certeza el color y la textura originales de los materiales de las fachadas, además de que estos materiales se desgastan y modifican con el paso del tiempo. Por lo tanto, hemos optado por utilizar los colores y texturas de los materiales con los que se construyó la edificación, ya que la mayoría de las construcciones del casco antiguo datan del siglo XVI y utilizaban materiales locales como madera y arena rica en caliza para crear estructuras utilizaban la madera y las paredes adobe con revestimiento de yeso detalles en madera y cerámica.

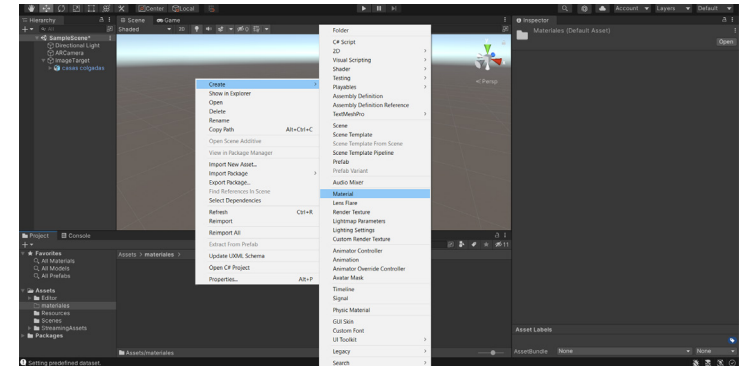


Ilustración 98: Creación de un nuevo material en Unity. Fuente: Elaboración por el autor

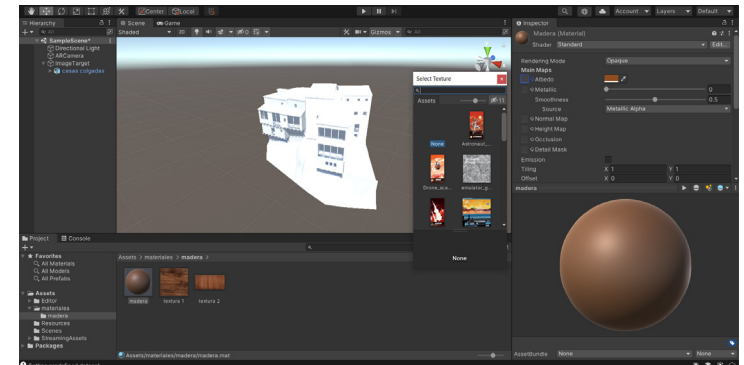


Ilustración 99: Editor material añadiendo textura a través de una imagen. Fuente: Elaboración por el autor

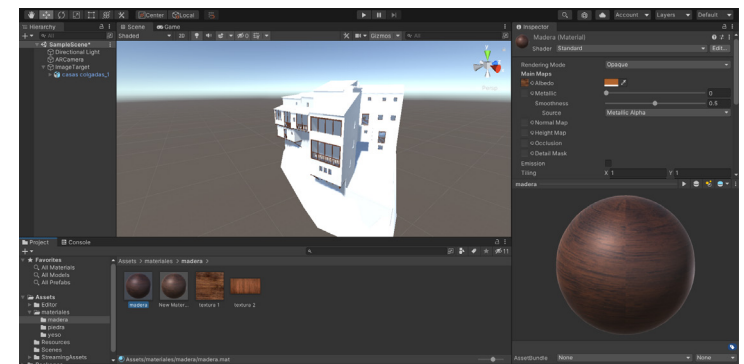


Ilustración 100: Aplicación de los materiales a los elementos del modelo volumétrico. Fuente: Elaboración por el autor

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

5.2 Integración de contenido

Seguidamente que se ha ajustado el material al modelo en el panel de propiedades, es importante revisar el resultado y hacer los ajustes necesarios para lograr una mayor precisión en la materialidad y, por lo tanto, una mayor fidelidad a la realidad. Para ello, se puede cambiar la escala del material para ajustarlo a nuestro modelo en el menú de propiedades y completar el proceso de materialización. (Ver ilustración 101)

Tras completar el proceso de materialización, el modelo está listo para ser exportado a la pantalla de nuestro dispositivo móvil. Para hacer esto, se debe crear la aplicación final en Unity. Afortunadamente, este software lo hace automáticamente. Para ello, basta con acceder a la pestaña de ajustes de desarrollo y seleccionar la opción correspondiente al sistema operativo en el que se desarrollará la aplicación, en este caso, Android. (Ver ilustración 102)

Después de haber elegido la opción correspondiente, es preciso hacer clic en el botón de desarrollo para que Unity genere automáticamente un archivo APK, que resulta esencial para instalar la aplicación en el dispositivo móvil. Es relevante tener en mente que el procedimiento de desarrollo de la aplicación podría ser diferente según las particularidades del sistema operativo y del dispositivo móvil en cuestión. (Ver ilustración 103)

En esta sección, se explicará el proceso de pruebas y ajustes que se llevó a cabo para asegurar el correcto funcionamiento de la aplicación de realidad aumentada creada para este TFG. Cabe destacar que esta aplicación es una prueba de integración de un modelado 3D de las antiguas casas colgadas, por lo que el enfoque se centra en esta experiencia específica.

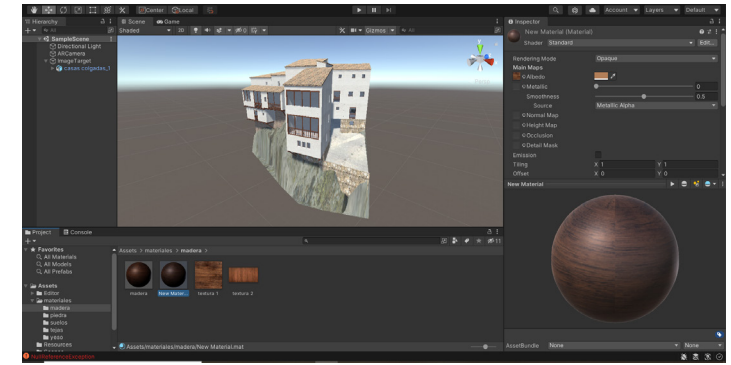


Ilustración 101: Ajuste de materiales en los elementos del modelo volumétrico en Unity. Fuente: Elaboración por el autor

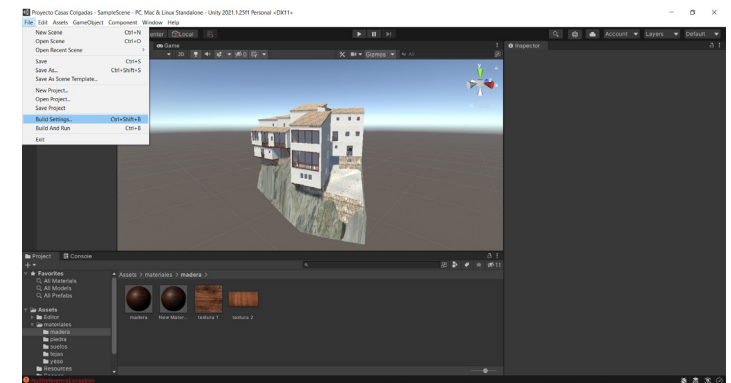


Ilustración 102: Creación del archivo instalador para dispositivo móvil. Fuente: Elaboración por el autor

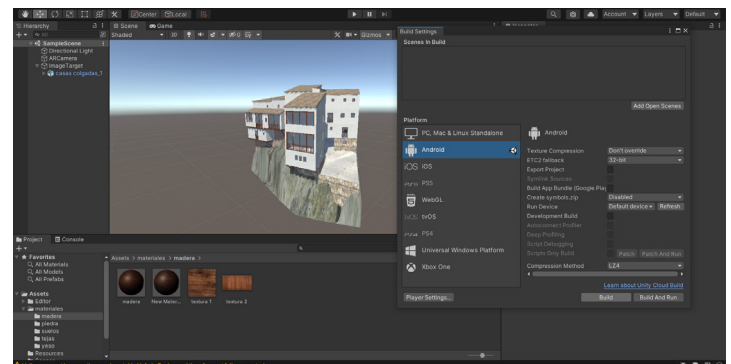


Ilustración 103: Elección del sistema operativo del dispositivo móvil. Fuente: Elaboración por el autor

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

5.3 Pruebas y ajustes

Una vez que se ha creado la aplicación de realidad aumentada en Unity, es necesario instalarla en un teléfono móvil para probarla. Para ello, se debe generar un archivo APK y transferirlo al dispositivo móvil. Una vez que se ha instalado la aplicación en el teléfono, aparecerá un icono en el menú del mismo, como cualquier otra aplicación. (Fig.82)

Para utilizar la aplicación, es necesario colocar la imagen de referencia elegida en cualquier lugar, que servirá como baliza para la utilización de la aplicación. Es importante que la imagen sea clara y nítida, y que no tenga ninguna marca de agua o patrón que pueda interferir con la detección de la misma por la aplicación. (Fig.83)

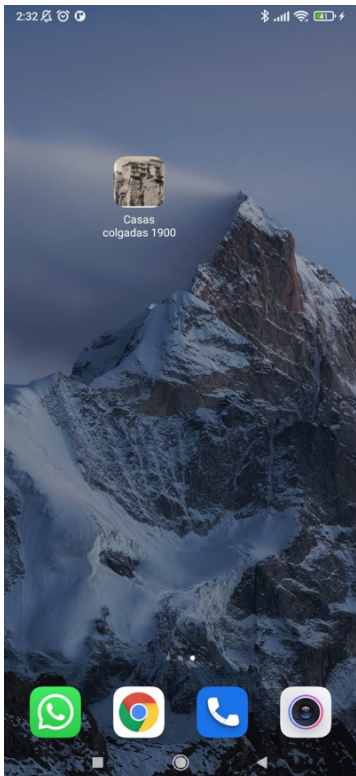


Ilustración 104: Vista de la aplicación instalada en el dispositivo móvil. Fuente: Elaboración por el autor

Una vez colocada la imagen de referencia, se debe enfocar con la cámara del teléfono y la aplicación se activará automáticamente. Si todo ha sido configurado correctamente, el modelo 3D creado previamente en Unity aparecerá en la pantalla del dispositivo, superpuesto sobre la imagen de referencia. (Fig.84)

Es importante ajustar correctamente el modelo en la escena para que se integre de manera realista en la imagen de referencia, y probar la aplicación en diferentes condiciones de iluminación y ángulos de la cámara para asegurarse de que funcione correctamente en todas las situaciones.



Ilustración 105: Vista de la ImagenTarget sin usar la aplicación. Fuente: Elaboración por el autor

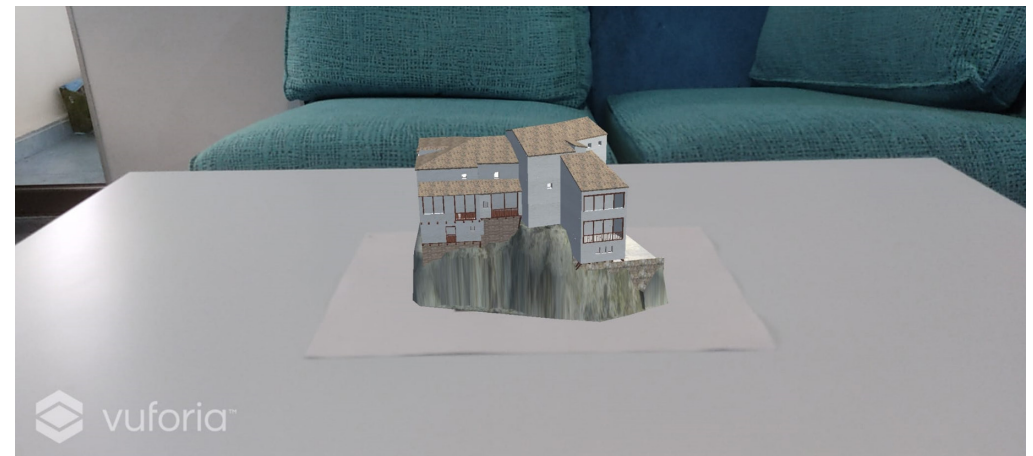


Ilustración 106: Vista de la ImagenTarget usando la aplicación, aparece el modelo volumétrico. Fuente: Elaboración por el autor

5. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

5.3 Pruebas y ajustes

Al finalizar el desarrollo de la aplicación de realidad aumentada y realizar las pruebas necesarias para asegurar su correcto funcionamiento, se recomienda seleccionar un lugar estratégico para colocar la imagen de referencia que servirá como baliza para la utilización de la aplicación. En el caso específico de este trabajo, se sugiere colocar la baliza en el principio del puente San Pablo, en la parte de la hoz donde se encuentra el parador, en la colina opuesta de las Casas Colgadas. Este lugar es especialmente adecuado ya que permite una vista panorámica del conjunto edificado encima del acantilado, lo que facilita la identificación de la imagen de referencia por parte de la aplicación. Además, este lugar es un punto de paso obligado para los turistas que visitan las Casas Colgadas o la ciudad de Cuenca en general, lo que aumenta la visibilidad y la accesibilidad de la aplicación para los potenciales usuarios. La elección de este lugar como punto de partida para la integración de la aplicación con el patrimonio arquitectónico y cultural de la zona, puede motivar al usuario a seguir interactuando tanto con el conjunto histórico como con el paisaje y el interior del museo, lo que enriquecerá su experiencia turística en Cuenca.



Ilustración 108: Situación posible baliza punto inicial de la aplicación. Fuente: Elaboración por el autor con ayuda de Google Maps.



Ilustración 107: Vista de la ImagenTarget usando la aplicación, aparece el modelo volumétrico. Fuente: Elaboración por el autor



Ilustración 109: Vista de la ImagenTarget usando la aplicación, aparece el modelo volumétrico. Fuente: Elaboración por el autor

6. CONCLUSIONES

6.1 Conclusión

En conclusión, la aplicación de la realidad digital en el patrimonio arquitectónico representa una oportunidad para profundizar en la interacción entre el público y los espacios históricos. La elaboración de una aplicación de realidad aumentada para las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español ha permitido una mayor interacción del usuario con la arquitectura patrimonial, lo que puede llevar a una mayor apreciación y difusión de su valor cultural y arquitectónico.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que cualquier recreación histórica realizada a través de tecnología virtual debe ser lo más fidedigna posible, ya que su incorrecta utilización podría llevar a la divulgación de falsos históricos y, en última instancia, dañar la historia y tradición del patrimonio. En este sentido, esta reconstrucción se define como una aproximación ficticia debido a la falta de información disponible sobre la arquitectura doméstica de las Casas Colgadas.

El estudio ha demostrado la importancia de investigar sobre las tecnologías a utilizar, así como sobre la evolución y distribución original del edificio para llevar a cabo un proyecto de estas características. El resultado de este proyecto es una aplicación que ofrece una perspectiva innovadora de las Casas Colgadas, convirtiéndose en un punto de partida para que el usuario se sienta atraído y comience a interactuar con el patrimonio.

En última instancia, se espera que el desarrollo de aplicaciones como la presentada en este estudio generen un mayor interés en el patrimonio arquitectónico y cultural, y promuevan su conservación y difusión, así como la educación y sensibilización en relación a los objetivos de desarrollo sostenible. La integración de la tecnología en la promoción y conservación del patrimonio cultural puede tener un impacto significativo en la sociedad, al fomentar la valoración y protección de estos espacios históricos para las generaciones futuras.

6. CONCLUSIONES

6.1 Limitaciones del estudio y líneas futuras

En cuanto a las líneas futuras, se podría profundizar en la integración de otros elementos del patrimonio arquitectónico y cultural de Cuenca en la aplicación de realidad aumentada, como por ejemplo la Catedral o el Puente de San Pablo. De esta forma, se podría crear una aplicación más completa e integrada con el conjunto histórico de la ciudad.

También sería interesante explorar la posibilidad de integrar la aplicación de realidad aumentada en una visita guiada por el conjunto histórico de Cuenca, proporcionando información adicional sobre los elementos del patrimonio arquitectónico y cultural de la ciudad de una manera más interactiva y atractiva para los usuarios.

En cuanto a las líneas futuras de investigación, se podrían explorar diversas posibilidades para mejorar la aplicación de realidad aumentada desarrollada en este TFG. Una de las posibilidades sería la incorporación de más modelos 3D para representar otros edificios emblemáticos de Cuenca, ampliando así el alcance de la aplicación y ofreciendo a los usuarios la posibilidad de explorar y conocer más acerca del patrimonio arquitectónico de la ciudad.

Además, se podrían desarrollar nuevas funcionalidades para la aplicación, como la incorporación de información adicional sobre los edificios y su historia, o la posibilidad de realizar visitas virtuales a otros lugares de interés de la ciudad. También se podría trabajar en mejorar la precisión y la estabilidad de la detección de la imagen de referencia para lograr una integración más fluida de los modelos 3D en el entorno real.

En conclusión, a pesar de las limitaciones presentadas, este trabajo ha demostrado el potencial de la aplicación de realidad aumentada en la integración del patrimonio arquitectónico y cultural en la ciudad de Cuenca. Las líneas futuras mencionadas podrían mejorar y ampliar el alcance de esta tecnología en el ámbito del turismo cultural y la divulgación del patrimonio histórico.

Por último, cabe destacar que este TFG ha sido una prueba piloto para la integración de la realidad aumentada en la promoción turística de la ciudad de Cuenca, por lo que sería interesante continuar investigando en esta línea y explorar nuevas posibilidades para el uso de esta tecnología en el ámbito del turismo y la promoción cultural.

6. CONCLUSIONES

6.2 Conclusiones objetivos de desarrollo sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) representan un llamado universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. Estos objetivos tienen como finalidad crear un mundo mejor y más sostenible para las presentes y futuras generaciones. La presente investigación sobre la realidad aumentada aplicada al Patrimonio Cultural puede establecer distintas vinculaciones con los 17 objetivos, pero hay algunos que se relacionan directamente y otros de forma indirecta.

En primer lugar, se pueden identificar objetivos que tienen una relación directa con el proyecto. En este sentido, se encuentra el objetivo 4 de Educación de calidad, ya que la realidad aumentada puede crear una educación más entretenida y didáctica, permitiendo a los usuarios aprender sobre el Patrimonio Cultural de una manera más interactiva y significativa. El objetivo 5 de Igualdad de género y el objetivo 10 de Reducción de las desigualdades también están directamente relacionados, ya que la creación de aplicaciones de realidad aumentada para el patrimonio permite establecer un discurso de igualdad entre todas las personas, sin importar su género o condición social.

En segundo lugar, existen objetivos que tienen una relación indirecta con la investigación. Por ejemplo, el objetivo 1 de Fin de la pobreza se puede relacionar con el proyecto, ya que el dinero que se ahorra en la construcción o restauración de patrimonio cultural mediante el uso de realidad aumentada, se puede destinar a ayudar a familias desfavorecidas. Asimismo, los objetivos 3, 12, 13, 15, 16 y 17 tienen una vinculación indirecta, ya que al reducir el costo y los materiales de construcción se crea una acción por el clima y el medio ambiente favorable, ayudando a hacer justicia y concebir instituciones sólidas para lograr la paz y alcanzar los objetivos.

En tercer lugar, se encuentra el objetivo 8 de Trabajo decente y crecimiento económico, que se relaciona directamente con la investigación, ya que el auge de la realidad aumentada en el patrimonio puede crear puestos de trabajo relacionados con el uso de esta tecnología, además de ahorrar en materiales de construcción en rehabilitaciones, lo que hace que las intervenciones sean más económicas.

Por último, los objetivos 9, 11 de Industria, innovación e infraestructuras, ciudades y comunidades sostenibles, están relacionados indirectamente con la investigación, ya que la realidad aumentada en el patrimonio cultural permite la creación de un sector que va de la mano de la innovación y las infraestructuras virtuales más sostenibles, lo que contribuye a la creación de comunidades más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

En conclusión, la presente investigación sobre la realidad aumentada aplicada al Patrimonio Cultural puede contribuir a varios objetivos de desarrollo sostenible, tanto directa como indirectamente, y demuestra el potencial que tiene esta tecnología para crear un mundo más sostenible y justo para todos.



Ilustración 110: Los 17 objetivos de desarrollo sostenible de la ONU. Fuente: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrón, E. (2019). El patrimonio cultural como recurso turístico. *International Journal of Scientific Management and Tourism*, 5(1), 17-29.
- Delgado, J. (2015). El patrimonio arquitectónico: conservación y restauración. *Revista de obras públicas*, 162(3563), 43-52.
- Martínez, A. (2016). Conservación del patrimonio arquitectónico: estrategias y técnicas para la intervención. *EGA: Revista de expresión gráfica arquitectónica*, 27, 186-201.
- Muñoz, M. (2017). Patrimonio cultural: conceptos y valoración. En: E. Morote (Ed.), *Gestión del patrimonio cultural* (pp. 9-24). Tirant lo Blanch.
- Mendoza, A. (2018). Patrimonio arquitectónico: delimitación conceptual. *Cuadernos de arquitectura*, 17(31), 23-34.
- UNESCO. (2018). Cultural Tourism. UNESCO World Heritage Centre. <https://whc.unesco.org/en/culturaltourism/>
- Cabezas-González, M., Guirado-Fuentes, C., Martín-Gutiérrez, J., & Montero-Fleta, B. (2019). La realidad aumentada como herramienta de difusión del patrimonio cultural. El caso del yacimiento arqueológico de Los Bañales. *Arqueología y Territorio Medieval*, 26, 141-158.
- García-Santillán, A., López-García, P., Rodríguez-Echánove, F., García-Peñalvo, F. J., & Zavala-Díaz de la Serna, A. (2021). Realidad aumentada como herramienta de conservación del patrimonio cultural arquitectónico. *Revista de Investigación Académica*, 61, 1-16.
- López-Menchero Bendicho, V. M., Gutiérrez-Mozo, M. H., & Béjar-Hidalgo, M. (2019). La realidad aumentada en la interpretación del patrimonio arqueológico. *Arqueología*
- Ruiz Torres, D (2011). "Realidad aumentada y Patrimonio Cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural". Granada. e-rph: *Revista Electrónica de Patrimonio Histórico*. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/21792>
- Álvarez, R. (2018). Realidad aumentada en la difusión del patrimonio. Memoria del Curso de Posgrado Realidad Aumentada y Realidad Virtual en la Universidad de Salamanca.
- García, M. (2019). La realidad aumentada como herramienta de difusión cultural. Máster en Gestión Cultural en la Universidad de Granada.
- Gómez, L. (2017). Realidad aumentada para la recuperación patrimonial. Tesis de Máster en Tecnología, Rehabilitación y Gestión de la Edificación en la Universidad Politécnica de Valencia.
- Pulido, J. (2020). Realidad aumentada en la difusión del patrimonio cultural. Tesis de Máster en Patrimonio Histórico y Cultural en la Universidad de Alcalá.
- Sánchez, C. (2019). Aplicación de la realidad aumentada en la gestión del patrimonio cultural. Máster en Gestión del Patrimonio Cultural en la Universidad de Sevilla.
- López-Domínguez, M., & Suárez-Rodríguez, J. M. (2016). El uso de aplicaciones móviles de capas de información en turismo cultural. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 25(2), 237-253.
- Rodríguez-González, M., García-Peñalvo, F. J., & Therón-Sánchez, R. (2016). Realidad aumentada y turismo: Una revisión de la literatura. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 49, 153-168.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González-Patiño, E., & González-Patiño, J. (2018). Uso de la realidad aumentada en la promoción turística de la ciudad de Granada. *Turismo y Sociedad*, 22, 103-124.
- Fundación Juan March. (2022). Sobre las Casas Colgadas de Cuenca. Recuperado el 23 de febrero de 2023, de <https://www.march.es/es/cuenca/sobre-las-casas-colgadas>
- Diario Oficial de Castilla-La Mancha. (2016). Resolución de 13/10/2016, de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes, por la que se incoa procedimiento para la declaración de Bien de Interés Cultural con la categoría de Monumento, a favor de Las Casas Colgadas de Cuenca, y se establece su entorno de protección. Núm. 208, p. 23516.
- Ibañez Martínez, P M., (2006a), "Breve apunte histórico sobre las Casas Colgadas". En la ciudad abstracta. 1966: el nacimiento del Museo de Arte Abstracto Español. Fundación Juan March, Madrid, pp- 218-219.
- Ibañez Martínez, P M., (2000), "La vista de Cuenca desde el este(1565), de Van den Wyngaerde". Goya, nº 276, pp. 145-152.
- Ibañez Martínez, P.M. (2016). Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha y Consorcio de la Ciudad de Cuenca.
- Archivo Municipal de Cuenca., Antonio Carlevaris, Plan de urbanización de la ciudad de Cuenca comprendida entre los ríos Júcar y Huécar. 3 de noviembre de 1893, Leg. 1907, exp. 1, s. f.
- Muñoz, J. L., (1979). Las Casas colgadas de Cuenca. Cuenca. Editorial: Museo de Arte Abstracto Español, pp 40-70.
- AA. VV. (1996) Arquitecturas de cuenca. paisaje urbano casco antiguo. Editorial: Junta comunidades Castilla-La Mancha.
- AA. VV. (1995) Arquitecturas de Cuenca. Vol. 1. Toledo. Editorial: Servicio de Publicaciones de la Junta de Comunidades. Colección: Patrimonio histórico de Castilla-La Mancha num 12. Pp 120-140
- Rokiski Lázaro, M. L. (1985) Arquitectura del siglo XVI en Cuenca. Editorial. Cuenca, Diputación provincial.
- Muñoz Calero, I (2017). Arquitectura tradicional en Cuenca, Ciudad Patrimonio de la Humanidad. Trabajo Final de Grado. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia, <https://riunet.upv.es/handle/10251/102663> > [Consulta: 25 de julio 2021]
- González Pardo, V (2017). La protección del patrimonio como elemento identificador del paisaje y territorio: El caso de las Casas Colgadas de Cuenca. Trabajo Final de Máster Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/89199> > [Consulta: 28 de julio 2021]
- AA. VV., (2006). La ciudad abstracta 1966: el nacimiento del Museo de Arte Abstracto Español. Madrid, Fundación Juan March.
- Merino Fernández, C. (1991). Realidad y proyección del Museo de Arte Abstracto Español de Cuenca. Tesis doctoral. Universidad Complutense, 2 volúmenes.
- Torre, A. De la. (2006). El Museo De Arte Abstracto Español: cronología. En AA. VV

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Troitiño Vinuesa, M. A. (1995). Arquitecturas de Cuenca. El paisaje urbano del casco antiguo. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha
- Castellanos López, A. (2018). Realidad aumentada para la mejora de la visita al Museo de la Telecomunicación. Trabajo Final de Grado. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/109761> > [Consulta: 14 de agosto 2021]
- Furió Ferri, D. (2010) Desarrollo y validación de un sistema de realidad aumentada en dispositivos móviles para promover valores ecológicos. Tesina de Máster. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/14149> > [Consulta 28 de julio 2021]
- Piquer-Cases, J.C; Capilla-Tamborero, E; Molina-Siles, P. (2015) "La reconstrucción virtual del patrimonio arquitectónico y su aplicación metodológica". EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/76316> > [Consulta: 25 de Julio 2021]
- Puyuelo Cazorla, M; Val Fiel, M; Merino Sanjuan, L. Felip Miralles, Francisco (2015). "Representaciones virtuales y otros recursos técnicos en la accesibilidad al patrimonio cultural". EGA. Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia.[Consulta: 26 de Julio 2021]
- Zapata-Cárdenas, M.I. (2020) "Vítica, Patrimonio y Cultura: Producción de contenidos digitales para Realidad Aumentada". Sphera Pública. 1(20), 9-33. <http://sphera.ucam.edu/index.php/sphera-01/article/view/380/14141453> > [Consulta: 16 de abril de 2021]
- Castellanos López, A. (2018). Realidad aumentada para la mejora de la visita al Museo de la Telecomunicación. Trabajo Final de Grado. Valencia. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/handle/10251/109761> >
- Terry Capitán, C (2019). La realidad virtual como medio de comunicación de arquitectura.
- Paena, J. L. (2020) "Espacio doméstico, abismo y experiencia estética: el diseño del museo de las Casas Colgadas de Cuenca". Universidad de Castilla-La Mancha. Diferents. Revista de museus núm. 5, pp. 74-93. <http://dx.doi.org/10.6035/Diferents.2020.5.5>

8. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

- **Ilustración 01:** Logo Patrimonio Mundial y Unesco. Fuente: <http://www.ciudadespatrimonioaccesibles.org/>
- **Ilustración 02:** Aplicaciones móviles y web para reconstrucciones virtuales. Aplicación "Arkikus". Fuente: <https://arkikus.com/#proyectos>
- **Ilustración 03:** Realidad virtual para conservar y difundir el patrimonio cultural. Fuente: <https://isostopy.com/realidad-virtual-para-conservar-y-difundir-el-patrimonio-cultural/>
- **Ilustración 04:** ARCHEOGUIDE. Templo de Hera en Olimpia. Imagen real (izq.) e imagen aumentada (dcha.) con la reconstrucción virtual del templo. Fuente: Ruiz Torres, D. (2011)
- **Ilustración 05:** Escenarios de Realidad Aumentada desde diferentes puntos de interés de la visita al yacimiento de Els Vilars en Lleida. Fuente: Balaguer et al., 2001, pp. 4, 5)
- **Ilustración 06:** Representación de la realidad aumentada del proyecto ENAME 974. Fuente: Ruiz Torres, D. (2011)
- **Ilustración 07:** Representación de la realidad aumentada de la aplicación "Wikitude". Fuente: <https://www.wikitude.com/>
- **Ilustración 08:** "20 years since the Fall of the Berlin Wall". Aplicación de Realidad Aumentada que consiste en la superposición de imágenes o grabados históricos (bidimensional) sobre edificios actuales. Fuente: Zoellner et al., 2009, p.195
- **Ilustración 09:** Vista de las Casas Colgadas. foto: Santiago Torralba Fuente: <https://www.march.es/es/cuenca/sobre-las-casas-colgadas>
- **Ilustración 10:** Casas Colgadas y su entorno de protección como B.I.C . Fuente: Diario Oficial de Castilla-La Mancha, por el que se declara B.I.C
- **Ilustración 11:** Nomenclatura de las Casas Colgadas que se va a seguir en el trabajo. Fuente: elaboración propia con fotografía de Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p.17
- **Ilustración 12:** Nomenclatura de las Casas Colgadas que se va a seguir en el trabajo. Fuente: elaboración propia con plano de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p 378
- **Ilustración 13:** A. Van Den Wyngaerde. Cuenca desde el oeste (1565). Fuente: La evolución urbana de Cuenca, Ciudades Patrimonio de la Humanidad, p. 8
- **Ilustración 14:** Las Casas colgadas y su entorno urbano en 1548. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 61
- **Ilustración 15:** Escudo del Bachiller de Cañamares en la puerta del oratorio. Fuente Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p.239

- **Ilustración 16:** Casas Colgadas hacia 1892. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 17:** Casas Colgadas hacia 1895. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 241
- **Ilustración 18:** Casas Colgadas hacia 1878. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 226
- **Ilustración 19:** Planta de la casa de los escudos y sus anexos hacia 1860. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 108
- **Ilustración 20:** Dirección vertientes de la casa de los escudos hacia 1860. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 109
- **Ilustración 21:** Fachada de los anexos de la casa de los escudos por el sur hacia 1860. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 110
- **Ilustración 22:** Fachada sur de la casa de los escudos y su anexo por el sur hacia 1860. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 111
- **Ilustración 23:** Planta baja de la casa del centro y de los escudos, según F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 139
- **Ilustración 24:** Artesonado del oratorio de la casa de los escudos. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 150
- **Ilustración 25:** Planta primera de la casa del centro y de los escudos, según F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 141
- **Ilustración 26:** Mural de la sala pintada de la casa de los escudos. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 150.
- **Ilustración 27:** Planta segunda de la casa del centro y de los escudos, según F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 141.
- **Ilustración 28:** Planta baja de la casa la bajada a San Pablo, según F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 141.
- **Ilustración 29:** Planta primera de la casa la bajada a San Pablo, según F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 141.
- **Ilustración 30:** Planta segunda de la casa la bajada a San Pablo, según F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 141.
- **Ilustración 31:** Antiguo puente San Pablo con las Casas Colgadas hacia 1890. Fuente: Del diario Las Noticias de Cuenca.
- **Ilustración 32:** Casas Colgadas hacia 1895, con la catedral y la torre del Giraldo. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 181.

8. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

- **Ilustración 33:** Demolición barrio San Martín. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 188
- **Ilustración 34:** Sorolla. Casas Colgadas. Antigua colección de CCM. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 198.
- **Ilustración 35:** J. Serra Alen. Casas Colgadas. Colección particular. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 202.
- **Ilustración 36:** Fotografía de las Casas Colgadas en 1963. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 294.
- **Ilustración 37:** Derribo de las Casas Colgadas hacia 1928, fotografía por el francés Loty. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 246.
- Ilustración 38:** Sorolla. Casas Colgadas. Antigua colección de CCM. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 198.
- **Ilustración 39:** Planta baja, Casas Colgadas intervención de Fernando Alcántara. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español.
- **Ilustración 40:** Planta primera, Casas Colgadas intervención de Fernando Alcántara. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español.
- **Ilustración 41:** Planta segunda, Casas Colgadas intervención de Fernando Alcántara. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español.
- **Ilustración 42:** Alzado Casas Colgadas, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español.
- **Ilustración 43:** Sección Casas Colgadas, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 44:** Planta baja Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 45:** Sección Casas Colgadas, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 46:** Planta primera Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 47:** Planta primera Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 48:** Planta primera Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 49:** Planta baja Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español

- **Ilustración 50:** Planta primera Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 51:** Planta segunda Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 52:** Entrada Casas Colgadas hacia 1962-1964. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 306
- **Ilustración 53:** Entrada Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español en la actualidad. Fuente: archivo del autor
- **Ilustración 54:** Casas Colgadas y su ampliación en la actualidad. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 306
- **Ilustración 55:** Sala 2 de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español Fuente: Elaboración del autor
- **Ilustración 56:** Sala 9 de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español. Fuente: Elaboración del autor
- **Ilustración 57:** Sala 7 de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español Fuente: Elaboración del autor
- **Ilustración 58:** Escalera gótica de la planta superior de la casa de los escudos en la actualidad. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 59:** Escalera gótica de la planta superior de la casa de los escudos hacia 1964. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español.
- **Ilustración 60:** Vestíbulo y sala 1 del museo hacia 1965. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 61:** Escalera gótica y primera planta de la casa de los escudos hacia 1964. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 60:** Vestíbulo y sala 1 del museo hacia 1965. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 61:** Escalera gótica y primera planta de la casa de los escudos hacia 1964. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 62:** Vestíbulo y sala 1 del museo en la actualidad. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 63:** Escalera gótica de la primera planta de la casa de los escudos en la actualidad. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 64:** Planta baja, primera y segunda de la casa la bajada a San Pablo, según F. León antes de la intervención. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español, p. 141

8. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

- **Ilustración 65:** Planta baja, primera y segunda de las Casas Colgadas intervención de Fernando Alcántara. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 66:** Alzado y secciones de las Casas Colgadas intervención de Fernando Alcántara. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 67:** Planta baja, primera y segunda Casa de la bajada a San Pablo, proyecto F. León. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español
- **Ilustración 68:** Alzados actuales de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 69:** Interfaz AutoCAD con proceso de planimétrica. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 70:** Base planimétrica planta sótano, baja, primera y segunda de las Casas Colgadas como arquitectura doméstica. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 71:** Introducción de la planimetría de AutoCAD en revit. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 72:** Modelado 3d de las Casas Colgadas desde Revit. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 73:** Recreación de las Casas Colgadas como arquitectura doméstica Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 74:** Recreación de las Casas Colgadas como arquitectura doméstica Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 75:** Fotografía de las Casas Colgadas hacia 1895. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español.
- **Ilustración 76:** Fotografía de las Casas Colgadas como arquitectura doméstica. Fuente: Las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español.
- **Ilustración 77:** Iconos de Unity y Vuforia para ayudar a la educación a través de la realidad aumentada. Fuente: Unity Technologies. Unity. <<https://unity.com/es>>
- **Ilustración 78:** Aplicación Realidad Aumentada realizada con Vuforia. Fuente: Blog emiliusvgs. <https://emiliusvgs.com/vuforia-studio/>
- **Ilustración 79:** Videojuego Pokémon Go basado en la realidad aumentada y su localización. Fuente: Zeroghan. Pokemongohub. <<https://pokemongohub.net/>>
- **Ilustración 80:** Las Casas Colgadas, hacia 1905 (izqda.) y después de su remodelación de 1966 (dcha.). Fuente: Elaboración por el autor a partir de las fotografías de la Colección Fundación March.

- **Ilustración 81:** Planta baja de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español. Fuente: Elaboración por el autor a partir de las fotografías de la Colección Fundación March.
- **Ilustración 82:** Planta primera de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español. Fuente: Elaboración por el autor a partir de las fotografías de la Colección Fundación March.
- **Ilustración 83:** Planta segunda de las Casas Colgadas y el Museo de Arte Abstracto Español. Fuente: Elaboración por el autor a partir de las fotografías de la Colección Fundación March.
- **Ilustración 84:** Pantalla inicial de Unity, creación de un nuevo proyecto en Unity. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 85:** Interfaz de Unity. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 86:** Adicción del motor de Vuforia en Unity. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 87:** Creación de una cámara de Vuforia en Unity. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 88:** Ideación ImagenTarget para aplicación de las Casas Colgadas. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 89:** Obtención del código de licencia de Vuforia. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 90:** Obtención de la base de datos de una imagen en Vuforia. Fuente: Elaboración por el autor
- Ilustración 91: Obtención de la base de datos de una imagen en Vuforia. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 92:** Agregación de cámara de realidad aumentada a través de Vuforia en Unity. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 93:** Inserción de una ImagenTarget en Unity. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 94:** Introducción de licencia en la cámara de realidad aumentada de Vuforia en Unity. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 95:** Puntos de reconocimiento según Vuforia de la ImagenTarget. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 96:** Introducción de la ImagenTarget elegida en Unity. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 97:** Inserción del modelo volumétrico en Unity. Fuente: Elaboración por el autor

8. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

- **Ilustración 98:** Creación de un nuevo material en Unity. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 99:** Editar material añadiendo textura a través de una imagen. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 100:** Aplicación de los materiales a los elementos del modelo volumétrico. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 101:** Ajuste de materiales en los elementos del modelo volumétrico en Unity. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 102:** Creación del archivo instalador para dispositivo móvil. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 103:** Elección del sistema operativo del dispositivo móvil. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 104:** Vista de la aplicación instalada en el dispositivo móvil. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 105:** Vista de la ImagenTarget sin usar la aplicación. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 106:** Vista de la ImagenTarget usando la aplicación, aparece el modelo volumétrico. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 107:** Vista de la ImagenTarget usando la aplicación, aparece el modelo volumétrico. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 108:** Situación posible baliza punto inicial de la aplicación. Fuente: Elaboración por el autor con ayuda de Google Maps.
- **Ilustración 109:** Vista de la ImagenTarget usando la aplicación, aparece el modelo volumétrico. Fuente: Elaboración por el autor
- **Ilustración 110:** Los 17 objetivos de desarrollo sostenible de la ONU. Fuente: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

