

# LA REALIDAD VIRTUAL COMO MÉTODO PARA EL APRENDIZAJE Y DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA

TRABAJO FIN DE GRADO, GRUPO Ñ  
AUTOR: FRANCISCO JAVIER CRUZ VELASCO  
TUTOR: CARLOS ALBERTO RIVERA GÓMEZ

ETSA SEVILLA. GRADO EN FUNDAMENTOS DE ARQUITECTURA. CURSO 2021 - 2022



## Agradecimientos

Tras cinco años de estudios en esta escuela técnica superior de arquitectura de Sevilla, son muchas las personas que merecerían mi agradecimiento desde estas líneas, ya que estoy seguro que sin ellos, nada hubiera sido posible.

En primer lugar, mi familia, nadie como ellos conocen los altibajos que he sufrido a lo largo de esta etapa de mi vida, y en todo momento han estado apoyándome y al servicio de todo lo que necesitara día tras día, sobre todo cuando esos días se quedaban cortos de horas para poder hacer todo lo que tenía por delante, pero jamás dejaban de apostar por mí y por el cumplimiento de mi sueño, llegar a ser Arquitecto.

Del mismo modo, quisiera dar gracias a mis amigos y compañeros de la escuela, son muchas las buenas personas que me llevo de mi período como universitario, personas que jamás les importó dejar lo que tuvieran que hacer por echar una mano en todo lo que me fuera necesario, a pesar de estar igual de agobiados que yo.

Por último, me gustaría agradecer a todos y cada uno de los profesores por los que he pasado a lo largo de cada asignatura, pues son los que me han transmitido los conocimientos, la capacidad y sensibilidad necesaria para el desarrollo de esta bonita profesión, en especial a mi tutor de TFG, Carlos Alberto Rivera Gómez por su compromiso, disponibilidad, colaboración, apoyo y constancia, estando disponible a través de cualquier medio.

## Resumen

Nuestra sociedad se encuentra inmersa en plena era digital, las nuevas tecnologías han permitido un gran avance en el ámbito digital hasta el punto en el que muy pocas profesiones no se ven beneficiadas por ellas.

Pero estos cambios tecnológicos no solo afectan al ámbito profesional, también la docencia se está transformando por medio de la digitalización.

En el ámbito de la arquitectura encontramos el reemplazo de un proceso de diseño lineal aferrado en la evolución morfológica de un objeto determinado por las posibilidades que ofrece la manipulación de grandes volúmenes de información a partir del uso de tecnologías, lo que nos conduce al estudio de cómo ha ido evolucionando el aprendizaje y el desarrollo de la arquitectura actual mediante estos métodos.

Una de las herramientas de mayor interés para aplicar en la docencia es la Realidad Virtual, ya que permite percibir ideas abstractas y procesos en los que no existen representaciones o modelos previos, un camino por el cual podemos aprender o hacer algo con la realidad que antes no podíamos hacer.

La realidad virtual está considerada como una de las tecnologías más factibles a utilizar en la enseñanza, debido a su facilidad para captar la atención de las personas mediante su inmersión e interacción en mundos virtuales.

## Abstract

Our society is immersed in the digital era, new technologies have allowed great progress in the digital field to the point where very few professions are not benefited by them.

These technological changes not only affect the professional field, teaching is also being transformed through digitization.

In the field of architecture we find the replacement of a linear design process clinging to the morphological evolution of a determined object by the possibilities offered by the manipulation of large volumes of information from the use of technologies, which leads us to the study of how the learning and development of current architecture has evolved through these methods.

One of the most interesting tools to apply in teaching is Virtual Reality, since it allows us to perceive abstract ideas and processes in which there are no previous representations or models, a path by which we can learn or do something with reality that we used to we couldn't do.

Virtual reality is considered one of the most feasible technologies to use in teaching, due to its ease in capturing people's attention through their immersion and interaction in virtual worlds.

## Palabras claves

Arquitectura digital, Realidad virtual, Interacción, Nuevas tecnologías, Internet, Tecnología educativa.

## Keywords

Digital architecture, Virtual reality, Interaction, New technologies, Internet, Educational technology.

## Índice

Agradecimientos

Resumen

Palabras claves

1. Introducción

1.1- Justificación del estudio

1.2- Alcance

2. Objetivos

2.1- Objetivos de desarrollo sostenible

2.2- Nivel profesional

2.3- Interés personal

3. Estado de la cuestión

3.1- Generalidades sobre digitalización

3.2- Realidad virtual en la arquitectura

3.2.1- Percepción del espacio arquitectónico mediante realidad virtual

3.2.2- Realidad virtual como Arquitectura de Información

3.2.3- Realidad virtual en la docencia

3.3- Arquitectura digital

3.3.1- Digitalización de la docencia tras la pandemia por COVID-19

3.3.2- Digitalización de la arquitectura mediante herramientas BIM

3.3.3- Difusión de la arquitectura digital

4. Caso de estudio

4.1- Fran Silvestre

4.2- La arquitectura de Fran Silvestre

4.3- Medios de Difusión empleados por Fran Silvestre Arquitectos

4.4- Ejemplo de una obra mostrada mediante realidad virtual.

5. Conclusiones

6. Bibliografía

6.1- Referencias bibliográficas

6.1.1- Artículos

6.1.2- Trabajos Fin de Grado

6.1.3- Tesis Doctorales

6.1.4- Libros

6.1.5- Páginas web

6.2- Figuras

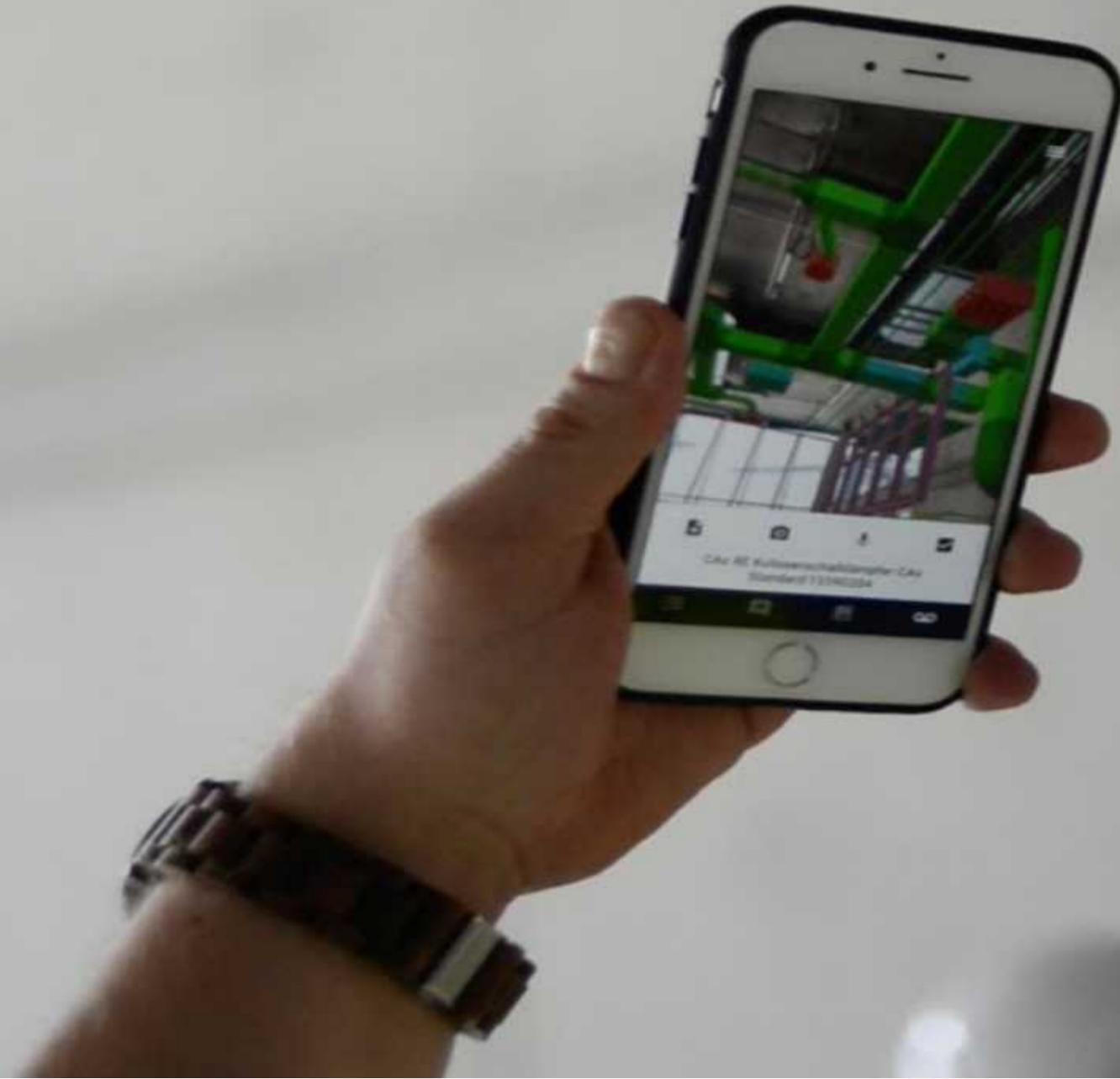


Fig. 01. Realidad aumentada.

## 1. Introducción

## 1. Introducción

### 1.1- Justificación del estudio

Dado que nos encontramos inmersos en plena era digital, parece necesario el estudio de los últimos avances digitales aplicados a la arquitectura, de manera que este estudio pueda servir para mejorar los métodos de aprendizaje y desarrollo de la profesión.

El desarrollo de la arquitectura por medio de herramientas digitales está en continuo avance y transformación, estas herramientas han transformado los métodos de representación, de cálculo estructural, de estimación de costes por la construcción, de cálculo de la eficiencia energética de los edificios que se proyectan, etc.

### 1.2- Alcance

Se delimita el ámbito del estudio al análisis de la aplicación de la realidad virtual como método para mejorar el actual aprendizaje y desarrollo de la arquitectura, utilizando como caso de estudio una vivienda en construcción del arquitecto Fran Silvestre, en la cual se realizarán imágenes en 360º para a partir de ellas generar un vídeo que nos muestre todo el desarrollo constructivo de la misma.

# **OBJETIVOS** DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Fig. 02. Objetivos de desarrollo sostenible.

## 2. Objetivos

### 2.1- Objetivos de desarrollo sostenible

Los objetivos de este trabajo con respecto a los objetivos de desarrollo sostenible, son los siguientes:

- Objetivo 4. Educación de calidad.

Se pretende mejorar los métodos empleados hasta ahora en la docencia de la arquitectura con la utilización en ella de las herramientas de realidad virtual.

- Objetivo 11. Ciudades y comunidades sostenibles.

Con la aplicación de la realidad virtual, se podría proporcionar información de procesos constructivos a los países menos adelantados para que estos puedan construir con recursos y materiales locales edificios sostenibles y resilientes.

- Objetivo 12. Producción y consumo responsable.

Al tratarse de una herramienta con capacidad de establecer una gran precisión en el ámbito constructivo, se pretende reducir la generación de desechos, consiguiendo una gestión más eficiente de los recursos naturales.

- Objetivo 13. Acción por el clima.

La arquitectura tiene un papel muy importante en la lucha contra el calentamiento global, por lo tanto, si mejoramos los métodos de aprendizaje y desarrollo de la arquitectura, estaremos contribuyendo con la acción por el clima.

### 2.2- Nivel profesional.

La arquitectura es una profesión en continuo avance, de manera que un arquitecto nunca deja de aprender arquitectura conforme va desarrollando la profesión, por ello mismo, a nivel profesional, el objetivo de este trabajo es tener la posibilidad de aplicar las técnicas y métodos estudiados en este proceso de aprendizaje en la escuela de arquitectura, para el futuro desarrollo de la profesión.

### 2.3- Interés personal.

Al igual que la mayoría de jóvenes estudiantes de la actualidad, nos encontramos inmerso en plena era digital, por ello, el interés por la aplicación de las nuevas tecnologías está presente en todas las modalidades profesionales, y en el ámbito de la arquitectura, podemos obtener al desarrollarlas, una mayor precisión técnica en el desarrollo constructivo.



Fig. 03. Realidad virtual.

### 3. Estado de la cuestión

#### 3.1- Generalidades sobre digitalización

Al estudiar la transformación de los métodos de aprendizaje de la arquitectura a través de los medios digitales, encontramos el reemplazo de un proceso de diseño lineal aferrado en la evolución morfológica de un objeto determinado por las posibilidades que ofrece la manipulación de grandes volúmenes de información a partir del uso de tecnologías, lo que nos conduce al estudio de cómo ha ido evolucionando el aprendizaje y el desarrollo de la arquitectura actual mediante estos métodos.

La arquitectura se ha visto afectada por el impacto de las tecnologías de la información, generando un indiscutible progreso en cuanto al intercambio de información entre la generación de un proyecto y su posterior ejecución.

Podríamos establecer como punto de partida de esta tendencia el uso de los sistemas de diseño asistido por computador (CAD), introducidos tanto en la educación como en la práctica de la arquitectura, pero la búsqueda por avanzar en las técnicas de prototipado rápido, dio lugar al empleo del modelamiento tridimensional. La llegada de las tecnologías y su implementación mediante el modelo BIM<sup>1</sup> han introducido también un entorno de trabajo diferente al tradicional, constituido a través de un cambio en la separación entre las intenciones de diseño, los medios de ejecución y las modalidades de uso de un edificio, restableciendo el vínculo entre arquitectura y construcción.

Nos encontramos en un período en el que está emergiendo una arquitectura sin precedentes, esto es consecuencia de la constante asimilación de los nuevos materiales y las técnicas de producción digital.

El desarrollo tecnológico conlleva cambios en los procesos y conceptos que determinan el diseño y el valor estético de las obras arquitectónicas.

La arquitectura se encuentra en un período de transición por la velocidad de los cambios tecnológicos.

“Tanto las ideas como las formas que caracterizan la arquitectura de un determinado período histórico, responden en gran medida a los medios y los modos de producción de su tiempo”<sup>2</sup>

La arquitectura digital ha generado interés en los materiales, los procesos y las herramientas de producción digital, estos elementos son esenciales para una nueva materialidad en la que la información y el fenómeno se tornan en materiales de trabajo para el arquitecto.

La arquitectura digital ha restablecido el vínculo con la naturaleza que se había perdido con la revolución industrial, dejando de ser un modelo estético para pasar a ser un modelo de eficiencia productiva y funcional.



Fig. 04. Dibujo arquitectónico delineado a mano.

1. BIM Building Information Modeling. Metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción.

2. (David Humberto Abondano Franco en DE LA ARQUITECTURA MODERNA A LA ARQUITECTURA DIGITAL)

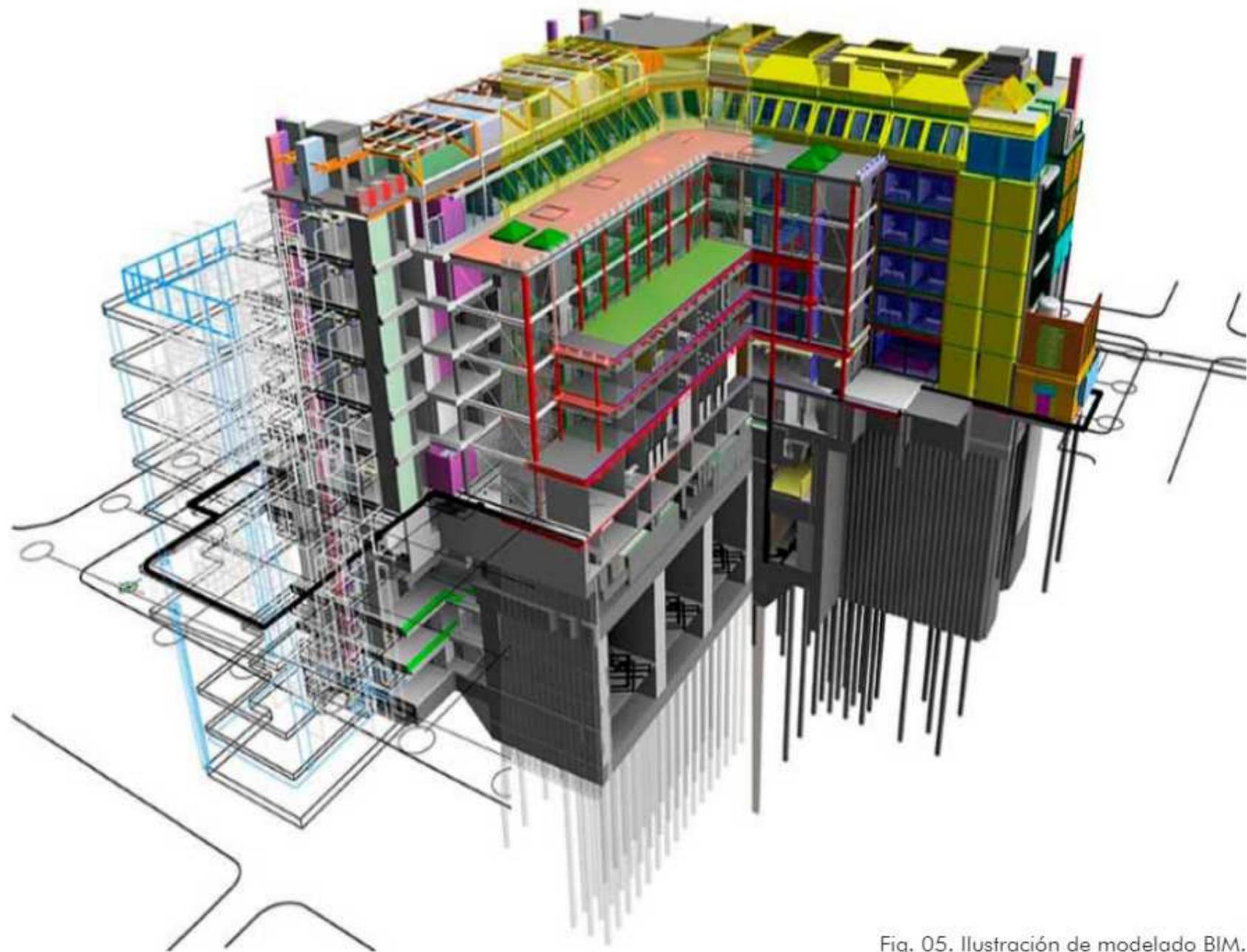


Fig. 05. Ilustración de modelado BIM.

“El empleo de los dibujos y los modelos digitales en la arquitectura, tienen una doble intención, los procesos de ideación en el que el diseñador se comunica consigo mismo, y los procesos externos en los que se comunican la evolución de las ideas o las soluciones para evaluar el proyecto y construir el edificio”<sup>1</sup>.

Los dibujos de un proyecto arquitectónico se producen de forma separada, y por ello su información también queda fragmentada, sin embargo, el modelo digital permite extraer múltiples representaciones que contiene toda la información, es decir, son estructuras de información que permiten generar, evaluar y representar un diseño.

Desde este modelo digital, podemos conocer el área de las superficie para la estimación de costes, su eficiencia energética, permite analizar estructuralmente sus componentes o hacer mediciones de materiales, de este modo, se puede reproducir la complejidad de la realidad ya que permite trabajar con una gran variedad de variables. Pero para ello, estos modelos deben ser utilizados para predecir más que para describir el proyecto.

También los modelos digitales se emplean en los procesos constructivos de las edificaciones, mediante técnicas de fabricación digital, por lo que permiten automatizar tareas del proceso constructivo y, por consiguiente, optimizarlo.

### 3.2- Realidad virtual en la arquitectura

Se trata de una sofisticada tecnología de simulación digital cuyo origen se establece en algunas películas de ciencia ficción a principios de los años 90.

“Lo que define un sistema de realidad virtual es la capacidad de estimular e inducir los sentidos a los que se dirige, cuantos más sentidos estén implicados, mayor será la intensidad de la experiencia simulada”<sup>2</sup>.

Esta técnica permite percibir ideas abstractas y procesos en los que no existen representaciones o modelos previos, un camino por el cual podemos aprender o hacer algo con la realidad que antes no podíamos hacer.

Para que un sistema pueda ser considerado de realidad virtual, debe generar digitalmente un entorno tridimensional en el que el usuario pueda interactuar con los objetos que encuentre dentro de él.

Podemos distinguir tres tipos de realidad virtual:

- Sistemas de sobremesa. Presenta el entorno digital en la pantalla de un dispositivo en el que el usuario puede interactuar y desplazarse por él.
- Sistemas proyectivos. Intenta proporcionar la sensación de inmersión proyectando en las paredes de un espacio cerrado imágenes del mundo virtual.

1. (Situación actual de la arquitectura digital: El largo camino del píxel a la realidad. Laura Muñoz Pérez).

2. (¿Qué es la realidad virtual?. Diego Levis. Año 2006).

- Sistemas inmersivos. Mediante un casco de visualización estereoscópica que aísla al usuario del entorno real. Un híbrido de este sistema es considerada la realidad aumentada, mediante cascos semi-inmersivos que superponen imágenes sintéticas con el entorno físico real.

### 3.2.1- Percepción del espacio arquitectónico mediante realidad virtual

Consiste en una herramienta para explorar el espacio virtual, mediante la sensación de presencia que provoca en el usuario con la capacidad de observar el entorno digital dirigiendo su mirada en cualquier dirección. Para ello, es muy importante controlar la posición relativa de su propio cuerpo con respecto a los objetos que lo rodean, y su relación respecto a estos en términos de distancias, tamaños y orientación.

“Los elementos principales a tener en cuenta para la comprensión del espacio son la percepción de la distancia y la profundidad, uno de los principales factores que influyen en la percepción de la distancia es la variación en el tono de los colores con la lejanía, la presencia de líneas paralelas convergentes que refuercen la perspectiva, o el tono azulado con el que los objetos muy lejanos se ven tintados por causa de la atmósfera”<sup>1</sup>.

Ejemplos de aplicación:

Uno de los más significativos desde el punto de vista de la arquitectura, ha sido la reproducción del interior de la Catedral de Santiago de Compostela, un modelo que explora una de las grandes ventajas de la arquitectura virtual, el poder visualizar y experimentar el espacio en construcciones que ya no existen en la realidad.



Fig. 06. Imagen del modelo virtual de la Catedral de Santiago de Compostela.

1. (Uso de la realidad virtual, en la educación del futuro en centros educativos del Ecuador. Liliana Ivett Urquiza Mendoza, Blanca Araceli Auriá Burgos, Sandra Karina Daza Suarez, Flor del Rocio Carriel Paredes y Rosa Isabel Navarrete Ortega. Año 2016).

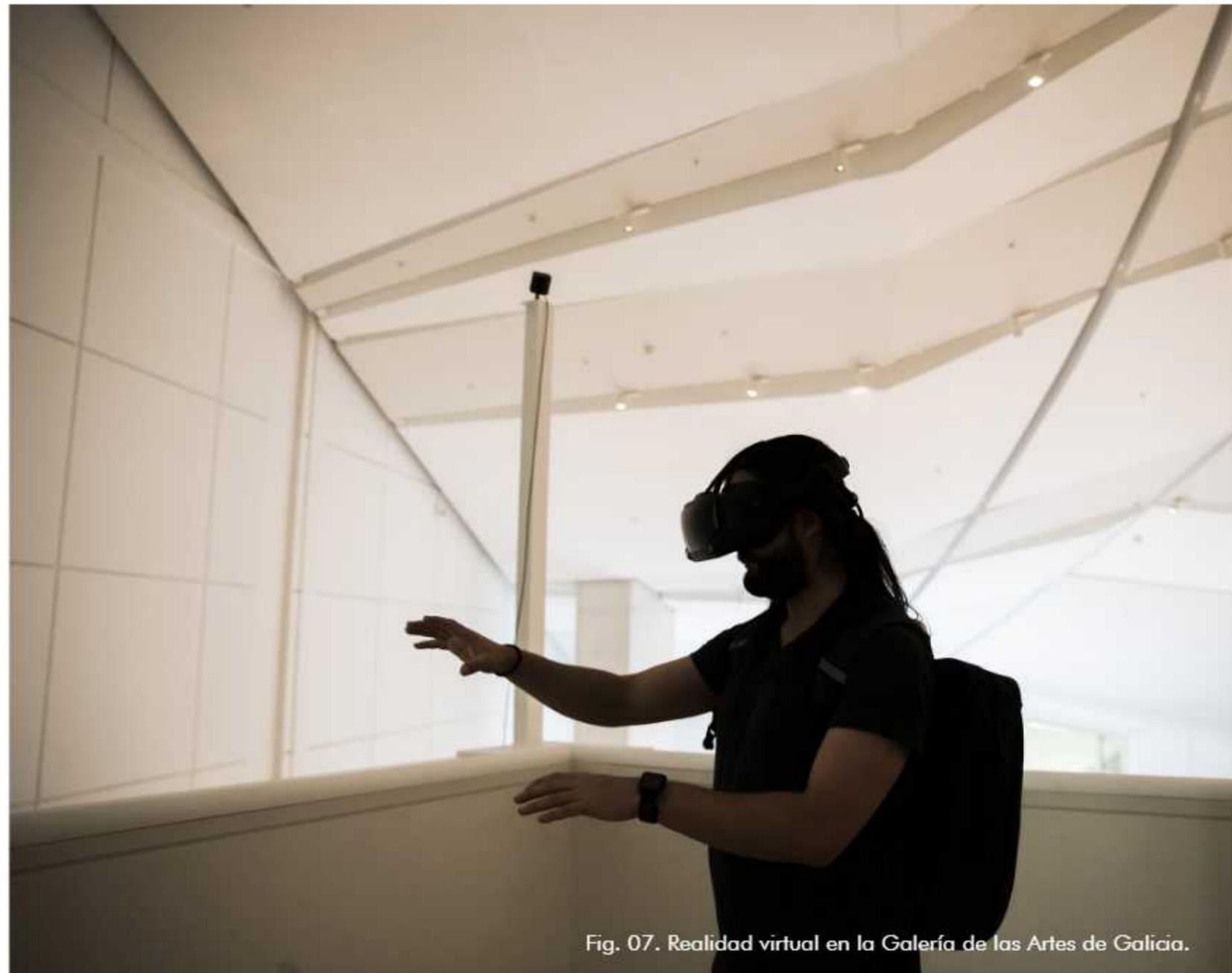


Fig. 07. Realidad virtual en la Galería de las Artes de Galicia.

Otras de las ventajas de la arquitectura virtual es la posibilidad de construir elementos que serían imposible construir en la realidad por cuestiones físicas, como la Galería de las Artes de Galicia, un espacio de exposición virtual desarrollado sobre el museo vacío que ubica una serie de obras realizadas por artistas gallegos en un entorno arquitectónico diseñado sin las restricciones habituales de una construcción real.

Por último, uno de los ejemplos más interesantes, aplica la visualización de arquitectura digital al campo de la arqueología, por ejemplo, en el Museo Vacío de Galicia se ha realizado la reconstrucción de una parte del Castro de San Cibrán de Las, ubicado en Ourense. Consiste en una reconstrucción virtual de una unidad habitacional típica del asentamiento prerromano de San Cibrán de Las.

De esta forma, se consigue una doble función, la difusión al público en general de la información, y el estudio por parte de los especialistas de la vida doméstica en la cultura castrense.

La reconstrucción digital está realizada en torno a la cocina, ya que se trataba del espacio de mayor interés arqueológico, dado que allí se realizaban la mayoría de las actividades sociales.

Esta simulación no se limitó únicamente a la reconstrucción arquitectónica, si no que se incluyeron elementos de la cultura material ubicados en su contexto y poniendo especial atención en la funcionalidad de dichos elementos.



Fig. 08. Reconstrucción del Castro de San Cibrán de Las.

“La tecnología de realidad virtual aplicada a la arquitectura, posibilita nuevas formas de estudiar e interpretar construcciones antiguas, proyectos de construcción, o incluso nuevos paradigmas de arquitectura virtual sin tener en cuenta las restricciones físicas de la arquitectura tradicional. Al aplicarla como en el Museo Vacío de Galicia, se recrea la experiencia de la percepción del espacio en los entornos arquitectónicos”<sup>1</sup>.

1. (Uso de la realidad virtual, en la educación del futuro en centros educativos del Ecuador. Liliana Ivett Urquiza Mendoza, Blanca Araceli Auriá Burgos, Sandra Karina Daza Suarez, Flor del Rocio Carriel Paredes y Rosa Isabel Navarrete Ortega. Año 2016).

### 3.2.2- Realidad virtual como Arquitectura de Información.

La arquitectura de la información está sustentada por seis elementos fundamentales:

- **Definición de los objetivos.** Establece las metas reales.
- **Audiencia.** Identificación de las personas a las que va dirigida la información.
- **Contenidos.** Consiste en seleccionar, clasificar y ordenar los contenidos que abarcará la aplicación informática.
- **Estructura o taxonomía.** Hay que establecer la forma en la que estará estructurada la información (lineal, jerárquica o en red).
- **Sistema de etiquetado y de navegación.** Se deben definir las etiquetas de navegación, de enlace, de cabeceras o títulos, así como el tipo de sistema de navegación que se empleará.
- **Diseño visual.** Consiste en realizar esbozos de los elementos que contendrá cada apartado de la aplicación.

Pero también está relacionada con la arquitectura de la información el diseño de la interacción, aportando los siguientes principios:

- **Anticipación.** Se debe intentar responder a las necesidades y deseos del usuario.
- **Consistencia.** Proporcionar consistencia en la apariencia estética: fuentes, distribución de elementos u objetos en las pantallas, etc.
- **Interfaces explorables.** Proporcionar caminos bien señalizados y permitirles adelantarse en estos.
- **Objetos humanos.** Los objetos humanos deben ser para el usuario bastante familiares.
- **Reducción de la latencia.** Proveer al usuario de respuestas rápidas a cada acción que se realice en el sistema.
- **Navegación visible.** Se debe propiciar al usuario de elementos de navegación siempre visibles en las interfaces.

La arquitectura de la información siempre que esté correctamente elaborada, posibilita reducir los costos de mantenimiento, los procesos de reingeniería, el costo de la búsqueda de información, el costo de construcción y el costo en educación y capacitación.

Lo principal siempre es la experiencia del usuario, ya que representa la forma en la que se siente respecto al uso de un producto informático determinado, permitiendo definir un conjunto de etapas, y cada etapa incluye las actividades que representan los pasos más adecuados a emplear en el proceso de arquitectura de información.



Fig. 09. Una de las aplicaciones de arquitectura de la información

“La arquitectura de la información es el diseño estructural del espacio informacional para facilitar el acceso intuitivo a los contenidos”<sup>1</sup>

Richard Saul Wurman fue el primero en utilizar el término “Arquitecto de la información”, definiéndolo como “la persona que organiza los patrones inherentes en los datos, que hace claro lo complejo y que crea el mapa o la estructura de información que permite a otros encontrar su camino personal al conocimiento”<sup>2</sup>

La realidad virtual está caracterizada por una serie de aspectos fundamentales que la definen, estas especificaciones técnicas con el transcurso de los años, han sido desarrolladas, modificadas y mejoradas, de manera que hoy es posible acercarse a los objetivos reales de esta plataforma que brinda un marco para participar de un mundo irreal.

Un escenario virtual es un espacio de intercambio artificial entre el usuario y el mundo virtual que se simula.

El principal objetivo es la creación de un mundo posible mediante el uso de objetos tridimensionales en el que se establezca una relación entre estos elementos y las personas que interactúan con los mismos.

Diferentes entornos empleados en la arquitectura de la información:

- **Entornos unidimensionales.** Aquellos que por lo general utilizan mucho texto y símbolos.

- **Entornos bidimensionales.** Emplean textos, pero a su vez lo complementan con el uso de figuras.

- **Entornos tridimensionales.** Son los conocidos como realidad virtual.

### 3.2.3- Realidad virtual en la docencia.

La realidad virtual está considerada como una de las tecnologías más factibles a utilizar en la enseñanza, debido a su facilidad para captar la atención de las personas mediante su inmersión e interacción en mundos virtuales relacionados con las diferentes ramas del saber, por lo que permite ayudar en el aprendizaje de los contenidos para cualquier materia que se imparta.

Con esta herramienta se permite la ventaja de inscribir las actividades de los estudiantes en un marco de aprendizaje autónomo y activo, convirtiendo al alumno en el protagonista de su propio aprendizaje, permitiéndole un alto grado de autonomía y creatividad.



Fig. 10. Aprendizaje mediante realidad virtual.

1. James Garret en ELEMENTS OF USER EXPERIENCE 2002.

2. Richard Saul Wurman en (1997)



Fig. 11. Ejemplo de realidad aumentada.

“La espectacularidad, la belleza y el realismo de los edificios virtuales construidos, la gran libertad de movimiento del alumno fruto de la interacción entre el software y el usuario, el estímulo a la creatividad, a la capacidad de respuesta rápida, el desarrollo de ciertas capacidades cognitivas relacionadas con la agilidad mental, el pensamiento lógico y la toma de decisiones, la posibilidad de un aprendizaje divertido y estimulante, son características propias de la tecnología de realidad virtual”<sup>1</sup>.

De este modo, se incrementa la concentración y el rendimiento académico, marcando uno de los posibles caminos de la docencia del futuro en el ámbito de la arquitectura.

A menudo, la realidad virtual puede ser confundida con la realidad aumentada, pero se tratan de términos y herramientas diferentes, ya que la realidad aumentada hace referencia a la combinación de elementos del mundo real y elementos virtuales.

Estos elementos de realidad aumentada se clasifican según ubicación, es decir, se reconocen los elementos virtuales a raíz de sistemas de posicionamiento, o según imágenes, es decir, se reconocen los elementos virtuales con técnicas de reconocimiento de imágenes.

La principal diferencia entre ambas realidades digitales es que la realidad virtual genera un mundo completamente virtualizado, mientras que la realidad aumentada introduce elementos virtuales dentro de espacios reales.

La realidad virtual está presente en el ámbito educativo, y su tendencia va en aumento gracias al desarrollo tecnológico, el abaratamiento de los dispositivos visuales y la universalización del smartphone, por lo que su integración en la docencia de la arquitectura debe ser objeto de estudio, ya que es una realidad social y un nuevo yacimiento de empleo.

La realidad virtual abre la puerta a nuevas posibilidades educativas y a un aprendizaje experiencial y significativo, puesto que el propio estudiante se sitúa inmerso en la acción que está sucediendo siendo partícipe de lo que ocurre a su alrededor en el mundo virtual.

Nos encontramos en medio de una sociedad en red, interconectada, intercomunicada, interrelacionada, etc. En la enseñanza los nuevos medios van a influir en los siguientes aspectos curriculares:

- En la nueva formación y actividad de los docentes.
- En la redefinición de los lugares formativos.
- En los enfoques didácticos y en las estrategias de comunicación educativa.
- En la organización del centro educativo y en el papel que debe asumir el alumnado.

1. (La Realidad Virtual, Una Tecnología Educativa A Nuestro Alcance. Emilio R. Escartín. Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”. ISPJAE (Cuba)).

La educación de las generaciones actuales y futuras en una sociedad informatizada, es un reto que debe ser asumido con responsabilidad y sabiduría.

En vez de memorizar hechos, este método pretende que los estudiantes tengan que aprender a localizar, interpretar y combinar creativamente la información, para conseguir aislar, definir y resolver problemas.

Algunas de las excepcionales capacidades de la realidad virtual son la posibilidad de permitir a los estudiantes visualizar conceptos abstractos, observar eventos a escalas atómicas o planetarias, visitar ambientes e interactuar con eventos que la distancia, el tiempo o los factores de seguridad los hacen completamente inalcanzables en condiciones reales.

Estas actividades conducen a la opinión de que los estudiantes podrán alcanzar un mejor dominio, retención y generalización de los nuevos conocimientos en la medida en que se involucren activamente en la construcción de ese conocimiento en situaciones de aprendizaje activo, es decir, aprender haciendo.

Cuando se amplifica la percepción de los sentidos, se puede llegar a sobrepasar algunas de las limitaciones del cuerpo humano. Se puede ver más rápido o más claro, escuchar sonidos con frecuencias que se encuentran fuera del intervalo audible, así como tocar objetos de dimensiones microscópicas o astronómicas que se pueden encontrar a miles o millones de kilómetros de distancia.

Desde este punto de vista, la realidad virtual puede mejorar nuestras experiencias acerca del mundo real. Para algunas personas con discapacidad, la realidad virtual simplemente significa ganar la facultad de percibir objetos y fenómenos del mundo real, lo que para la mayoría de las personas es un hecho común, como ver o escuchar.

En el ámbito de la arquitectura, esta tecnología nos permite pasear por edificaciones que aún no existen en el mundo real, haciendo cambios interactivamente según las diferentes necesidades.

“La realidad virtual presenta amplias posibilidades de aplicación en la enseñanza de la ingeniería y la arquitectura. En algunos países desarrollados, se conoce de una gran cantidad de actividades prácticas curriculares o de investigación que involucra colectivos de estudiantes en experiencias de participación en ambientes de realidad virtual preelaborados o en la misma creación de ambientes virtuales”<sup>1</sup>.

Con este sistema, los alumnos disfrutan el trabajo con los ambientes virtuales, por lo que estas experiencias pueden resultar extremadamente motivadoras.

La realidad virtual de computadora de mesa es más adecuada que la inmersiva para una amplia divulgación y uso de la tecnología.



Fig. 12. Realidad virtual no inmersiva.

1. (La Realidad Virtual, Una Tecnología Educativa A Nuestro Alcance. Emilio R. Escartín. Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”. ISPJAE (Cuba)).

### 3.3- Arquitectura digital

#### 3.3.1- Digitalización de la docencia tras la pandemia por COVID-19.

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, irrumpen con fuerza en la educación durante la década de los 90. Provocando que aumenten las tesis sobre el cambio tecnológico necesario e imprescindible de los sistemas educativos.

Existe una amplia aprobación en señalar que la introducción de la digitalización plantea nuevas demandas sobre el profesorado. Se espera un cambio en sus habilidades, roles e identidad, pasando de ser el detentor del saber a un mediador de la información en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Con las medidas de cierre total o parcial de los centros educativos a nivel global para la contención de la propagación del virus se dejó a millones de alumnos y alumnas fuera de las aulas, llevando a la mayoría de los gobiernos a dar continuidad al derecho a la educación en modalidad remota.

Sin embargo, la pandemia vivida puso de relieve dificultades para materializar con éxito la educación online. La adaptación digital puede estar encontrando barreras referidas a las deficiencias en las infraestructuras

tecnológicas de las viviendas, la ausencia de recursos TIC<sup>1</sup> y las brechas digitales del profesorado y del alumnado.

La pandemia del COVID-19 y el requerimiento inmediato de una educación digitalizada ha alterado las lógicas de trabajo del profesorado de manera forzada.

La respuesta telemática como solución para dar continuidad al derecho a la educación abre nuevas brechas que afectan en mayor medida al alumnado más vulnerable, pero también pone de manifiesto las dificultades del profesorado con menor alfabetización digital.

La digitalización y la disposición de aulas virtuales en los centros no es una realidad generalizada en el contexto andaluz. Contar con estos recursos ante el cierre de los centros facilita la estructuración de las clases, las tareas y la comunicación con el alumnado, sin embargo, el profesorado alerta de que la infraestructura digital de la que se dispone actualmente, no es la más adecuada.

De la noche a la mañana se cambió de una educación presencial en la que todas las personas aprenden al mismo tiempo y en el mismo lugar por una educación en la cual el aprendizaje puede darse en cualquier momento y en cualquier lugar.

Se modificó el rol del profesorado y del estudiante, teniendo el reto de aprender de forma más autónoma. Con el apoyo de la tecnología y buena formación, esto puede implicar una educación más flexible y personalizada.

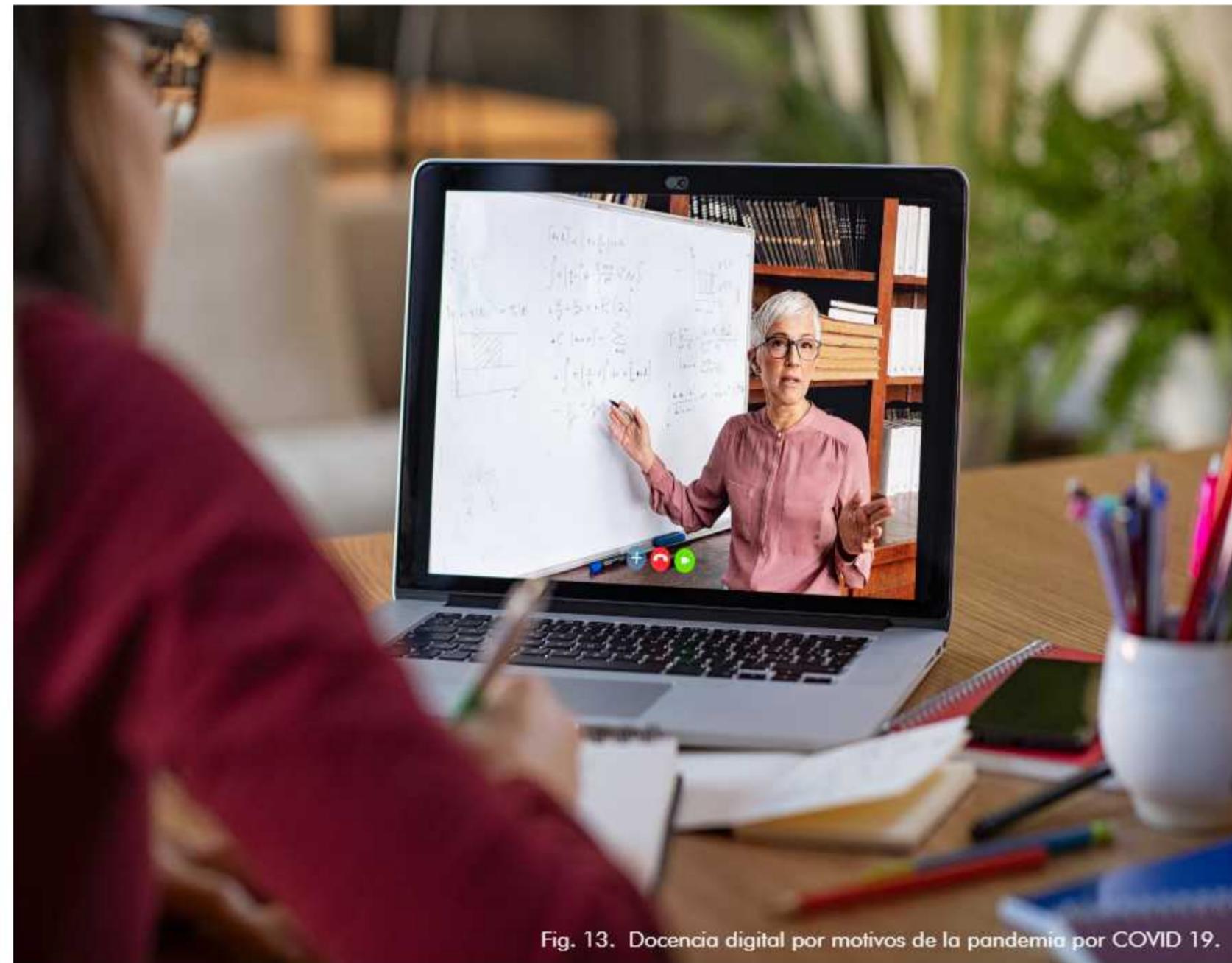


Fig. 13. Docencia digital por motivos de la pandemia por COVID 19.



Fig. 14. Teletrabajo.

El gran reto está en lograr acciones rápidas y guiadas para que este potencial se convierta en mayor calidad y equidad educativa.

Una nueva y mejor educación requiere combinar tecnología de punta, pedagogía de calidad, así como adaptarse a los nuevos escenarios de aprendizaje presencial y virtual que han sido potenciados por la pandemia.

La pandemia mostró que es posible flexibilizar el sistema educativo y avanzar de manera acelerada en la incorporación de nuevas tecnologías con el potencial de mejorar la calidad y equidad educativa, acompañado de políticas y programas bien diseñados.

Las instituciones de educación superior tienen una larga historia de operar en entornos que son inestables e impredecibles. Durante más de ochocientos años han soportado convulsiones políticas, crisis financieras y, recientemente, disrupciones como la globalización y la digitalización de la universidad. Quizás la pandemia de la Covid-19 ha supuesto un antes y un después en la entidad, complejidad y celeridad de estos cambios.

“La Covid-19 ha acelerado la cultura digital de la sociedad. El teletrabajo o la adquisición online de bienes y servicios ha progresado en unos pocos meses el equivalente a décadas. La fuerza de la necesidad ha impuesto la familiarización de profesores y alumnos con plataformas y herramientas digitales de todo tipo. No solo los ciudadanos, muchas empresas han introducido cambios muy

relevantes que han venido para quedarse y ampliarse. La universidad no es una excepción”<sup>1</sup>.

Se han puesto de relieve insuficiencias y debilidades de la educación incluso en algunos países como Finlandia en donde optaron acertadamente hace tres años por potenciar la educación digital de la población adulta en temas específicos como la inteligencia artificial.

El impacto de la pandemia de la Covid-19 nos ha planteado importantes desafíos. El alcance y la escala de estos retos tienen múltiples dimensiones que van más allá de lo digital y exigen cambios en nuestro estilo de vida, así como explotar correctamente tecnologías digitales como la inteligencia artificial, con potencial para asumir los complejos retos medioambientales.

Suele haber cierta confusión entre términos como “transformación digital”, “digitalización” o “disrupción”, tanto en su aplicación a la sociedad como en el ámbito universitario. A efectos de acotar de forma más precisa diferenciaremos sobre todo los conceptos de “transformación digital” y “disrupción”: el primero define la introducción de innovaciones en el ámbito digital pero sin alterar los fundamentos básicos del sistema, por ejemplo, un campus virtual o la introducción de cualquier software que ayude a la gestión de la docencia o investigación, mientras que la disrupción digital introduce cambios relevantes que alteran las bases y los modelos existentes.

1. (La Realidad Virtual, Una Tecnología Educativa A Nuestro Alcance. Emilio R. Escartín. Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”. ISPJAE (Cuba)).

En ambos casos estamos hablando de digitalización, pero con un alcance muy diferente, dado que en el caso de la disrupción, los recursos digitales sí alteran los fundamentos tradicionales del sistema. Mientras que la transformación digital se ajusta a un cambio lineal y progresivo, la disrupción propicia cambios acelerados y exponenciales.

La cuestión no debería ser vista únicamente por las universidades como una mera vertiente de inversiones que con mayor o menor alcance se materializan en dotaciones de las universidades en infraestructuras y equipamientos sin repensar nuestros modelos educativos.

Dar respuesta a la aceleración de la propia digitalización de la sociedad requiere actuar con diligencia.

“La crisis generada por la Covid-19 hay que verla como una oportunidad para la digitalización de la universidad y crear una cultura tecnológica que no solo transforma y moderniza la gestión o nuestro modelo docente universitario actual haciéndolo más disruptivo, sino que nos permite generar data, anticiparnos y liderar los cambios futuros en la propia sociedad”<sup>1</sup>.

La pandemia ha venido a sacudir en gran medida el estado de la cuestión familiarizando a la población en general con el uso de muy diversas herramientas. Y desde hace ya algunos años los estudiantes universitarios forman parte de una sociedad con una gran cultura digital.

La retención de los estudiantes, el incremento de la calidad docente, la empleabilidad y la personalización de la docencia para mejorar la igualdad de oportunidades son retos en los que la inteligencia artificial puede jugar un papel clave.

El gran reto de la inteligencia artificial a partir del data generado es incrementar la calidad docente y el éxito académico o, si se prefiere, la capacidad de minimizar el fracaso. El fin del suspenso. La tecnología actual nos proporciona medios relevantes y efectivos para empoderar el talento y propiciar recursos educativos para que el fracaso estudiantil se reduzca a casi cero.

La Covid-19 puede acelerar la asimilación de la virtualidad, pero la universidad como institución debe reinventar la educación sobre la riqueza de la diversidad de ideas, métodos y culturas.



Fig. 15. Digitalización de las Universidades.

1. Digitalización acelerada: lo que la pandemia le enseñó a la educación. (<https://blogs.iadb.org/educacion/es/digitalizacion-acelerada-lo-que-la-pandemia-le-enseño-a-la-educacion/>).

### 3.3.2- Digitalización de la arquitectura mediante herramientas BIM.

Definición de BIM.

Building Information Modeling (BIM) se trata de una metodología de trabajo digital la cual utiliza modelos 3D digitales como base para diseñar, gestionar, planificar y construir proyectos.

Los modelos 3D en esta herramienta contienen mucho más que solo información gráfica, permitiendo adjuntar propiedades a cada componente del proyecto.

De este modo, los modelos se convierten en un repositorio de información relevante del proyecto que puede ser compartida entre todos los participantes del proyecto.

La metodología BIM puede ser utilizada para cualquier tipo de proyecto, no sólo para edificios: carreteras, puentes y otros proyectos de infraestructura.

“Es un error común pensar que BIM es un software. Se trata más bien de una metodología de trabajo digital porque al utilizar un modelo de coordinación central, BIM conecta a las personas mediante un proceso transparente y permite una gestión fiable y eficiente del proyecto a través de una mejor colaboración”<sup>1</sup>.

Bajo la metodología BIM, cada disciplina dentro del proyecto crea su propio modelo 3D de su correspondiente sección del proyecto y mantiene el control y la

responsabilidad sobre ese modelo.

Cada uno de estos submodelos se combina en un modelo de coordinación central, este modelo contiene toda la información de cada submodelo.

Esta información proporciona a los objetos un significado y los describe usando propiedades como rendimiento energético, tipo de material o peso.

Además, los objetos se pueden vincular a información fuera del modelo, como una especificación de producto o un dibujo detallado.

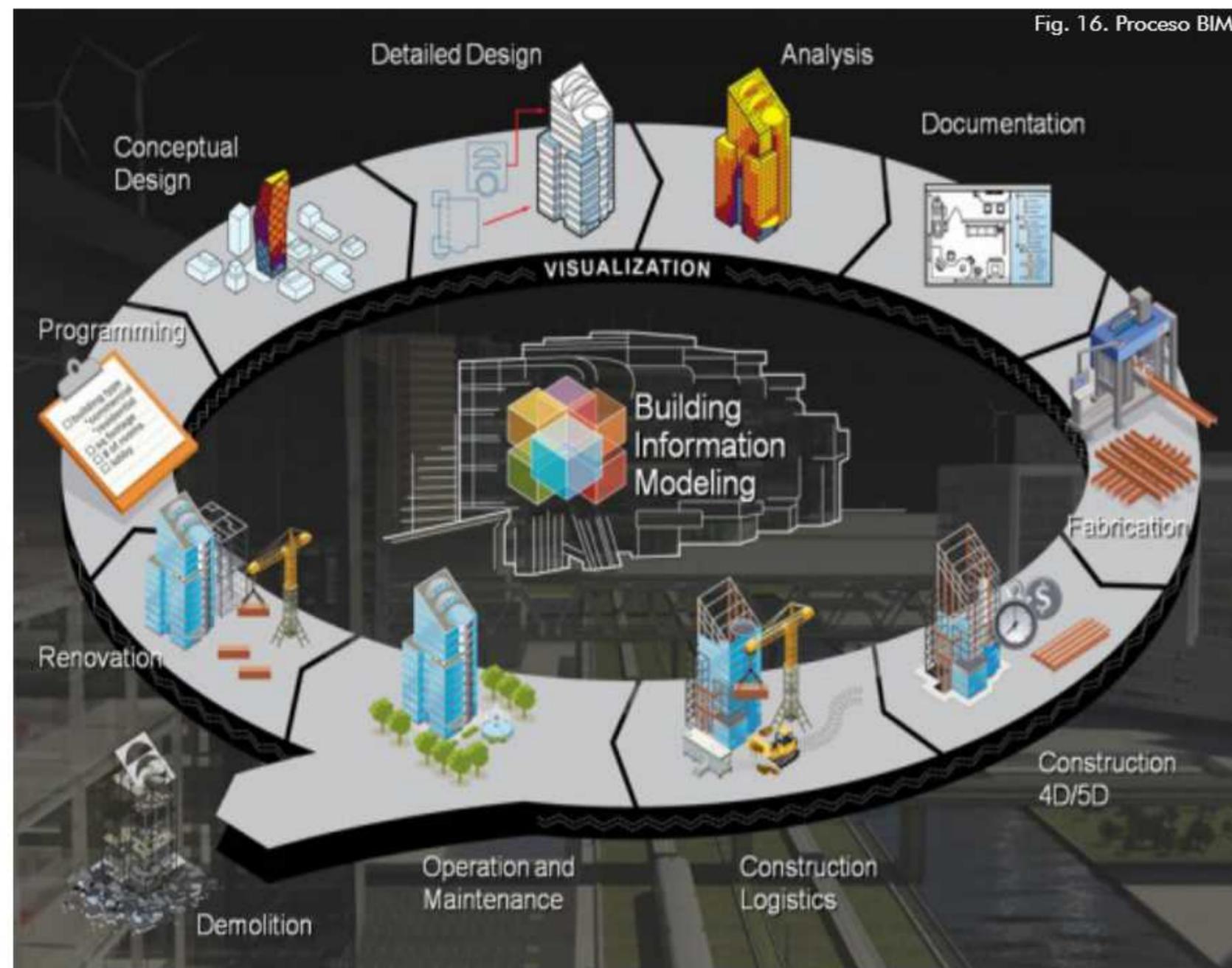
Con este enfoque abierto y colaborativo, las colisiones, los errores y las inconsistencias pueden identificarse desde el principio y rectificarse en la fase de diseño.

Como resultado, se produce un ahorro significativo de tiempos y costes durante la fase de construcción. Y las simulaciones también se pueden realizar en una etapa anterior utilizando el modelo digital central.

La comunicación entre todos los participantes del proyecto se ve optimizada y resulta más eficiente, puesto que todos tienen acceso a la información más actualizada.

El resultado general con BIM es un proyecto de mayor calidad y por consiguiente una obra conseguida también de mayor calidad.

Fig. 16. Proceso BIM.



1. Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura. Andrés López Aguado. Año 2016.

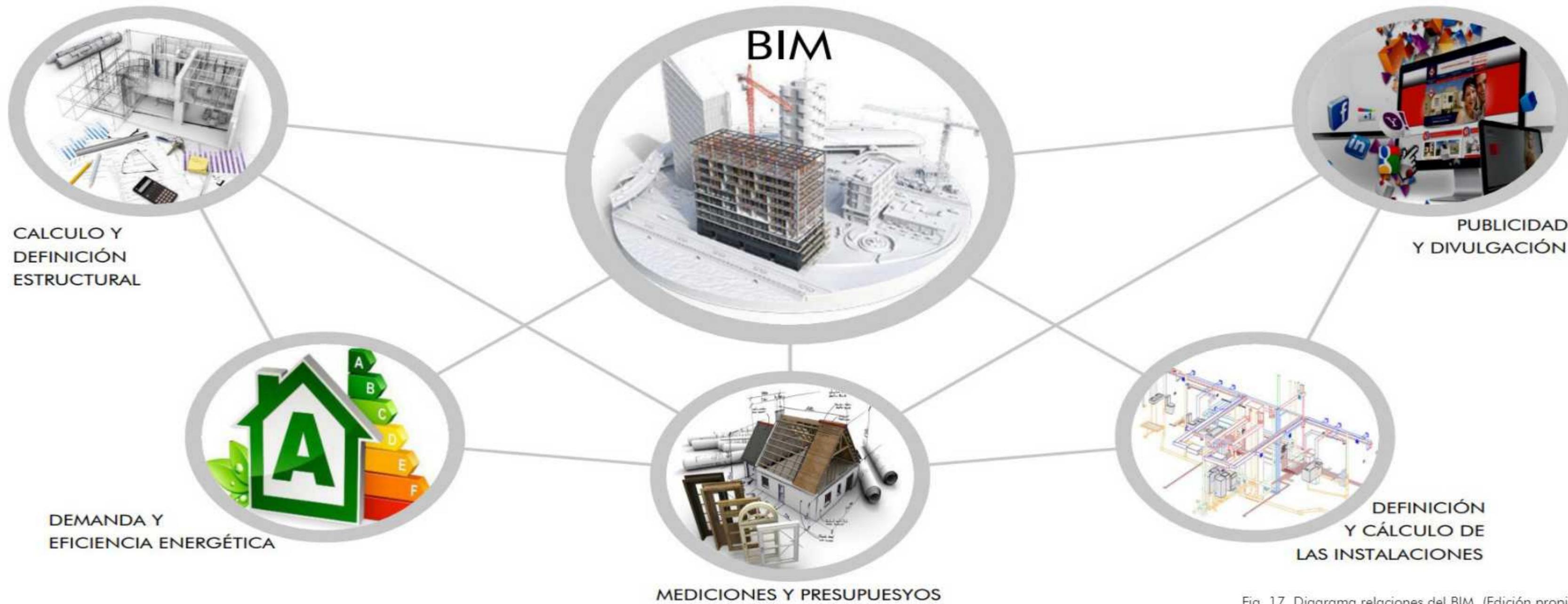


Fig. 17. Diagrama relaciones del BIM. (Edición propia).

### 3.3.3- Difusión de la arquitectura digital

La mayor parte de la arquitectura que conocemos, llega a nosotros a través de libros, revistas, textos pedagógicos y prescriptivos, catálogos comerciales, exposiciones... Pero sobretodo a través de fotografías.

Conocemos aquello que nos rodea arquitectónicamente gracias a la relación existente entre fotografía y arquitectura.

La lucha entre el papel y los recursos digitales terminó en una batalla vencida por los canales digitales, preservada únicamente por algunas publicaciones en papel.

Alrededor del 2006, las estrategias de difusión de los principales valores de la arquitectura nos lleva al estallido producido por las plataformas sociales, siendo estas determinantes en la manera de comunicar.

Estas redes son actualmente una de las herramientas más utilizadas para difundir la cultura y la comunicación, por su globalización y por el enorme espectro de usuarios a los que accedían, así como la aceptación por su parte.

La Evolución del lenguaje, el mensaje y el contenido que se comparten en las redes sociales han superado diferentes etapas, comenzando los primeros años por un sigiloso uso debido a la existencia de un espectro muy reducido de redes sociales.

Pero con el paso del tiempo el número de páginas webs se ha visto tan incrementado que puede resultar difícil buscar y elegir el recurso más idóneo y que mejor se adapte a nuestras necesidades.

Las redes sociales son estructuras sociales compuestas por usuarios que están relacionados de acuerdo a algún criterio, ya sea relación profesional, amistad, parentesco, etc.

Las redes sociales han sido el detonante de la globalización de todo el contenido en internet. A través de ellas la información se expande a una velocidad mayor gracias a la interacción de los usuarios.

“En la modernidad, el éxito de una arquitectura está ligado estrechamente a las condiciones de su difusión en los medios. Uno de los objetivos del historiador de la arquitectura moderna es entender la determinante influencia de los medios”<sup>1)</sup>

En la arquitectura, la comunicación es tan necesaria e importante como en otros ámbitos de estudio tales como el periodismo o derecho. La línea entre un proyecto excepcional y un proyecto decente depende de la capacidad del arquitecto para transmitir la información mediante diferentes recursos y medios.

La arquitectura tuvo que adaptarse rápidamente a una nueva era, un proceso paralelo entre la incorporación de internet y la nueva manera de de proyectar a través de software computacionales.



Fig. 18. Difusión digital.

1. Carmen Rodríguez Pedret. Arquitectura en el Limbo. Los medios de masas y la difusión de la arquitectura moderna. Año 2012.

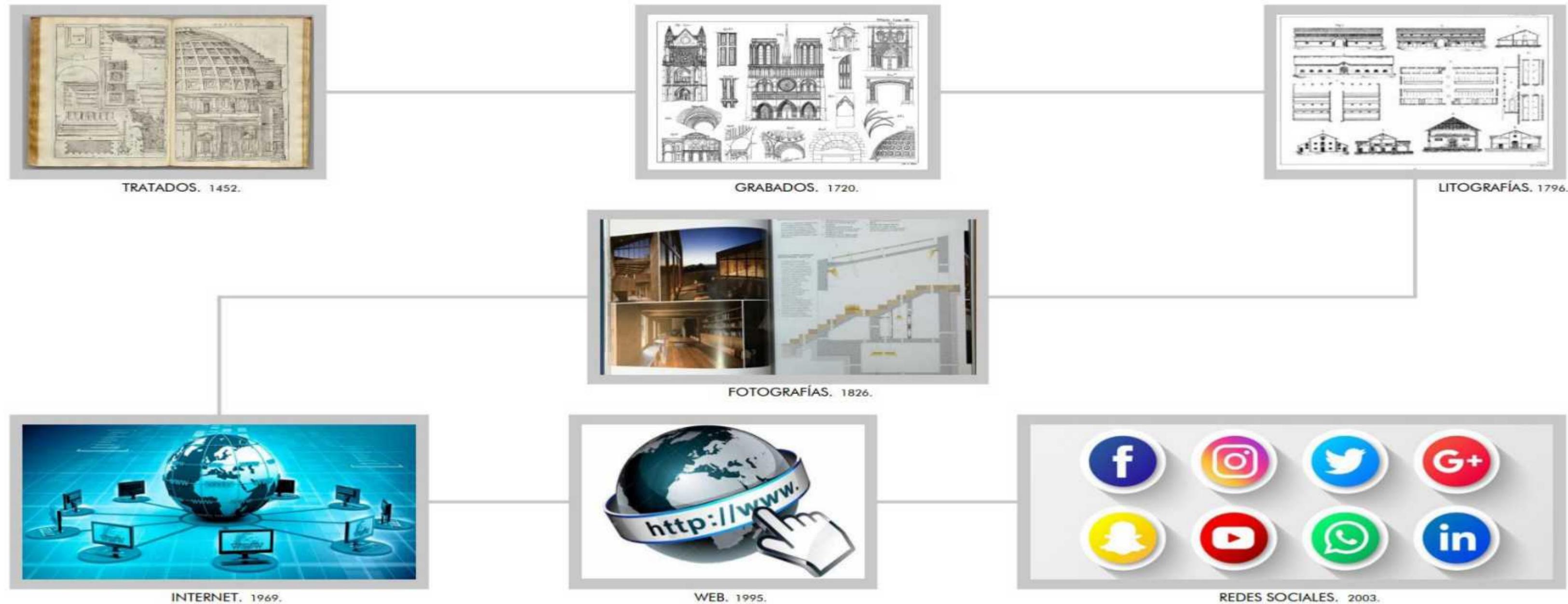


Fig. 19. Diagrama de la Evolución de la difusión de la arquitectura. (Edición propia).



Fig. 20. Imagen virtual de la vivienda de Fran Silvestre en Zahara de los Atunes.



Fig. 21. Fran Silvestre.

## 4. Caso de Estudio

### 4.1- Fran Silvestre

Francisco Silvestre Navarro, Fran Silvestre, nació el 5 de Julio de 1976, se graduó en arquitectura superior en la especialidad de edificación en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia en el año 2001, obteniendo matrícula de honor, y se especializó en planificación urbana en la Technische Universiteit Eindhoven de Holanda un año más tarde obteniendo también matrícula de honor.

Poco después ganó una beca que le permitió trabajar en el estudio de Álvaro Siza en Oporto, con el que colaboró posteriormente en algunos proyectos. También trabajó para el estudio MVRDV.

Posteriormente, formó su propio estudio, Fran Silvestre Arquitectos, con el que ha recibido numerosos premios como el *RedDotAward: Product Design* y actualmente lo compagina con la docencia que lleva impartiendo en la Universidad politécnica de Valencia desde 2006 y en la Universidad Europea desde 2009.

Finalmente, en 2006 recibió el título de doctor arquitecto (cum laude) por la Universidad politécnica de Valencia.

Empezó con proyectos de carácter residencial, viviendas unifamiliares, y es así como poco a poco empieza a consolidar lo que es su propio estudio, donde la arquitectura la desarrollaba Fran y el interiorismo Alvaro Hofmann.

En este punto se genera una simbiosis, una sinergia, de la que surge una unión, una sociedad. A partir de este momento el estudio poco a poco comienza a crecer hasta el día de hoy.

Algunos de los proyectos que ha realizado han obtenido galardones y reconocimientos internacionales, como el premio MHK en Berlín en 2009, el Premio Nagrade Hise en 2011, el Premio de diseño Red Dot en 2013, el de la BEAU, o el IFCC de Nueva York, ambos en 2016.

Asimismo, ha participado en congresos internacionales como el Cityliv, celebrado en Maastricht en 2013, o el Congreso Internacional de Arquitectura de Panamá en 2014.

Su obra ha sido publicada en revistas como GA Houses, On-Site, TC Cuadernos6 o Arquitectura Viva,<sup>7</sup> y libros especializados de arquitectura en editoriales como Taschen y Phaidon Press, y ha sido expuesta en exposiciones celebradas en diferentes países.

## 4.2- La arquitectura de Fran Silvestre

La obra de Fran Silvestre está principalmente influenciada y es fuente del pensamiento de Álvaro Siza. Álvaro Siza es heredero de Fernando Távora y por ende del movimiento moderno, con una clave influencia de Alvar Aalto.

Por otro lado, existe la gran influencia del escultor Andreu Alfaro, quién también busca la reducción de la forma dentro de la escultura, diseñando formas sutiles cargadas con el mismo mensaje que aquellas que se definen con total precisión y detalle.

Partiendo de estos dos referentes, Fran Silvestre Arquitectos intenta llevar a cabo una producción que busca principalmente también esa reducción de la forma.

En lo referente a la estructura, uno de los puntos que más pretenden potenciar es ese atractivo estructural, intentando siempre dar un paso más en cada proyecto, buscando constantemente la innovación, algo que les da mucho juego a la hora de plantear sus diseños.

“Su proceso creativo comienza siempre escuchando al cliente, cuáles son sus deseos y necesidades, que es lo que busca para su proyecto. Y en un siguiente paso, se comienza a trabajar con las manos, a desarrollar dibujos, bocetos y maquetas que cumplan con las exigencias descritas por el cliente”<sup>1</sup>.

Cuando ya se han alcanzado varios prototipos, se seleccionan tres que se le presentan al cliente. En este nivel de proyecto trabajan los planos con una sola línea, sin más definición, para sencillamente plantear distribuciones. En paralelo, el departamento encargado de la visualización 3D desarrolla las infografías necesarias para explicar los proyectos propuestos.

Una vez el cliente ha elegido uno de estos tres proyectos, se empieza a trabajar en el anteproyecto.

Por tanto, la metodología proyectual está fundada en la adopción de tipos, los cuales han sido producto del estudio de las relaciones dimensionales, geométricas y también de los factores de escala.

“El tipo identifica el elemento básico, el principio fundamental del sistema. Este se puede emplear de forma individual o como sistema de agregación, generando unas combinaciones que pueden determinar configuraciones espaciales muy potenciales, a través de la composición o yuxtaposición o también a través de la deformación de la forma simple, alterando los volúmenes generados”<sup>1</sup>.

Una vez resuelto el programa funcional, la representación técnica permite especificar los detalles necesarios para la construcción.

De acuerdo con la esencia proyectual, utilizan materiales y estudian tecnologías y soluciones innovadoras.



Fig. 22. Espacios de la Arquitectura de Fran Silvestre Arquitectos.

1. Estudio, Modelización y Análisis de la estructura de la Casa Balint de Fran Silvestre mediante SAP2000. Laura Robles Barrero. Año 2021.



Fig. 23. Collage de las obras de Fran Silvestre. (Edición propia).

### 4.3- Medios de Difusión empleados por Fran Silvestre Arquitectos

Como hemos comentado anteriormente, los medios de difusión de la arquitectura ha variado bastante con el paso de los años, actualmente gracias a la digitalización de la arquitectura predominan los medios de difusión digitales.

En el caso del estudio de arquitectura de Fran Silvestre Arquitectos, son estos los principales medios de difusión de sus trabajos:

- Página web: [www.fransilvestrearquitectos.com](http://www.fransilvestrearquitectos.com)

En ella publican los proyectos realizados y los resultados de aquellos que han sido ejecutados, Noticias de interés sobre su estudio o los estudios con los que colaboran, hay un apartado de contacto desde el cual se puede hacer consultas y ellos responden a través del correo electrónico, un apartado en el que se presenta mediante imágenes a todo el equipo que forma el estudio describiendo la labor que realiza, También hay un apartado en el que se muestran los diferentes premios obtenidos, las publicaciones realizadas en los diferentes libros y revistas y por último, todas las exposiciones de las que el estudio ha sido partícipe.

- Perfil de Instagram: [fransilvestrearquitectos](https://www.instagram.com/fransilvestrearquitectos)

A través de esta plataforma, el estudio realiza a diario publicaciones de los avances de las obras que están realizando, mediante imágenes virtuales de las viviendas que se encuentran en fase de proyecto, o fotografías de las

viviendas que se están construyendo o ya han sido ejecutadas, de este modo, se tiene un constante seguimiento de los avances que realiza el propio estudio. Este perfil cuenta en este momento con más de 1.300.000 seguidores, y tiene un total de 1.375 publicaciones entre imágenes y vídeos.

- Perfil de Facebook: [fransilvestrearquitectos](https://www.facebook.com/fransilvestrearquitectos)

Este perfil está asociado al perfil de Instagram, por lo que les permite duplicar las publicaciones realizadas en las dos plataformas simultáneamente.

Además de estos medios, como podemos comprobar en la página web oficial del estudio, también realizan numerosas publicaciones en importantes libros y revistas de arquitectura.



Fig. 24. Página web de Fran Silvestre Arquitectos.

Instagram

fran silvestre



Fig. 25. Perfil de Instagram de Fran Silvestre Arquitectos.

fransilvestrearquitectos

Enviar mensaje



1.375 publicaciones 1,3mm seguidores 1.451 seguidos

Fran Silvestre

International studio of #Architecture and #Design based in #Valencia with projects around the world

www.fransilvestrearquitectos.com

Irdsg, jc7arquitectura, modern.architect y 11 personas más siguen esta cuenta



PUBLICACIONES

REELS

VÍDEOS

ETIQUETADAS



Fig. 26. Perfil de Facebook de Fran Silvestre Arquitectos



Fran Silvestre Arquitectos

@FSilvestreArquitectos · Negocio local

Más información

fransilvestrearquitectos.com

Inicio Opiniones Fotos Vídeos Ver más

Álbumes

Ver todos



Fotos de la biografía  
615 elementos



Fotos subidas con el móvil  
12 elementos



Fotos de Instagram  
108 elementos



Fotos de portada  
9 elementos

#### 4.4- Ejemplo de una obra mostrada mediante realidad virtual.

Se trata de una vivienda unifamiliar situada en Zahara de los Atunes, en la provincia de Cádiz, uno de los rincones de costa más evocadores de Andalucía por su paisaje virgen, sus cristalinas aguas y su costa de arena fina.

Zahara de los Atunes se sitúa a los pies de la sierra de Retín y la desembocadura del río Cachón, y sus costas están bañadas por el Océano Atlántico.

Se trata de un pueblo costero y turístico, en el que una de sus principales actividades es uno de los encantos de esta ciudad que además, le da el apellido, como es la almadraba, el arte milenario para pescar atunes en el estrecho.

Uno de los factores que mantienen virgen el territorio y contribuye a la riqueza de la zona, es el área militar de la sierra del Retín.

La parcela en la que se ubica la vivienda, está situada en una ladera con vistas al Océano Atlántico.

Su localización es AR SECTOR CABO DE GRACIA Suelo S-3111391. En un suelo urbano de 2.386 metros cuadrados de superficie.

La vivienda se resuelve en dos plantas, la planta baja situada al nivel de acceso está compuesta por una gran sala de estar de aproximadamente 72 m<sup>2</sup> ocupando una posición central en la vivienda, con una luz de 16,68 m. la cocina se incorpora en este mismo espacio central, caracterizado también por el empleo de grandes cristaleras que incorporan a este espacio la zona de jardín e incluso la piscina que abarcan esa longitud constante de 16,68 metros de anchura.

También en esta planta, se anexan a ese gran espacio central dos cuerpos destinados a dormitorios, uno a cada extremo, siguiendo la misma estética característica de la vivienda con el empleo de grandes ventanales contínuos de suelo a techo y de extremo a extremo de las estancias.

La terraza, además de los espacios de estancia al aire libre, cuenta con una piscina desbordante con vistas a la costa Atlántica.



Fig. 27. Zona de dormitorios de la vivienda.

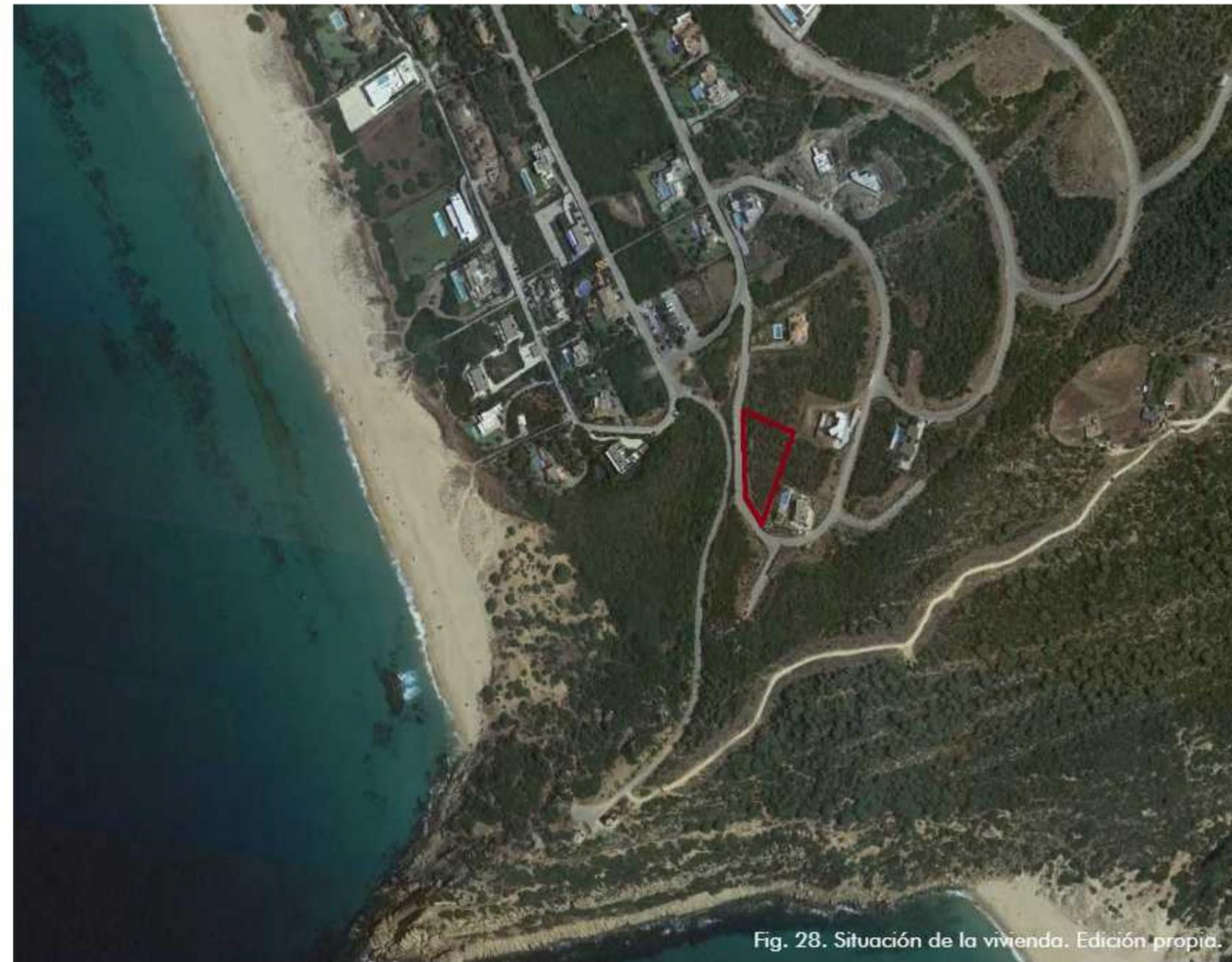


Fig. 28. Situación de la vivienda. Edición propia.

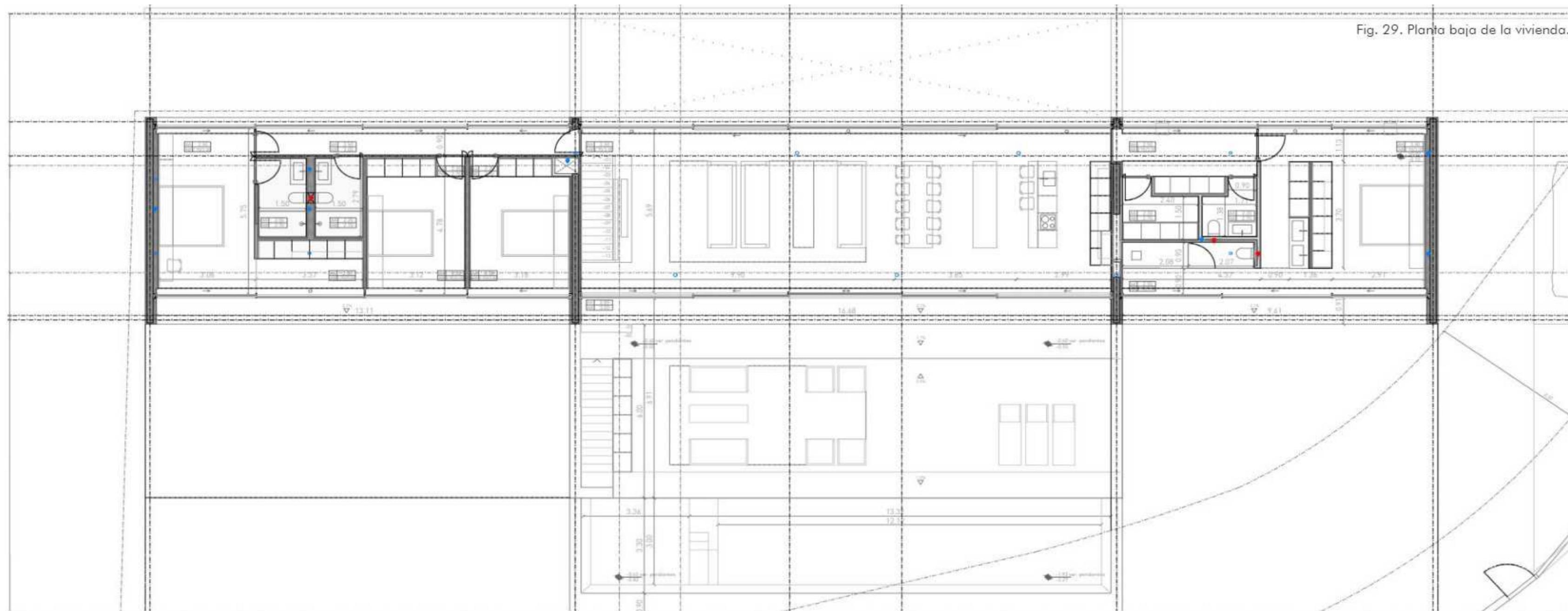


Fig. 29. Planta baja de la vivienda.

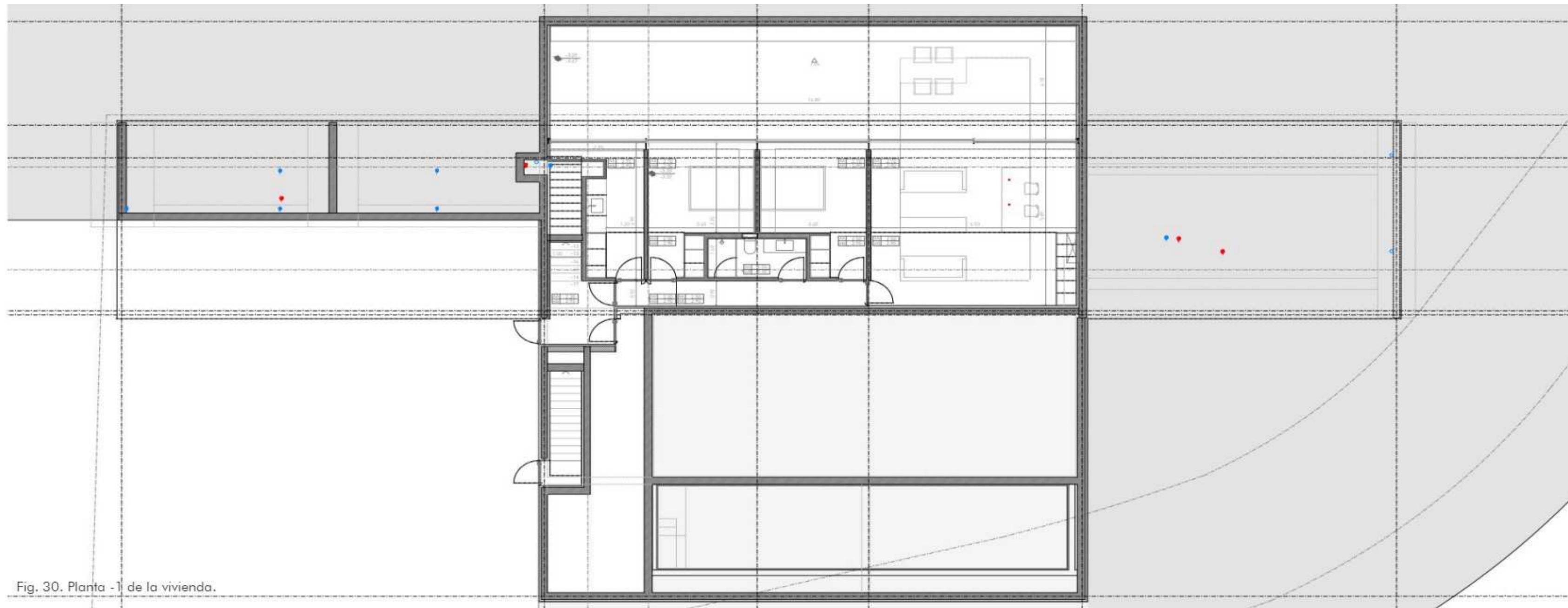


Fig. 30. Planta -1 de la vivienda.



Fig. 31. Sala de música de la vivienda.

El resto de la vivienda se distribuye en la planta -1, esta planta se sitúa a la cota -3,20 m. y en ella nos encontramos con dos dormitorios más, una zona de lavandería y almacén y una sala de música de unos 390 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Todas estas estancias se iluminan mediante el empleo de grandes ventanales contínuos de suelo a techo y de extremo a extremo de las estancias al igual que ocurría en planta baja, pero en este caso, se abren hacia un patio inglés por la parte trasera de la vivienda, como podemos ver en la imagen Fig. 31.

La estructura de la vivienda es de hormigón armado, con elementos volados en el forjado, apoyada sobre una cimentación resuelta por pilotaje profundo por fuste.

La losa de cubierta es de sección variable para poder conseguir las grandes luces que encontramos en la sala de estar de la vivienda, de modo que en los extremos longitudinales de la losa se reduce el canto para dar una sensación de esbeltez, sin embargo en la parte central de esta, el canto de la losa es mucho mayor.

En la zona donde iría colocada la carpintería, en la sección de la losa de cubierta se le ha diseñado un cajeadado para poder ocultar al máximo la carpintería y que el protagonismo de estos espacios lo tengan las transparencias que nos ofrecen los grandes paños de vidrio.

Toda esta estructura de hormigón irá revestida mediante un sistema SATE, para de este modo evitar al máximo la presencia de puentes térmicos en la vivienda.

El falso techo que se colocará, oculta que queden visibles las estrategias constructivas llevadas a cabo, así como las instalaciones y sistemas de stores de las carpinterías.

La cubierta es no transitable, con un pretil muy reducido para no incrementar el grueso de la imagen exterior de la vivienda.

Como podemos observar, se trata de una vivienda con una simplicidad formal basada en una complejidad constructiva, consiguiendo así una imagen del edificio bastante minimalista.



Fig. 32. Zona exterior de la vivienda.

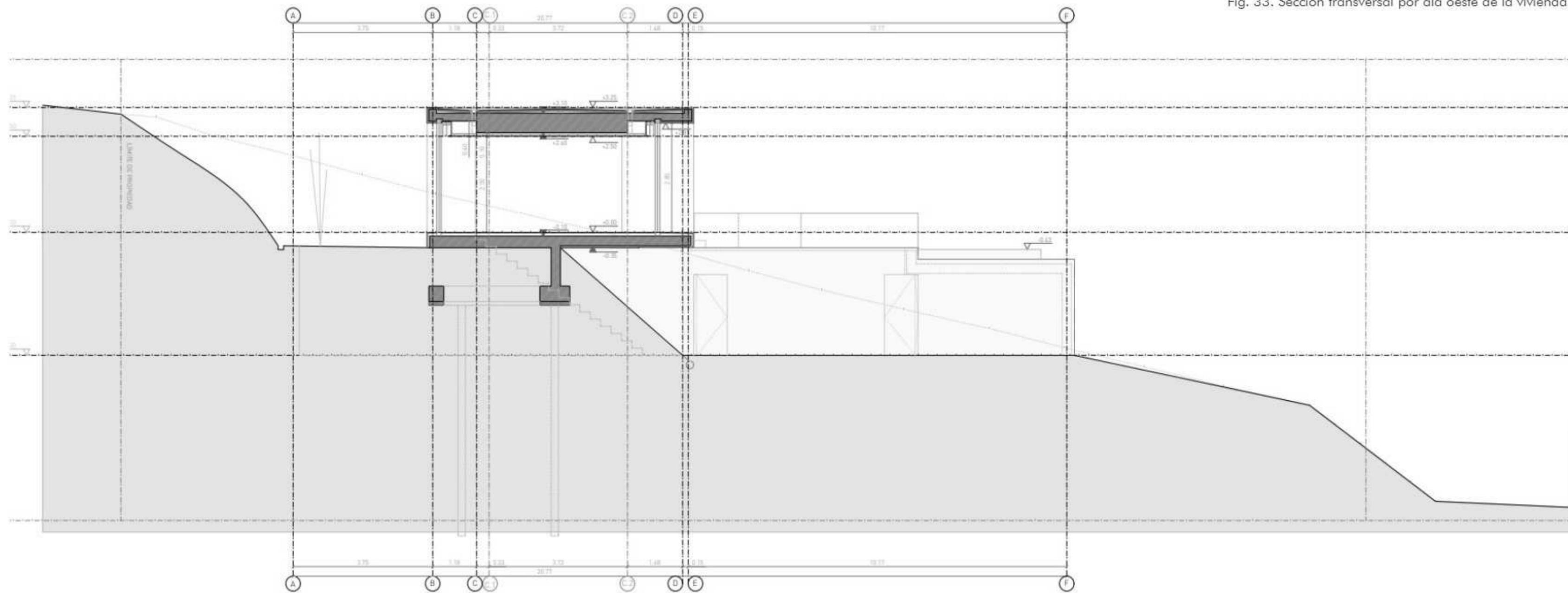
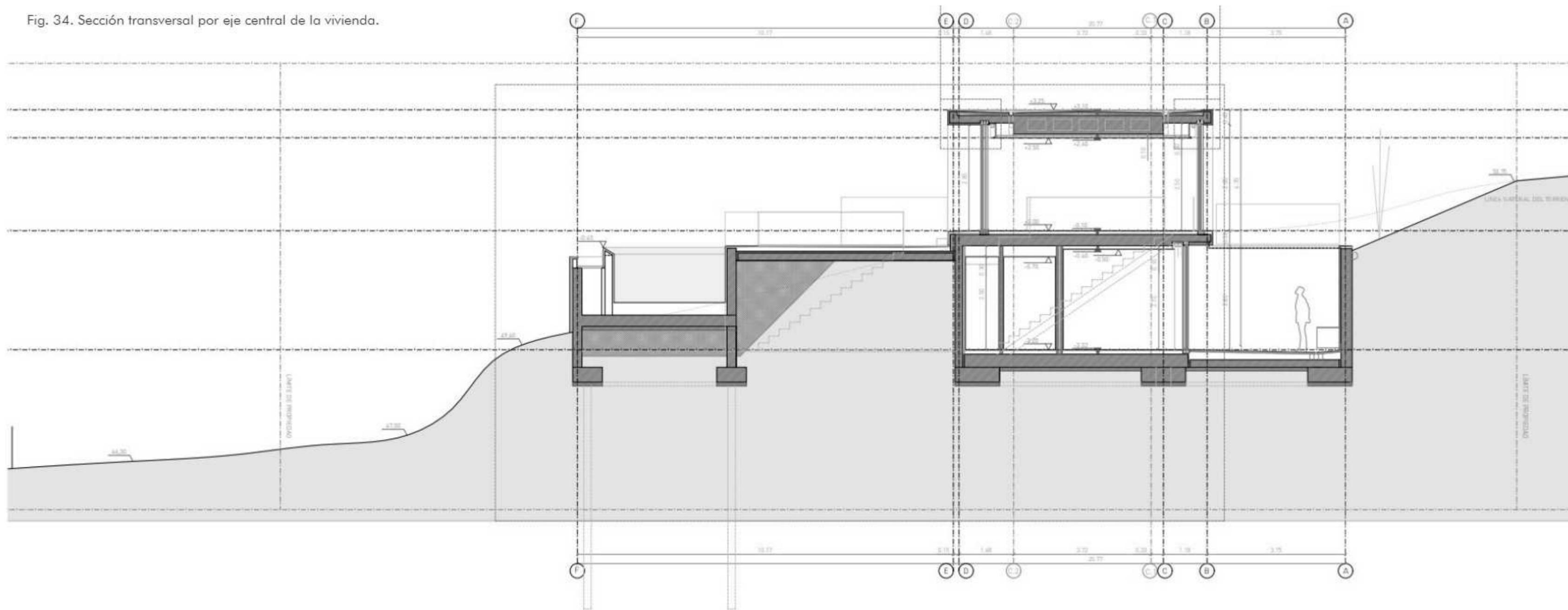


Fig. 33. Sección transversal por ala oeste de la vivienda.

Fig. 34. Sección transversal por eje central de la vivienda.



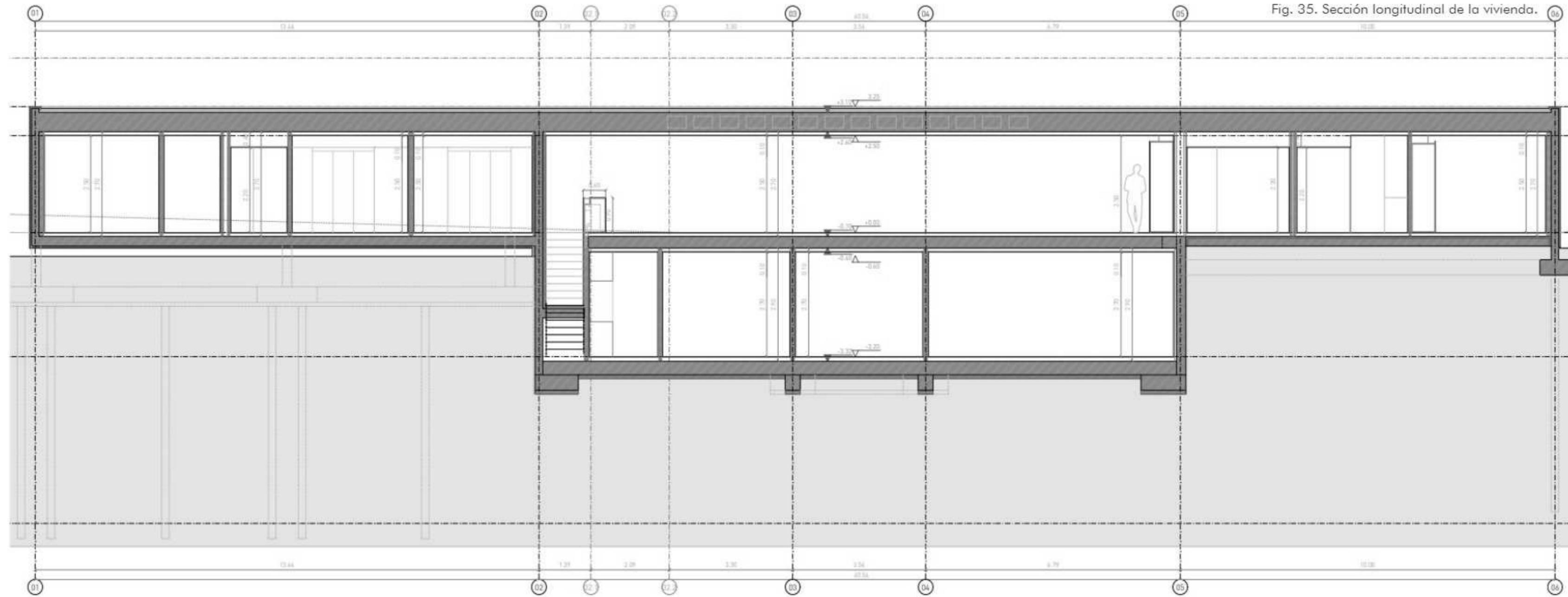
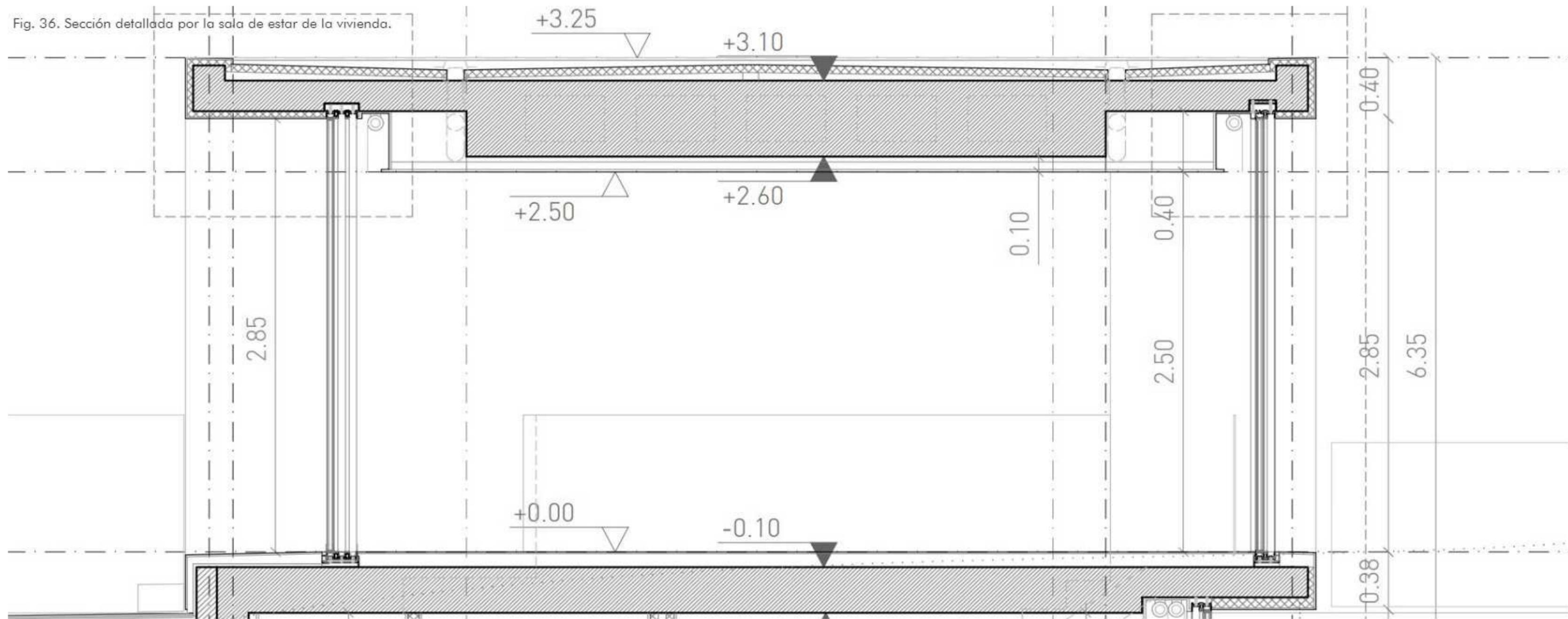


Fig. 35. Sección longitudinal de la vivienda.



A continuación se muestran diferentes imágenes de la visita que pudimos realizar a la obra el día 08 de Junio de 2022 en las que podremos visualizar los avances de la misma así como detalles del proceso constructivo.

Fig. 37. Ubicación de las imágenes de la visita a obra.

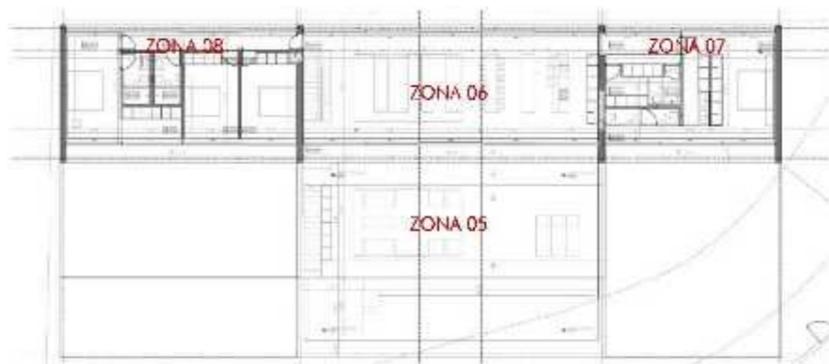


Fig. 38. Visita a la obra 8/6/2022. Imagen propia.

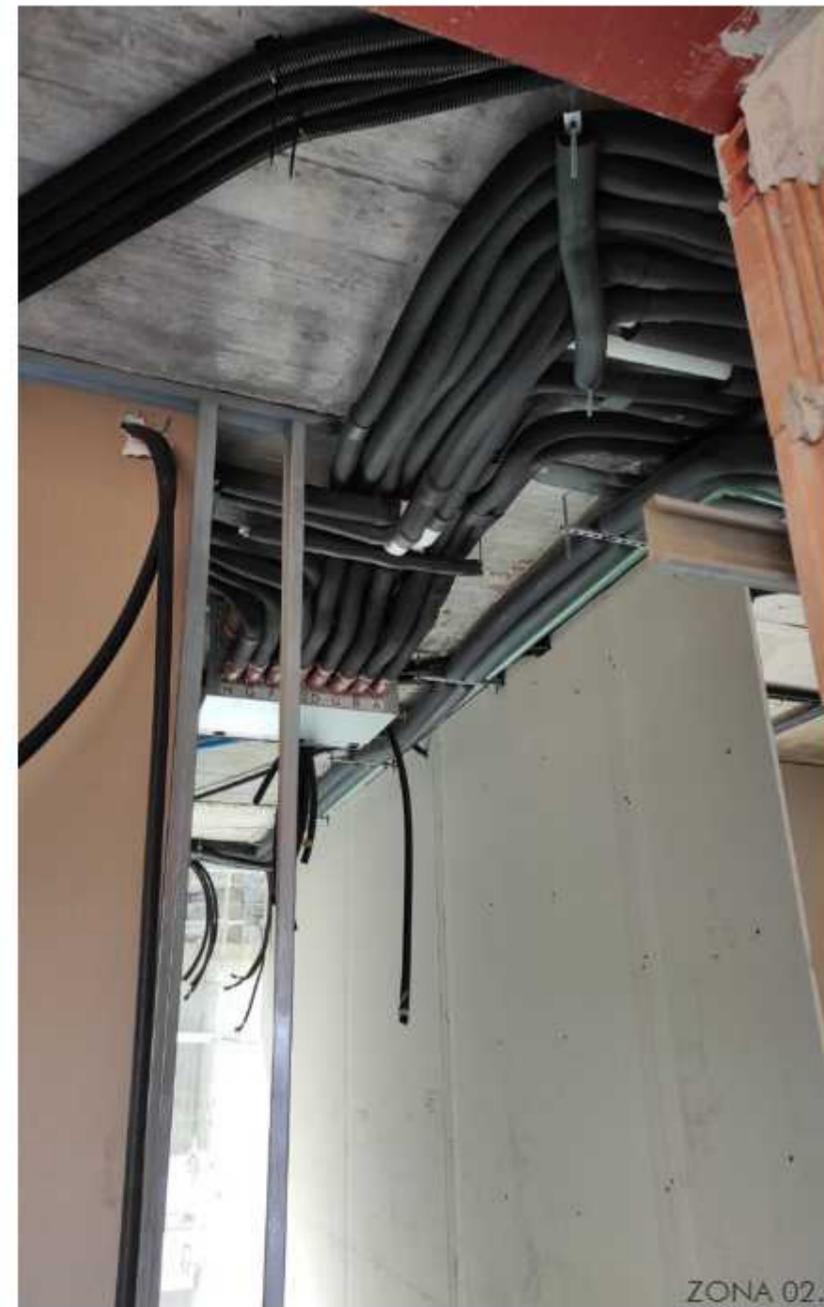


Fig. 38, 39, 40 y 41. Visita a la obra 8/6/2022. Imágenes propias.



Fig. 42, 43, 44 y 45. Visita a la obra 8/6/2022. Imágenes propias.

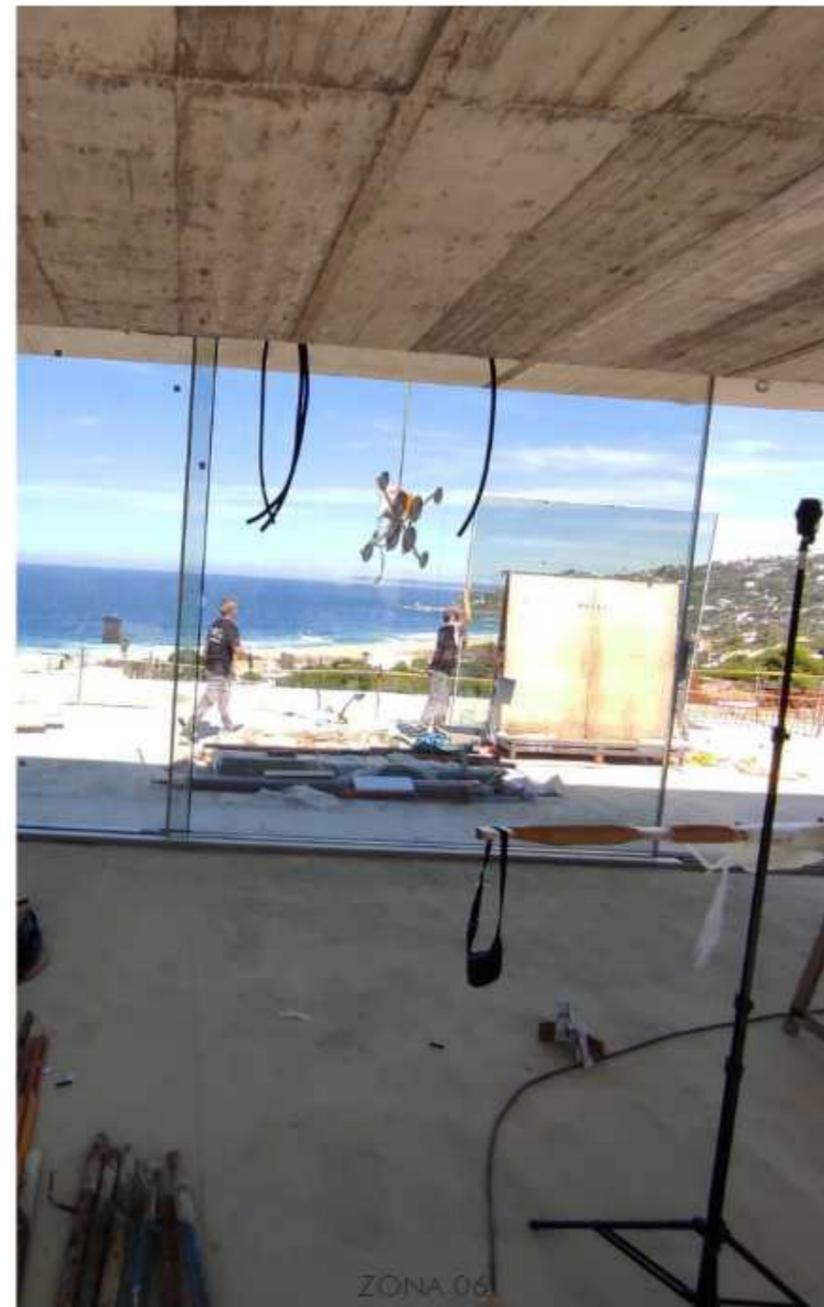


Fig. 46, 47, 48 y 49. Visita a la obra 8/6/2022. Imágenes propias.



<https://youtu.be/P41QH3LuyHc>

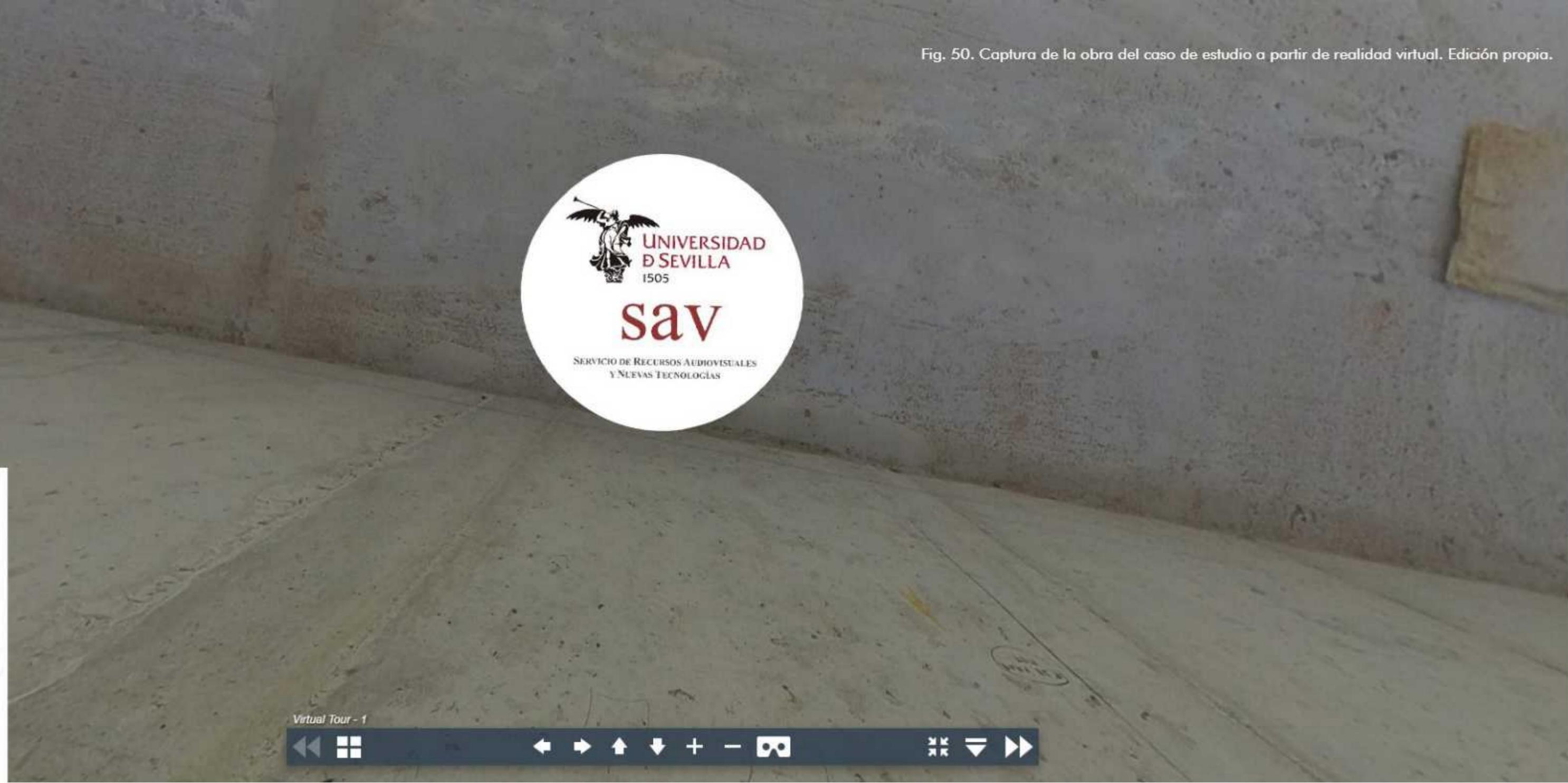
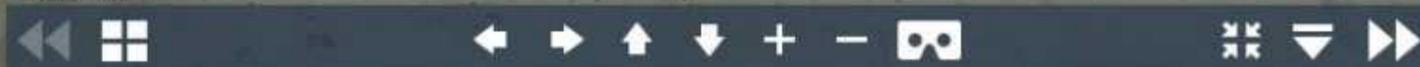


Fig. 50. Captura de la obra del caso de estudio a partir de realidad virtual. Edición propia.

Virtual Tour - 1



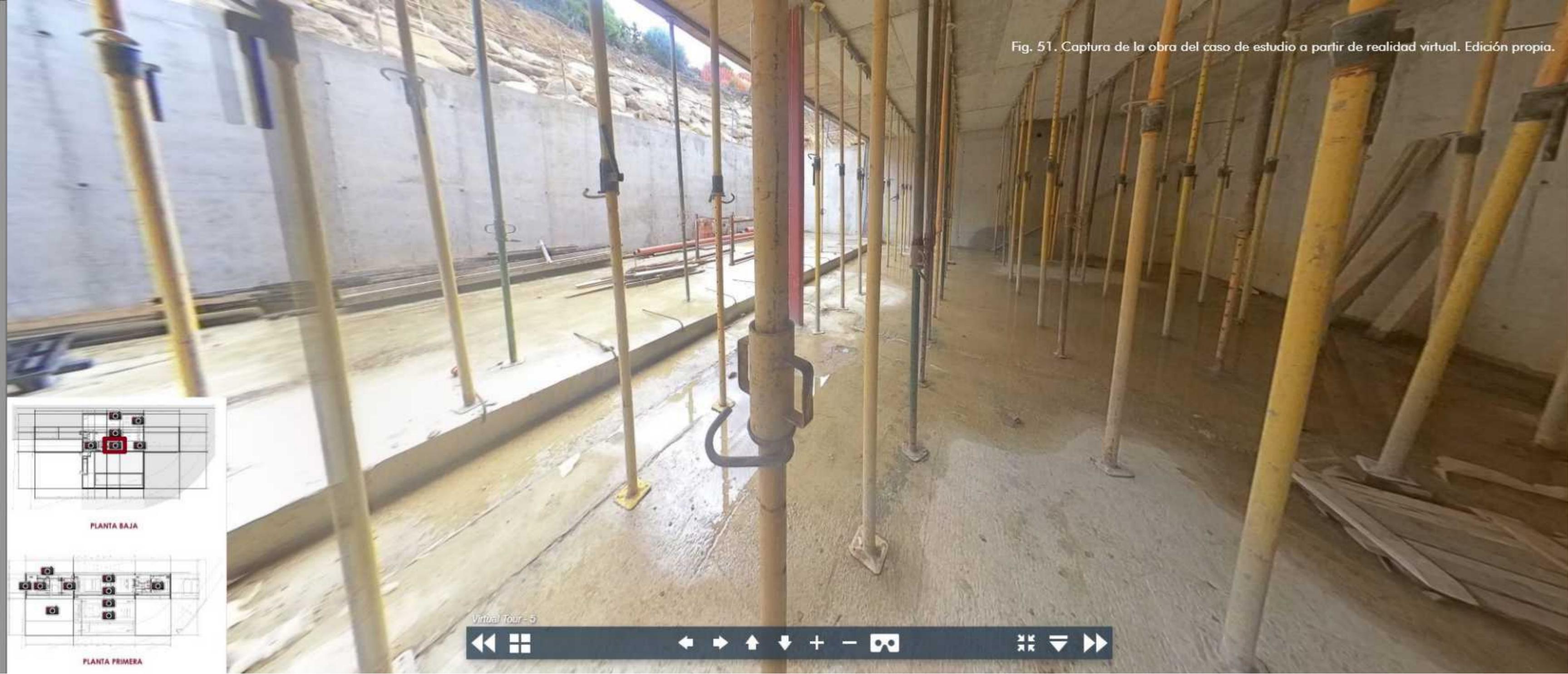


Fig. 51. Captura de la obra del caso de estudio a partir de realidad virtual. Edición propia.



<https://youtu.be/u2lfk7j5nm8>

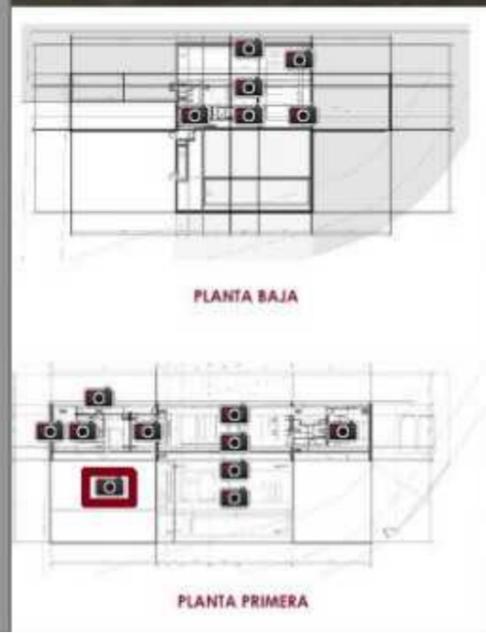


Fig. 52. Captura de la obra del caso de estudio a partir de realidad virtual. Edición propia.



<https://youtu.be/-omDA10eIVY>

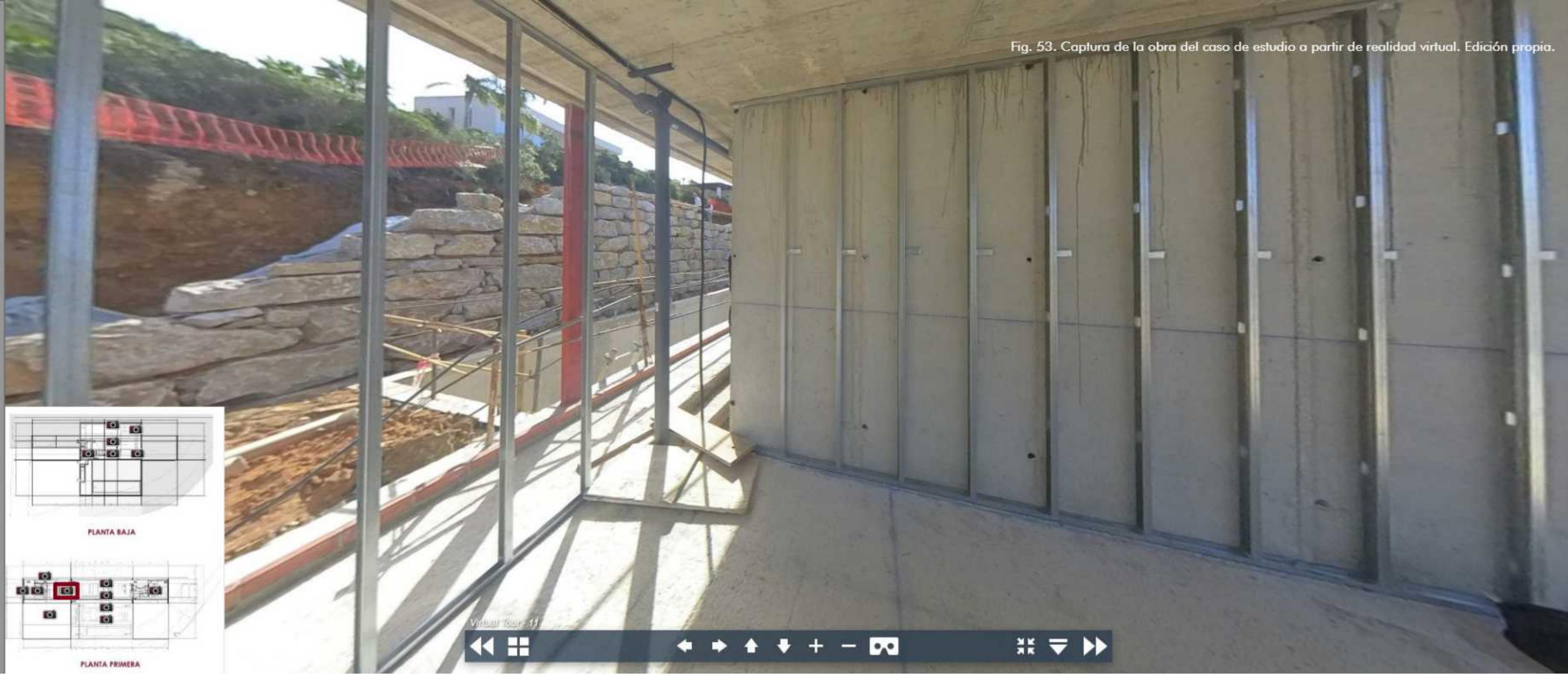


Fig. 53. Captura de la obra del caso de estudio a partir de realidad virtual. Edición propia.



<https://youtu.be/ShMMkrTYxTc>

En estas salas de imágenes digitales de 360° además de poder visualizar el espacio y recorrerlo para ver las características que pueda mostrar, también se puede mostrar información complementaria a través de hotspots.

Los hotspots son puntos que se colocan en el recorrido de realidad virtual que nos permitirá o bien dar acceso a una sala diferente en nuestro recorrido, o bien abrir un archivo de información complementaria.

A continuación vamos a describir los diferentes hotspots utilizados en este caso de estudio.

Ubicación de la obra:

Consiste en un vídeo realizado a través de la herramienta Google Earth en el que se muestra el lugar en el que se ubica la parcela de la obra del caso de estudio.

Fig. 54. Captura del vídeo de ubicación creado como hotspots. Edición propia.

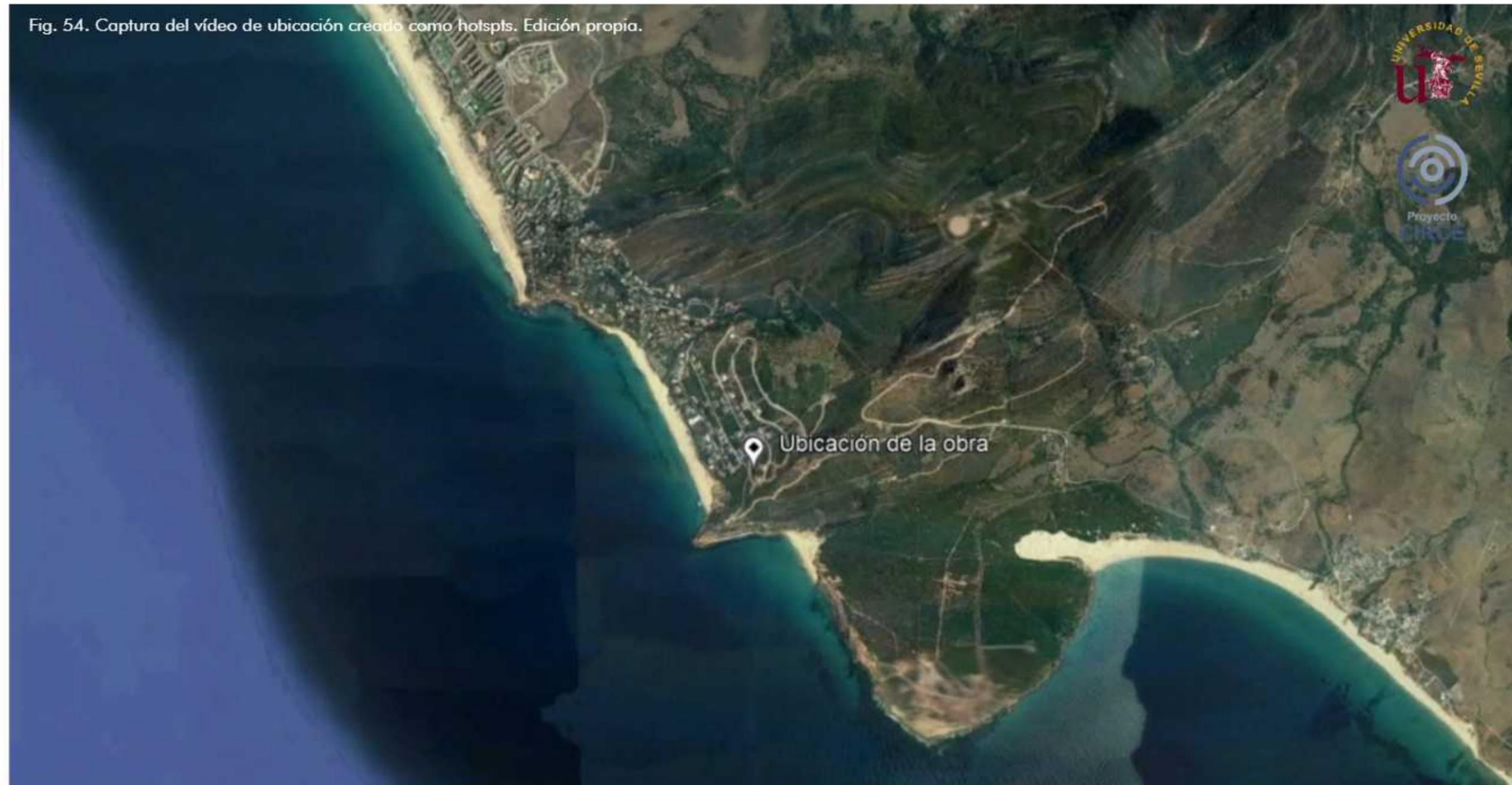


Fig. 55. Hotspots sobre el emplazamiento de la vivienda. Edición propia.

## VISTA GENERAL DEL EMPLAZAMIENTO



Vista general del emplazamiento:

Se trata de varias imágenes del proceso constructivo de la vivienda en las que podemos visualizar y contextualizar de forma inmediata el entorno que rodea al edificio, para así comprender mejor el motivo de las soluciones adoptadas en cuanto a la relación con el entorno.

Planimetría y superficies:

Este hotspots muestra las diferentes plantas que definen la vivienda, así como el cuadro de superficie de cada estancia, así como la superficie útil total de cada planta de la vivienda.

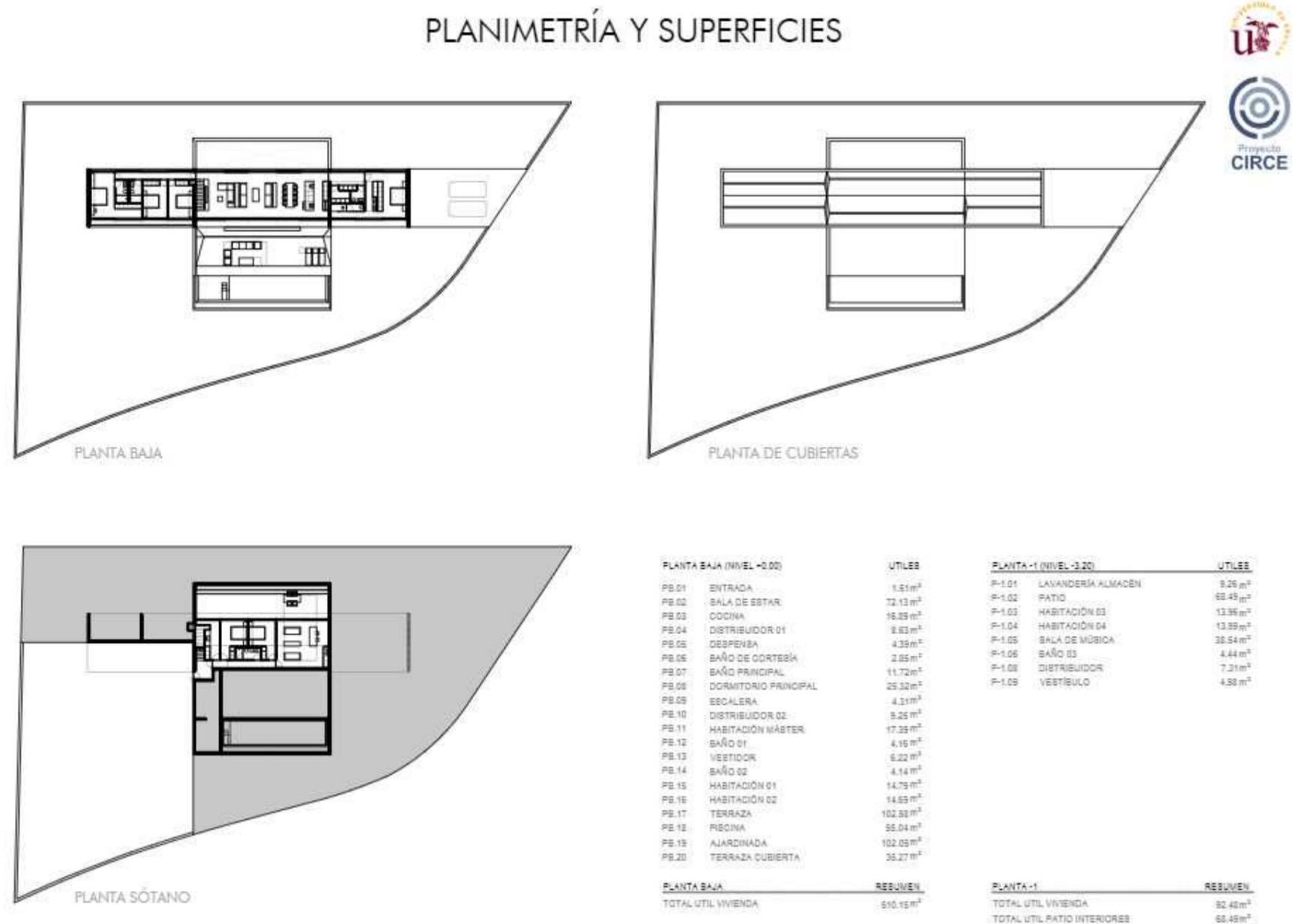


Fig. 56. Hotspots con plantas y cuadro de superficies de la vivienda. Edición propia.

Estructura:

Los siguientes hotspots muestran las principales características de la estructura de la vivienda, siendo de especial interés el forjado de la cubierta por las grandes luces que salva la losa armada, así como por los cambios que se generan en la sección de la misma.

Como podemos ver, los extremos de la losa reducen su canto para dar sensación de esbeltez, se aprovecha ese cambio de sección para el paso de instalaciones ocultas por el falso techo, y en ambos laterales de la losa se realiza un cajeadado para ubicar la perfiles de las carpinterías.

## SECCIÓN DETALLADA

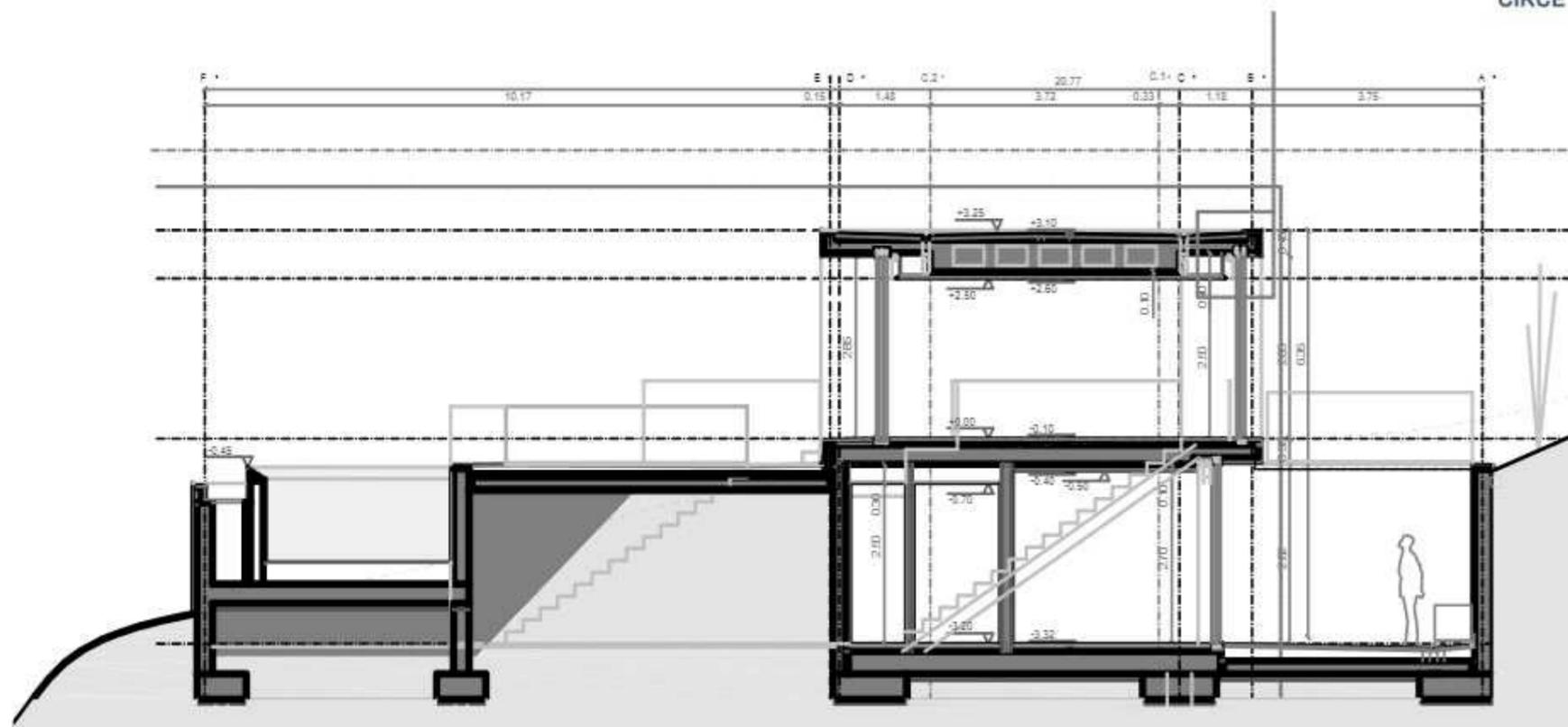
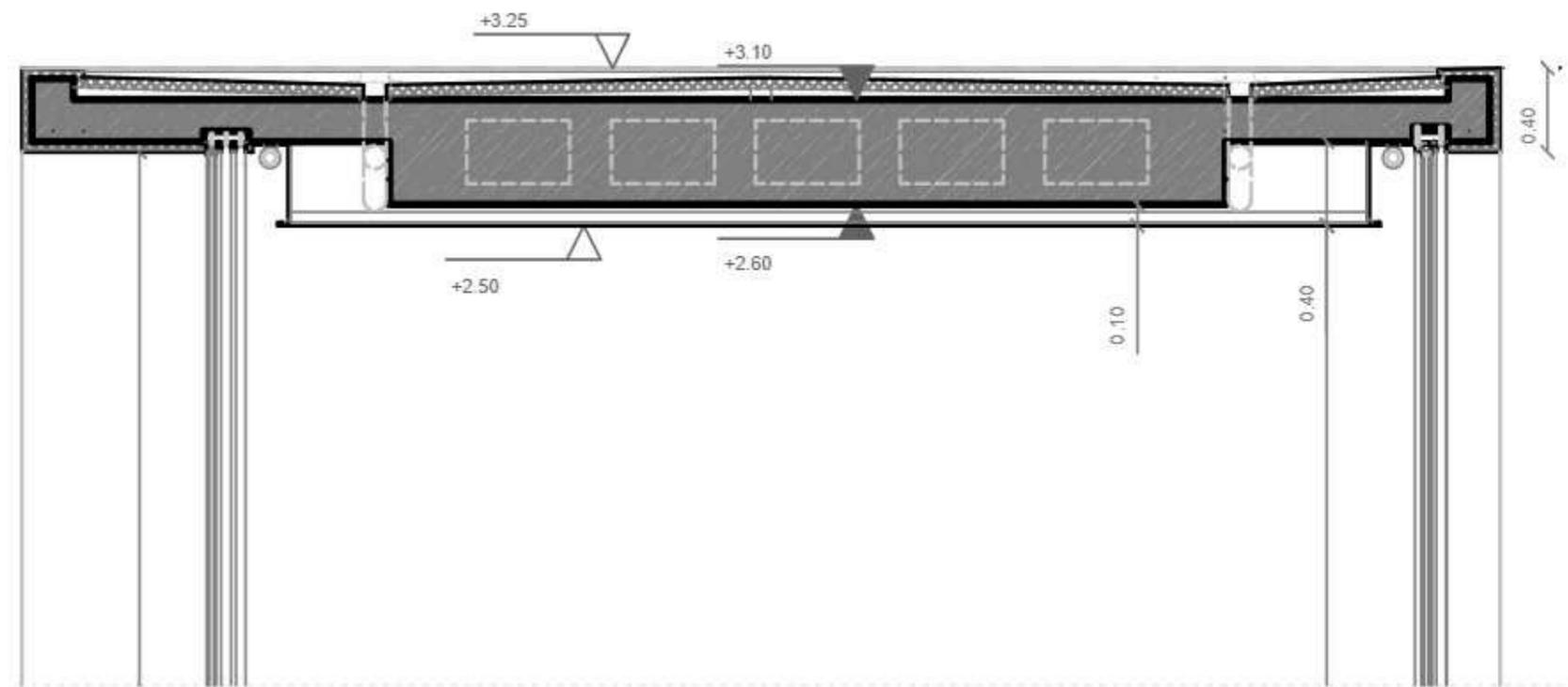


Fig. 57. Hotspots sobre características estructurales de la vivienda. Edición propia.

### DETALLE DE LOSA ARMADA



### FORJADO DE CUBIERTA

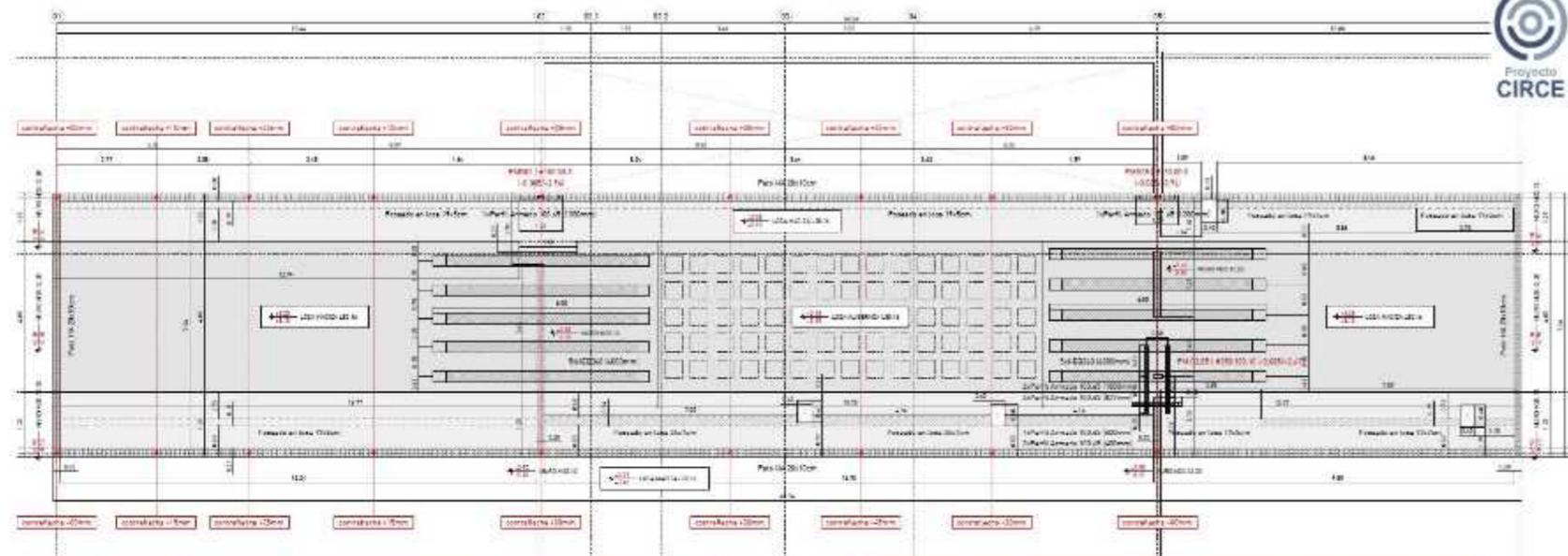
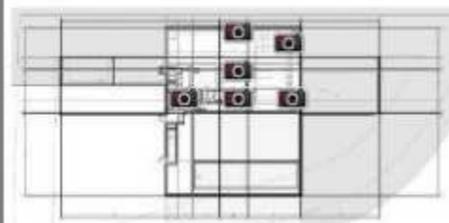


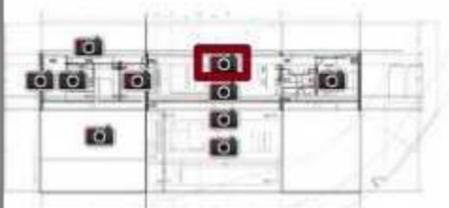
Fig. 58. Hotspots sobre características estructurales de la vivienda. Edición propia.

Fig. 59. Hotspots sobre características estructurales de la vivienda. Edición propia.





PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA

Virtual Tour - 13

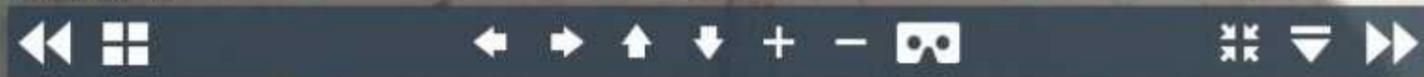


Fig. 62. Captura de la obra del caso de estudio a partir de realidad virtual. Edición propia.



<https://youtu.be/1S71o5Hyvd8>

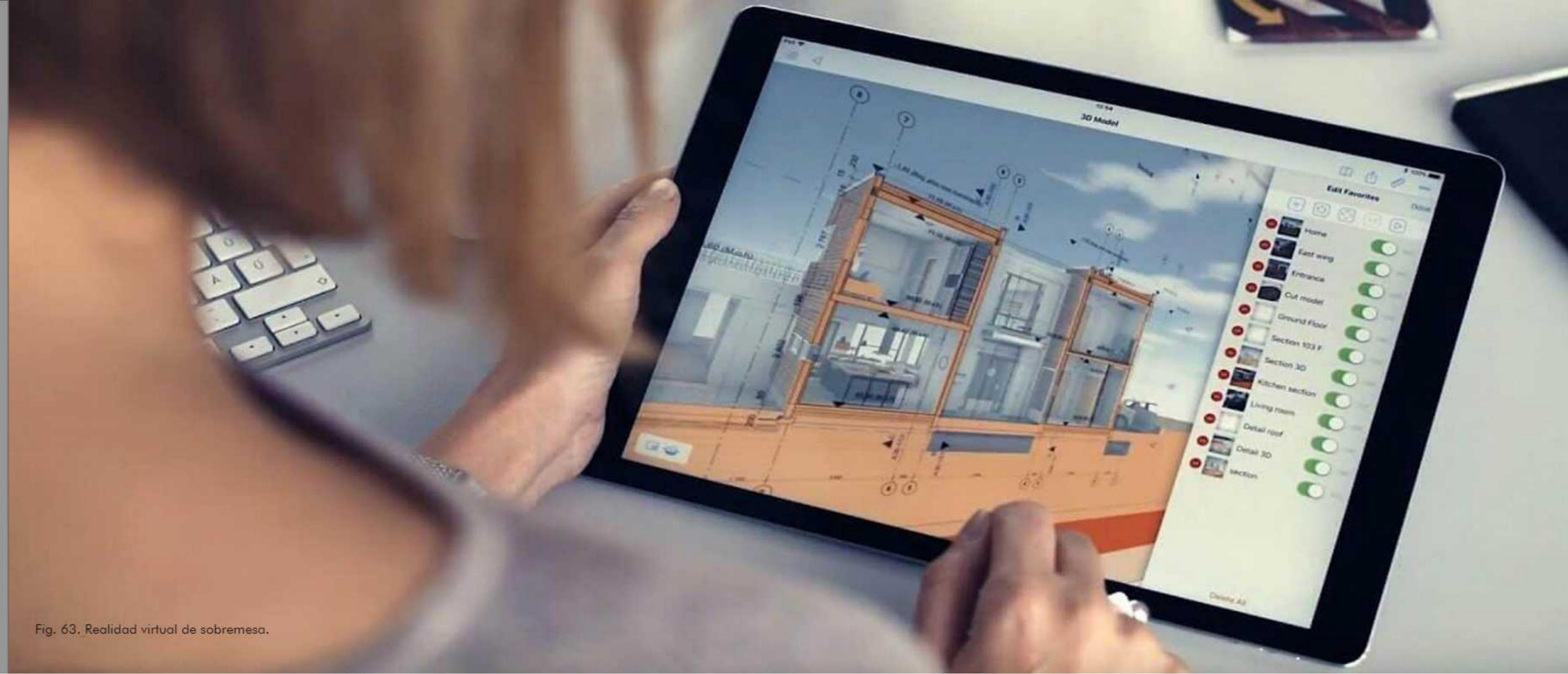


Fig. 63. Realidad virtual de sobremesa.

## 5. Conclusiones

Los medios tecnológicos nos ha permitido a lo largo de su constante evolución, un acceso rápido a la información, estimulan la creatividad y la innovación, facilitan la comunicación, simplifican muchas tareas...

El adaptarse a las ventajas que permiten estos medios tecnológicos y digitales en el campo docente puede dar lugar a mejorar la calidad del aprendizaje en todas las ramas posibles.

En la docencia de la arquitectura, el aplicar la herramienta de realidad virtual para poder experimentar el máximo posible de los sucesos que ocurren en una obra, puede dar paso a un aprendizaje de mayor calidad.

Por motivos de seguridad, medios o infraestructuras, los estudiantes de arquitectura apenas podemos realizar visitas de obras y aprender del proceso que esta va generando con su desarrollo, por ello, el uso de la realidad virtual puede sufragar este déficit que ocurre en el actual método de docencia.

La obra es el proceso final de un proyecto arquitectónico, cuanto más conozca un arquitecto de los procesos de esta y las problemáticas que surgen, de mayor calidad será el documento proyectual elaborado para evitar el máximo número de problemas en fase de ejecución de la obra.

En mi caso, el haber seguido el proceso del caso de estudio de mi Trabajo Fin de Grado analizando en primer lugar la documentación aportada por el equipo docente, y posteriormente realizando las visitas de obra tanto de forma presencial como por medio de realidad virtual, me ha ayudado a comprender mejor como el prestar especial atención en tener en cuenta las instalaciones necesarias con los espesores que ocupa cada una de ellas, así como tener en cuenta soluciones constructivas que nos permitan llegar a conseguir los diferentes espacios que deseamos en un proyecto, da lugar a realizar una buena arquitectura.

El seguimiento de esta obra desde un punto de vista didáctico, me ha permitido también comprender mejor la complejidad arquitectónica que existe detrás de los diferentes proyectos.

Respondiendo a los objetivos que se planteaban, objetivos de desarrollo sostenibles, vinculados a este trabajo más directa o indirectamente, se comentan cada uno de ellos.

Podemos considerar después de la investigación realizada, que estas herramientas digitales son capaces de mejorar la calidad en una docencia como la arquitectura en la que resulta tan complejo el acercamiento de los alumnos a la realidad constructiva por las complicaciones de las visitas a las obras, estos medios van a suponer una posibilidad de acercamiento mucho mayor a todos los detalles que nos acercan a la ejecución de un edificio.

El hecho de poder emplear herramientas como BIM que permitan una visión global de la construcción desde varios puntos de vista como sería el ambiental, el económico, como la gestión de la propia obra, etc. va a posibilitar una gestión muchísimo más adecuada y adaptada a criterios que permitan una sociedad más sostenible.

Muchos de estos medios digitales tanto en fase de diseño, como por medio de la simulación, nos permiten una previsión de como podrán ser los medios de producción, así como la puesta en obra.

También estas herramientas permiten establecer e implementar simulaciones para verificar qué modificaciones de la arquitectura darán lugar a tomar decisiones contra el calentamiento global, por lo tanto, estaremos contribuyendo con la acción por el clima.

Fig. 64. Búsqueda de información y referencias.



## 6. Bibliografía

### 6.1- Referencias bibliográficas

#### 6.1.1- Artículos

- Artículo. Incorporación del diseño y fabricación digital a la arquitectura: docencia y práctica profesional. Manuel Gutierrez de Rueda García, José Pérez de Lama Halcón, Juan José Olmo Bordallo, José María Sánchez-Laulhé Sánchez de Cos.

- Artículo. Situación actual de la arquitectura digital: El largo camino del píxel a la realidad. Laura Muñoz Pérez.

- Artículo. La diseminación de la arquitectura en la era digital. El ecosistema de las revistas digitales, repositorios y redes sociales. Guido Cimadomo, Rubén García Rubio, Vishal Shadadpuri Aswani. Año 2021.

- Artículo. Tendencia de lo digital en la arquitectura. Eduardo Lyon R.

- Artículo. Procedimiento de arquitectura de información para los entornos de realidad virtual con fines educativos. Andy Hernández Paez, Pedro Manuel Salas Leyva. Año 2016.

- Artículo. La percepción del espacio en la visualización de arquitectura mediante realidad virtual inmersiva. Luis Hernández, Javier Taibo, Antonio Seoane, Alberto Jaspe.

- Artículo. La percepción del espacio en la visualización de arquitectura mediante realidad virtual inmersiva. Luis Hernández, Javier Taibo, Antonio Seoane, Alberto Jaspe.

- Artículo. ¿Qué es la realidad virtual?. Diego Levis. Año 2006.

- Artículo. Aznar-Díaz.I., Romero-Rodríguez, J.M., y Rodríguez-García, A.M. (2018). La tecnología móvil de realidad Virtual en educación: una revisión del estado de la literatura científica en España. EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC, 7(1), 256-274, doi: <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.10139>

- Artículo. Uso de la realidad virtual, en la educación del futuro en centros educativos del Ecuador. Liliana Ivett Urquiza Mendoza, Blanca Araceli Auria Burgos, Sandra Karina Daza Suarez, Flor del Rocio Carriel Paredes y Rosa Isabel Navarrete Ortega. Año 2016.

- Artículo. La Realidad Virtual, Una Tecnología Educativa A Nuestro Alcance. Emilio R. Escartín. Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría". ISPJAE (Cuba).

- Artículo. COVID-19 y Digitalización "Improvisada" en Educación Secundaria: Tensiones Emocionales e Identidad Profesional Cuestionada. Javier Molina Pérez y Cristina Pulido Montes. Año 2021.

#### 6.1.2- Trabajos Fin de Grado

- Trabajo Fin de Grado. Fabricación digital en la arquitectura. La transformación de los procesos de proyecto. Pablo Ferrer Franco. Año 2015.

- Trabajo Fin de Grado. La Difusión Millennial De La Arquitectura. Marta Carrasco Hormigo. Año 2020.

- Trabajo Fin de Grado. Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura. Andrés López Aguado. Año 2016.

- Trabajo Fin de Grado. Estudio, Modelización y Análisis de la estructura de la Casa Balint de Fran Silvestre mediante SAP2000. Laura Robles Barrero. Año 2021.

#### 6.1.3- Tesis Doctorales

- Tesis Doctoral. De lo digital en arquitectura. Comunicación visual en arquitectura y diseño. Underléa Bruscato Portella. Año 2006.

- Tesis Doctoral. De la arquitectura moderna a la arquitectura digital. La influencia de la revolución industrial y la revolución informacional en la producción y la cultura arquitectónica. David Humberto Abondano Franco.

- Tesis Doctoral. La utilización de la realidad virtual en el aula para comprender la arquitectura. Eloi Biosca Frontera. Año 2010.

- Libro. La interacción Humano-Computadora. Narciso, Flor E. y Rodríguez, Taniana J. (MODIHC) Venezuela: s.n. Año 2001.

- Libro. Arquitectura de la Información: diseño e implementación. Gonzalez Cam, Celso. Departamento de Ciencias de la Información. Pontificia Universidad Católica del Perú. Año 2003.

#### 6.1.4- Libros

- Libro. La interacción Humano-Computadora. Narciso, Flor E. y Rodriguez, Tania J. (MODIHC) Venezuela: s.n. Año 2001.
- Libro. Arquitectura de la Información: diseño e implementación. Gonzalez Cam, Celso. Departamento de Ciencias de la Información. Pontificia Universidad Católica del Perú. Año 2003.

#### 6.1.5- Páginas web

- Digitalización acelerada: lo que la pandemia le enseñó a la educación. (<https://blogs.iadb.org/educacion/es/digitalizacion-acelerada-lo-que-la-pandemia-le-enseño-a-la-educacion/>).
- Digitalización de la universidad: ¿disrupción o transformación digital?. (<https://www.fundacioncyd.org/digitalizacion-de-la-universidad-disrupcion-o-transformacion-digital/>).
- Qué es BIM. (<https://www.allplan.com/es/bim/building-information-modeling-con-allplan/>).
- Zahara de los Atunes. (<https://www.zaharadelosatunes.info/top/vision-general-de-zahara-de-los-atunes/>).

## 6.2- Figuras

- Portada. Realidad virtual. (<https://www.arquiparados.com/t801-como-aprender-realidad-virtual>)
- Fig. 01. Realidad aumentada. (<https://realidadaumentada.click/realidad-aumentada-en-la-arquitectura/>)
- Fig. 02. Objetivos de desarrollo sostenible. (<https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>)
- Fig. 03. Realidad virtual. ([https://arquitecturayempresa.es/sites/default/files/content/arquitectura\\_mountain\\_realidad\\_virtual\\_06.jpg](https://arquitecturayempresa.es/sites/default/files/content/arquitectura_mountain_realidad_virtual_06.jpg))
- Fig. 04. Dibujo arquitectónico delineado a mano. (<https://definicion.de/wp-content/uploads/2010/09/arquitectura-1.jpg>)
- Fig. 05. Ilustración de modelado BIM. (<https://www.buildbim.cl/wp-content/uploads/2020/02/noticia-tres-1.jpg>)
- Fig. 06. Imagen del modelo virtual de la Catedral de Santiago de Compostela. (La percepción del espacio en la visualización de arquitectura mediante realidad virtual inmersiva. Luis Hernández, Javier Taibo, Antonio Seoane, Alberto Jaspe)
- Fig. 07. Realidad virtual en la Galería de las Artes de Galicia. ([https://multimedia.xunta.gal/portal-web/Imaxes/Novas/2019/Novembro/semana-02/CdC\\_191110\\_001.jpg](https://multimedia.xunta.gal/portal-web/Imaxes/Novas/2019/Novembro/semana-02/CdC_191110_001.jpg))
- Fig. 08. Reconstrucción del Castro de San Cibrán de Las. (La percepción del espacio en la visualización de arquitectura mediante realidad virtual inmersiva. Luis Hernández, Javier Taibo, Antonio Seoane, Alberto Jaspe)
- Fig. 09. Una de las aplicaciones de la arquitectura de la información. (<https://www.arq.com.mx/tag/Arquitectura+Virtual>)
- Fig. 10. Aprendizaje mediante realidad virtual. (<https://stepienybarno.es/blog/wp-content/uploads/2019/12/stepienybarno-Realidad-Virtual-potente-herramienta-de-Arquitectura-y-Dise%C3%B1o-para-estudiantes-postded%C3%ADa.jpg>)
- Fig. 11. Ejemplo de realidad aumentada. (<https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQETA-1suTSNoziwV6dTbd1u8UeKIJnebiDTqg&usqp=CAU>)
- Fig. 12. Realidad virtual no inmersiva. ([https://media.redadn.es/imagenes/clic\\_239657.jpg](https://media.redadn.es/imagenes/clic_239657.jpg))
- Fig. 13. Docencia digital por motivos de la pandemia por COVID-19. ([https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/es\\_pe/topics/strategy/ey-portada-educacion-digital-durante-pandemia-covid-19.jpg](https://assets.ey.com/content/dam/ey-sites/ey-com/es_pe/topics/strategy/ey-portada-educacion-digital-durante-pandemia-covid-19.jpg))
- Fig. 14. Teletrabajo. (<https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2020/03/teletrabajo4-1920x1180.jpg>)
- Fig. 15. Digitalización de las universidades. (<https://www.nuevarevista.net/wp-content/uploads/2014/12/image-2019-04-09T122529.454-min.jpg>)
- Fig. 16. Proceso BIM. (<https://www.kaizenai.com/wp-content/uploads/2015/02/ciclo-600x414.jpg>)
- Fig. 17. Diagrama relaciones del BIM. (Edición propia)
- Fig. 18. Difusión digital. ([https://sites.google.com/site/juliofuentes01/\\_/rsrc/1472878242380/tipos-de-television/difusion-digital/teledigital476\\_0.jpg?height=241&width=320](https://sites.google.com/site/juliofuentes01/_/rsrc/1472878242380/tipos-de-television/difusion-digital/teledigital476_0.jpg?height=241&width=320))
- Fig. 19. Diagrama de la evolución de la difusión en la arquitectura. (Edición propia)
- Fig. 20. Imagen virtual de la vivienda de Fran Silvestre en Zahara de los Atunes. (Imagen facilitada por el equipo docente)
- Fig. 21. Fran silvestre. (<https://harmonyinspire.com/media/harmony/designer/cover/207624/Fran%20Silvestre-cover.jpg>)
- Fig. 22. Espacios de la arquitectura de Fran Silvestre Arquitectos. (Trabajo Fin de Grado. Estudio, Modelización y Análisis de la estructura de la Casa Balint de Fran Silvestre mediante SAP2000. Laura Robles Barrero. Año 2021)
- Fig. 23. Collage de las obras de Fran Silvestre. (Edición propia)
- Fig. 24. Página web de Fran Silvestre Arquitectos. (Captura de pantalla de su página web)
- Fig. 25. Perfil de Instagram de Fran Silvestre Arquitectos. (Captura de pantalla de su perfil de Instagram)
- Fig. 26. Perfil de Facebook de Fran Silvestre Arquitectos. (Captura de pantalla de su perfil de Facebook)
- Fig. 27. Zona de dormitorios de la vivienda del caso de estudio. (Imagen facilitada por el equipo docente)
- Fig. 28. Situación de la vivienda del caso de estudio. (Edición propia)
- Fig. 29. Planta baja de la vivienda del caso de estudio. (Imagen facilitada por el equipo docente)
- Fig. 30. Planta -1 de la vivienda del caso de estudio. (Imagen facilitada por el equipo docente)

- Fig. 31. Sala de música de la vivienda del caso de estudio situada en Planta -1. (Imagen facilitada por el equipo docente).

- Fig. 32. Zona exterior de la vivienda del caso de estudio situada, con vistas hacia la costa Atlántica. (Imagen facilitada por el equipo docente).

- Fig. 33. Sección transversal por ala oeste de la vivienda del caso de estudio. (Imagen facilitada por el equipo docente).

- Fig. 34. Sección transversal por eje central de la vivienda del caso de estudio. (Imagen facilitada por el equipo docente).

- Fig. 35. Sección longitudinal de la vivienda del caso de estudio. (Imagen facilitada por el equipo docente).

- Fig. 36. Sección detallada por sala de estar de la vivienda del caso de estudio. (Imagen facilitada por el equipo docente).

- Fig. 37. Ubicación de las imágenes de la visita a obra. (Edición propia).

- Fig. 38. Imagen de la visita a la obra el día 8/6/2022. (Imágene propia).

- Fig. 39. Imagen de la visita a la obra el día 8/6/2022. (Imágene propia).

- Fig. 40. Imagen de la visita a la obra el día 8/6/2022. (Imágene propia).

- Fig. 41. Imagen de la visita a la obra el día 8/6/2022. (Imágene propia).

- Fig. 42. Imagen de la visita a la obra el día 8/6/2022. (Imágene propia).

- Fig. 43. Imagen de la visita a la obra el día 8/6/2022. (Imágene propia).

- Fig. 44. Imagen de la visita a la obra el día 8/6/2022. (Imágene propia).

- Fig. 45. Imagen de la visita a la obra el día 8/6/2022. (Imágene propia).

- Fig. 46. Imagen de la visita a la obra el día 8/6/2022. (Imágene propia).

- Fig. 47. Imagen de la visita a la obra el día 8/6/2022. (Imágene propia).

- Fig. 48. Imagen de la visita a la obra el día 8/6/2022. (Imágene propia).

- Fig. 49. Imagen de la visita a la obra el día 8/6/2022. (Imágene propia).

- Fig. 50. Captura de la obra de la vivienda del caso de estudio a partir de realidad virtual. (Edición propia).

- Fig. 51. Captura de la obra de la vivienda del caso de estudio a partir de realidad virtual. (Edición propia).

- Fig. 52. Captura de la obra de la vivienda del caso de estudio a partir de realidad virtual. (Edición propia).

- Fig. 53. Captura de la obra de la vivienda del caso de estudio a partir de realidad virtual. (Edición propia).

- Fig. 54. Captura del vídeo de ubicación creado como hotspots. (Edición propia).

- Fig. 55. Hotspots sobre el emplazamiento de la vivienda. (Edición propia).

- Fig. 56. Hotspots con plantas y cuadro de superficies de la vivienda. Edición propia.

- Fig. 57. Hotspots sobre características estructurales de la vivienda. Edición propia.

- Fig. 58. Hotspots sobre características estructurales de la vivienda. Edición propia.

- Fig. 59. Hotspots sobre características estructurales de la vivienda. Edición propia.

- Fig. 60. Captura del vídeo de ubicación creado como hotspots. (Edición propia).

- Fig. 61. Hotspots sobre el emplazamiento de la vivienda. (Edición propia).

- Fig. 62. Captura de la obra de la vivienda del caso de estudio a partir de realidad virtual. (Edición propia).

- Fig. 63. Realidad virtual de sobremesa. (<https://static-wc.arcux.net/uploads/20200329143601/maxresdefault.jpg>).

- Fig. 64. Búsqueda de información y referencias. (<https://images.squarespace-cdn.com/content/v1/53aadf1de4b0a0a817640cca/1539198969899-M2EO241S4LML-Z2ZGTB7V/Sitios+para+hacer+citas+bibliogr%C3%A1ficas>).

# REALIDAD VIRTUAL COMO MÉTODO PARA EL APRENDIZAJE Y DESARROLLO DE LA ARQUITECTURA



FJCV