

---

# Análisis mediante BIM del proyecto de ejecución de una vivienda unifamiliar entre medianeras.

29 jul. 16

---

## AUTOR:

Abel Domingo Pérez Murcia

## TUTOR ACADÉMICO:

[María Begoña Fuentes Giner]

[Dpto. De Construcciones Arquitectónicas]



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR  
ENGINYERIA  
D'EDIFICACIÓ

## Resumen

Como introducción a la exposición de mi Trabajo Fin de Grado, es fundamental comentar que en la elaboración de un proyecto de arquitectura intervienen numerosos agentes que definen el diseño, los materiales, la calidad y el tiempo de ejecución para llevarlo a cabo. Estos elementos se calculan de una manera efectiva, entonces, ¿por qué no se cumplen los objetivos?

Hasta hoy la metodología empleada no estaba a la altura de nuestro sector puesto que deriva muchas veces a error, penalizándonos en tiempo y dinero. Actualmente el avanzado sistema BIM, Building Information Modeling, está especializado en el desarrollo de proyectos de la construcción, y el empleo de su tecnología nos ofrece un amplio abanico de posibilidades que favorecen el desarrollo continuado de los trabajos y una mejor calidad en la ejecución.

El sistema de trabajo BIM favorece la localización de incongruencias que se presentan en la fase de diseño, permitiendo actuar en una fase de toma de decisiones. Si no es así, los errores que alberga el diseño surgen durante la fase de ejecución, paralizando la continuidad de los trabajos teniendo que aplicar costosas soluciones constructivas, y en muchos casos deshaciendo lo construido, lo que se traduce en retrasos para alcanzar los objetivos de proyecto y en un aumento de costes.

Para concluir, es importante remarcar que en este Trabajo Fin de Grado se presenta el sistema BIM, analizando sus características y ventajas, y ha sido comparado con el sistema tradicional. En definitiva, la parte práctica consiste en aplicar esta metodología a un proyecto real, en el que los documentos que lo definen han sido analizados, creando un modelo tridimensional que contiene toda la información con la intención de localizar las incongruencias del proyecto en una fase de diseño.

**Palabras clave:** BIM, flujo de trabajo, Incongruencias de proyecto, modelo en tres dimensiones, sistema de trabajo.

## Abstract

In order to start the presentation of the Final Project of my degree, it is very important to discuss that the development of an architectural project involves several agents that define the design, materials, quality and execution time to carry it out. These elements are calculated in an effective way, then, why do the objectives not come true?

Until today the methodology employed was not up to the standards of our sector because many times it leads to making a mistake, depriving us from time and money too. BIM, Building Information Modelling is currently specialising in the development of construction projects, and the use of its technology offers a wide range of possibilities since these measures favour a continued development of work and it possesses better quality in the execution.

The BIM system favours fault-finding in the design phase. If this situation does not occur, the errors of the project arise during the execution phase. From that moment onwards it paralyses the continuity of works and then it brings about expensive constructive solutions. Therefore, we have an increased number of costs and delays to achieve the project objectives.

To conclude, it is fundamental to stress the importance of this Final Project that it has presented the BIM system, the analysis of its features and advantages, and its comparison to the traditional system. In short, the practical part consists of applying this methodology to a real project. It is for this reason that a lot of documents have been analysed and it has created a three-dimensional model which contains all the information to find the incongruities of the project in a design phase.

## Agradecimientos

En primer lugar, a quienes me han educado desde la humildad, realizando un grandísimo esfuerzo para que llegara a donde he llegado, y que además, me han transmitido los valores personales que hoy me definen como persona y mañana lo hará también como profesional, mis padres.

A María Begoña Fuentes Giner, mi tutora en el TFG, la cual respeto y valoro desde que me impartiera clase de la asignatura Equipos de Obra hace ya algunos años.

A Alberto Cerdán, especialista BIM, quien inició mi formación en BIM.

A Ramón Roda Ramón, grandísimo profesional de la arquitectura, por facilitarme la documentación necesaria para el desarrollo de este trabajo y ayudarme a iniciar mi experiencia en obra.

A Julio Madrigal, quien permitió mi acceso a la obra objeto de estudio, y escuchó siempre mi opinión.

## Acrónimos utilizados

**AIA:** The American Institute of Architects / Instituto Americano de Arquitectos

**BAS:** Building Automation System / Sistema de automatización en la edificación

**BIM:** Building Information Modeling / Modelado de información en la edificación

**CAD:** Computer Aided Design / Diseño Asistido por Ordenador

**CFP:** Centro de Formación Permanente

**CIFE:** Center of Integral Facility Engineering

**CPM:** Critical Path Method / Método del camino crítico

**DWG:** Tipo de formato proveniente de la palabra "Drawing"

**ETSIE:** Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la edificación

**EUBIM:** Encuentro de Usuarios BIM

**GURV:** Grupo de Usuarios Revit de Valencia

**FM:** Facility Management / Mantenimiento de instalaciones

**ICP:** Incentive Compensation Pool / Piscina de compensación de incentivos

**IFOA:** Integrated Form of Agreement / Planilla Integrada de Acuerdo

**IFMA:** International Facility Management Association / Asociación internacional del mantenimiento de instalaciones

**IPD:** Integrate project Delivery / Ejecución integral de proyectos

**IVE:** Instituto Valenciano de la Edificación

**JIT:** Just in time / Justo a tiempo

**LOD:** Level of Development / Nivel de Desarrollo

**PERT:** Program evaluation review / Revisión del programa

**PMBOK:** Project Management Body of Knowledge / Gestión de proyectos organismos de conocimiento.

**PMI:** Project Management institute. / Instituto de gestión de proyectos.

**RFI:** Request for Information / Solicitud de información

**ROI:** Return on Investment. / Retorno de la inversión

**TFG:** Trabajo Fin de Grado

**UPV:** Universidad Politécnica de Valencia

**WBS:** Work breakdown structure / Estructura del desglose del trabajo.

## Índice

Resumen.....	- 1 -
Abstract.....	- 2 -
Agradecimientos.....	- 3 -
Acrónimos utilizados .....	- 4 -
Índice .....	1
Introducción General.....	3
Parte Teórica.....	4
Parte Práctica.....	4
Objetivo Principal.....	4
Objetivo Personal.....	5
Estímulo .....	6
Capítulo 1. ....	7
Introducción a BIM.....	7
1    ¿Qué es BIM?.....	7
2    BIM, el origen.....	12
3    Implementación del BIM como metodología de trabajo.....	12
4    Modelo único y paramétrico .....	17
5    Utilización paramétrica del sistema BIM .....	18
6    Niveles de detalle o LOD .....	18
7    Características del sistema CAD y del sistema BIM.....	19
8    Beneficios del sistema BIM para los diferentes agentes .....	21
9    Punto de vista técnico .....	23
10   El software BIM.....	26
Capítulo 2. ....	31
Vivienda unifamiliar entre medianeras situada en Calle Alicante 11, Alaquàs. ....	31
1    Proyecto analizado .....	32
2    Información previa.....	33
3    Descripción del proyecto. ....	35
Capítulo 3. ....	50
Localización de incongruencias de proyecto.....	50
1    Metodología empleada en la localización de incongruencias de proyecto.....	50

2	Clasificación de incongruencias .....	53
3	Evaluación de las incongruencias localizadas.....	54
4	Resultados obtenidos .....	103
5	Conclusiones.....	105
	Capítulo 4. ....	106
	Referencias Bibliográficas .....	106
	Capítulo 5. ....	108
	Índice de Figuras .....	108
	Anexos.....	111
	Renderizados en Lumion.....	112

## Introducción General

Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo actualizada y real dentro del campo de la construcción, donde la comunicación entre los agentes de la edificación es constante mediante el uso de programas informáticos y espacios compartidos, “nube”, obteniendo resultados favorecedores sobre un proyecto común.

El objetivo principal de este trabajo fin de grado es analizar y valorar el proyecto de ejecución de una vivienda unifamiliar entre medianeras implementando la metodología BIM. Bien es cierto que es un trabajo personal, en el cual no han participado más profesionales del sector, donde se pretende localizar las incongruencias de proyecto en la relación entre diferentes planos y de planos con mediciones, con el objetivo de proponer una solución técnica y una valoración de las mismas obteniendo un flujo de trabajo continuo en fase de ejecución.

El profesor J.M. Veitez realizó una investigación entre 1980 y 1984 sobre las deficiencias que aparecen en las edificaciones. Estas deficiencias las clasifica en:

- Deficiencias de proyecto
- Deficiencias de ejecución
- Materiales no adecuados
- Mantenimiento

En su investigación comprobó que las deficiencias de ejecución rondan el 50% del total seguida de las deficiencias de proyecto que son el 47%, además, estas deficiencias de proyecto en España es similar a la media de los demás países de la comunidad europea quienes rondan el 42%.

<b>FALLOS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO</b>		
	en Número	en Coste
Proyecto	37	43
Ejecución	51	43
Materiales inadecuados	4,5	6
Uso y mantenimiento	7,5	8

*Fuente: Bureau Veritas. Francia 1978*

Tanto las deficiencias de ejecución como las de proyecto están relacionadas directamente entre sí y éstas no están previstas en su totalidad en el presupuesto debido a que se resuelven al realizar la visita de obra. En este trabajo vamos a observar cómo localizando las deficiencias en fase de proyecto disminuirémos los errores de ejecución logrando así un flujo de trabajo continuo.

## Parte Teórica

Dentro de este apartado vamos a explicar, más detenidamente, qué es BIM y la metodología de trabajo que aplica este sistema. Para ello nos iremos hasta el origen de esta tecnología, lo que actualmente representa y el amplio abanico de posibilidades que nos ofrece; también hablaremos de los diferentes software y la interoperabilidad con la que trabajan, el software utilizado para la realización de este PFG y los diferentes niveles de detalle, LOD, con los que hemos trabajado.

## Parte Práctica

En este apartado vamos a demostrar la capacidad y las ventajas de aplicar el sistema BIM en un proyecto de edificación real. Se va a realizar un modelo en tres dimensiones con diferentes niveles de desarrollo que abarcan:

1. LOD 100, donde se hace una visión general del edificio.
2. LOD 200, aquí aplicaremos acabados al volumen creado.
3. LOD 300, donde definiremos todos los componentes constructivos de la edificación.

## Objetivo Principal

El objetivo de este proyecto final de grado es dar conocimiento al lector de las ventajas de aplicar la metodología BIM en el diseño proyectual y procesos constructivos para la detección de incongruencias en fase de proyecto, valorándolas económica y temporalmente, proponiendo soluciones técnicas que, en definitiva, nos ayude a ser más eficientes en la fase de ejecución con un flujo de trabajo continuo.

Esquema:

1. Hacer una comparativa del sistema tradicional frente al sistema BIM en el desarrollo de un proyecto de ejecución, destacando las ventajas que ésta tecnología aporta en fase de proyecto.
2. Analizar la nueva forma de trabajo que conlleva el sistema BIM.
3. Valorar la comunicación entre los diferentes agentes que intervienen en el proyecto.
4. Utilizar un caso práctico real para poner en práctica la metodología BIM y demostrar las ventajas y posibilidades que tiene frente a la metodología tradicional.
  - a. Realizar un modelo 3D utilizando las herramientas propias del sistema BIM introduciendo toda la información del proyecto.
  - b. Localizar las incoherencias constructivas del proyecto realizado con el sistema tradicional 2D.
  - c. Definir con diferentes grados de detalle los diferentes componentes de proyecto, tales como materiales, encuentros o soluciones constructivas.
  - d. Realizar una tabla de mediciones.
5. Extraer las conclusiones del estudio realizado.

## Objetivo Personal

El objetivo personal que me he marcado al final de la elaboración de este trabajo ha sido el diferenciarme, dentro del panorama laboral que se me presenta, del resto de compañeros presentándome como un atractivo para las empresas que empiezan o van a comenzar a trabajar con un sistema paramétrico BIM.

La metodología BIM está implementada por completo en los principales países de la economía mundial, y en España está en auge actualmente ya que somos un país referente en sistemas constructivos. Es por ello que las empresas dedicadas al sector de la edificación demandan cada vez más el desarrollo de proyectos mediante esta tecnología, y las administraciones públicas están poniéndose al día (en Reino Unido es obligatorio la utilización de metodología BIM en proyectos de edificación desde 2016).

Otro concepto interesante es la capacidad que aporta la realización del modelo en tres dimensiones por su capacidad espacial y volumétrica, puesto que, a veces, no nos damos cuenta que las personas que no se dedican al sector, no tienen la capacidad de leer un plano arquitectónico y mucho menos de visualizarlo espacialmente. Al realizar el modelo 3D, el cliente puede hacerse una idea mucho más aproximada del producto que está viendo, además, si a ese modelo le aplicamos texturas y mobiliario y creamos un “render”, ese modelo va a semejarse mucho al producto final. El sistema BIM está capacitado para compartir la información del proyecto con diferentes software, por lo tanto, podemos realizar el modelo 3D utilizando un programa informático y realizar “renders” profesionales utilizando otro software. Esta posibilidad que nos ofrece el sistema BIM permite vender el producto con mucho más porcentaje de éxito que utilizando el sistema tradicional.

Este interés despertó en mí gracias a mi tutora, María Begoña Fuentes Giner, quien me mostró la pasión por este mundo y me empujó a trabajar duro para sacar a delante mis objetivos, teniendo muy claro desde el principio un camino prometedor y con garantías de éxito, ese camino no es otro que BIM.

Teniendo claro el objetivo y el camino a seguir, estoy seguro de prosperar con el estudio y aplicación de este sistema, todo ello me ha llevado a elaborar este Proyecto Final de Grado.

Para ello he realizado un trabajo de investigación, contrastando diferentes artículos sobre BIM y asistiendo al Congreso EUBIM 2016 en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Edificación de la UPV, centrando el trabajo en la detección de fallos de proyecto ya que me parece muy interesante y útil en mi objetivo.



Figura 1. Photocall EUBIM 2016. Fuente propia

## Estímulo

Después de pasar los últimos 10 años madurando como persona en medio de una crisis económica en la que el sector más afectado ha sido el sector de la construcción, mi sueño de pequeño de ganarme la vida dedicándome a la edificación de repente estaba lleno de dudas e inseguridades. Por suerte las técnicas constructivas están evolucionando poniéndose al día con los avances tecnológicos haciendo uso de ellos para crear una nueva metodología de trabajo lógica en nuestros días, y es aquí donde he encontrado el camino a seguir y ese camino es BIM.

Es conocido por todos que mediante la metodología BIM obtenemos un control más exhaustivo de los proyectos y tienen acceso a toda la información actualizada todos los agentes participantes del mismo.

El cambio ha comenzado y la nueva hornada de ingenieros, arquitectos y empresarios de la construcción estamos obligados a llevarlo a cabo para una mejora en los costes, en los tiempos y sobre todo en la calidad del proceso y del proyecto.

Mediante el sistema BIM además de conseguir una mejora en la calidad del proyecto y en todo su proceso evolutivo, corregimos las diferentes incongruencias de proyecto antes del comienzo de las obras para así lograr un proceso de trabajo continuo.

Este sistema de trabajo, además, se desarrolla en colaboración con los demás agentes participantes del proyecto en constante comunicación, adquiriendo conceptos nuevos al relacionarme con todos los especialistas dentro de un marco profesional.

En resumen Building Information Modeling (BIM) simula el cambio lógico y necesario en la gestión de proyectos aportando innumerables beneficios y conocimiento sobre los mismos.

# Capítulo 1.

## Introducción a BIM

Las preguntas están sobre la mesa, ¿desarrollar un proyecto de edificación mediante el sistema BIM aporta beneficios sustanciales al mismo?, ¿en qué fase de proyecto obtendremos esos beneficios?, ¿qué conocimientos y herramientas son necesarias para trabajar mediante un sistema BIM?

El presente proyecto final de grado (PFG) está dedicado a analizar los diferentes documentos con la información que tenemos en un proyecto de ejecución (2D), procesarla y crear un modelo en tres dimensiones (3D), que actuará como un contenedor único, donde se engloba toda la información.

El objetivo, como ya se ha expuesto anteriormente, es el de utilizar ese modelo en tres dimensiones para localizar las posibles incongruencias de proyecto, permitiendo resolverlas antes del comienzo de las obras, consiguiendo un desarrollo más continuado de las mismas.

En la primera parte del trabajo, desarrollaré en qué consiste el empleo del sistema BIM en proyectos de edificación, las ventajas que obtenemos frente al uso del sistema tradicional, y los beneficios que obtenemos a lo largo del desarrollo del proyecto, incluso una vez terminado el edificio.

En una segunda parte presentaré mi proyecto, un proyecto real que trata de una vivienda unifamiliar entre medianeras, donde se crea un modelo en tres dimensiones con la información que obtengo por parte del proyectista de la misma utilizando el software Autodesk® Revit®.

Finalmente, en una tercera parte, utilizaremos ese modelo 3D creado para localizar fallos del proyecto y resolverlos con un criterio técnico y una valoración económica

## 1 ¿Qué es BIM?

### 1.1 Definición

Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo actualizada y real, del siglo XXI, aplicada en el diseño, gestión, toma de decisiones, ejecución y posterior mantenimiento de un proyecto arquitectónico; donde la comunicación entre los agentes de la edificación es constante mediante el uso de programas informáticos y espacios compartidos, “nube”, obteniendo resultados favorecedores sobre un proyecto común. El uso de la información que define el proyecto es continua y coordinada y está contenida en una o varias base de datos paramétricas que representa un modelo 3D el cual es manipulado continuamente.

Una de las ventajas de trabajar con esta tecnología es el uso del modelo 3D por parte de todos los agentes intervinientes en el proyecto. Cada usuario aporta más información que define al modelo, lo que hace necesaria la interoperabilidad entre ellos en todo momento. Con el uso de la tecnología tradicional, la información se maneja mediante diferentes archivos con diferentes formatos, sin relación alguna entre ellos, además de desarrollar esa información de forma personal, dando lugar a la aparición de múltiples errores que se traducen en coste y tiempo.

Otra gran ventaja de trabajar mediante un único modelo en tres dimensiones con diferentes grados de definición es que ese modelo se representa constructivamente (encuentros de materiales, estructura, características especiales, etc.), así no se da lugar a errores constructivos en fase de ejecución.

Esto se traduce en una disminución en la pérdida de recursos y tiempo, y por lo tanto en coste final, en fase de ejecución, ya que al crear un modelo 3D es más fácil detectar las diferentes incongruencias constructivas, dando solución a las mismas logrando así un flujo continuo en la ejecución de las obras.

El uso de la tecnología BIM no acaba con la finalización del edificio, ya que BIM motiva a la utilización de toda la información desarrollada para el mantenimiento, incluso demolición, de ese edificio. Por lo tanto los usuarios finales podrán acceder a esa información con el fin de usarla para un mantenimiento adecuado y para futuras intervenciones.



Figura 2. Uso de la metodología BIM en diferentes fases de proyecto. Fuente propia. 2016

En resumen, BIM es:

- Un método de trabajo.
- Información coherente, actualizada y coordinada sobre un proyecto de edificación.
- Consiente la visión 3D del modelo
- Facilita la gestión y generación de datos del edificio para su mantenimiento porque:
  - Trabaja mediante software dinámico que comparten la información
  - Crea modelos en tres dimensiones
  - Actualizado y en tiempo real
  - Trabaja con objetos paramétricos, con información precisa y asociada a cada uno de los objetos.

### 1.1 Comunicación e interoperabilidad

La interoperabilidad una aptitud que dispone un producto, donde sus interfaces son totalmente conocidas, para cooperar con otros productos existentes o futuros, sin restricciones de acceso o de implementación.



Figura 3. Nivele de operabilidad. Fuente interoperability-definition.info.2016

En cuanto al sistema BIM, la interoperabilidad se traduce en la posibilidad de trabajar en un proyecto arquitectónico utilizando diferentes software tienen la capacidad de compartir la misma información, aun siendo productos de diferentes fabricantes. Poniendo como ejemplo, y como se ha comentado anteriormente, podemos utilizar el software Revit de Autodesk para modelar nuestra información 3D, abrir ese modelo con el software Lumion de Autodesk para crear renders más impresionantes y vistosos, y realizar las mediciones, a su vez, mediante el software Medit de BIM Ibérica o Cost-IT de RIB. Estos programas tienen la capacidad de interoperar entre ellos, compartiendo la información que contiene el mismo modelo 3D, por lo que cualquier cambio realizado en él afectará directamente en el producto trabajado con los otros software.

Este aspecto es una de las mayores ventajas que nos ofrece BIM, puesto que permite que varios profesionales utilicen el mismo modelo para desarrollar su trabajo de forma continua y al mismo tiempo, definiendo y actualizando la información en cada momento.

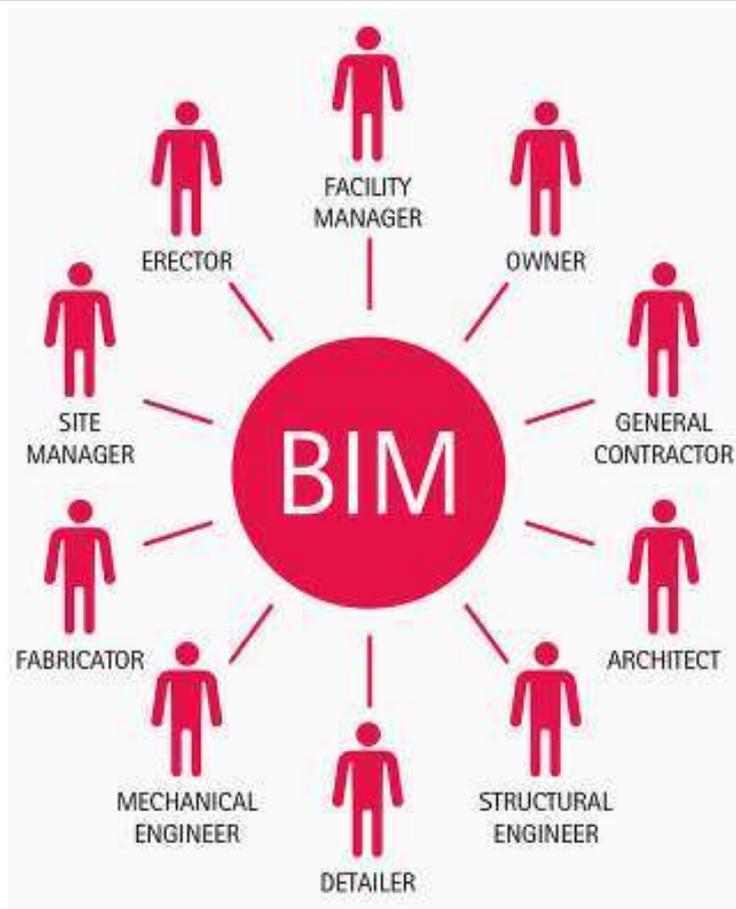


Figura 4. Interoperabilidad entre agentes BIM. Fuente construsoft. 2016

### 1.1 IFC, estandarización de procesos.

IFC es un formato de archivo el cual permite la interoperabilidad entre diferentes software, facilitando el flujo de información y evitando la pérdida de fundamentos al compartir dicha información entre los diferentes programas.

El formato IFC, "Industry Foundation Classes", es un formato de datos de especificación abierta. Fue desarrollado por el IAI (International Alliance for Interoperability), predecesora de la actual Building Smart, con el propósito de convertirse en un estándar que facilite la interoperatividad entre programas del sector de la construcción. (*IFC Workshop*)

Las clases y objetos IFC representan un modelo de información tanto geométrico como alfanumérico, formado por un conjunto de más de 600 clases y en continua ampliación. Todos los programas de software que soportan IFC pueden leer y escribir información e intercambiarla con otros programas. De este modo comunicamos "objetos", con funcionalidad y propiedades. (*IFC Workshop*)

Obviamente la funcionalidad no es total entre aplicaciones de software, pues cada programa puede tener su parcela propia: yo puedo leer información de un muro, pero no sus propiedades acústicas (por ejemplo). Sin embargo el sólo hecho de poder traspasar de un programa a otro un muro y sus relaciones geométricas ahorra muchísimo tiempo y es una herramienta eficaz para el desarrollo del proyecto, la entrega, la documentación as-built o la gestión del mantenimiento. (*IFC Workshop*)

¿Cuáles son sus principales ventajas?

Entre sus múltiples beneficios puede destacarse la comunicación entre los diferentes agentes que intervienen en el proceso constructivo, que permite dar soporte a la interacción entre ellos mediante un formato estándar. (IFC Workshop)

De esta forma, los datos relativos al modelo constructivo son definidos solamente una vez por cada agente responsable, y son compartidos por los demás agentes intervinientes. Todo ello se consigue un aumento de la calidad, la reducción de los costes, así como una consistencia en la información en la fase de proyecto y durante el uso de las construcciones. (IFC Workshop)

En algunas de las primeras implementaciones prácticas de construcción llevadas a cabo hasta la fecha el ahorro en costes final se estima en un 15% del coste total, lo cual es una suma que puede incluso superar al coste del propio proyecto de ingeniería (los ahorros lo notan más no los agentes del proyecto, sino la constructora y la propiedad). (IFC Workshop)

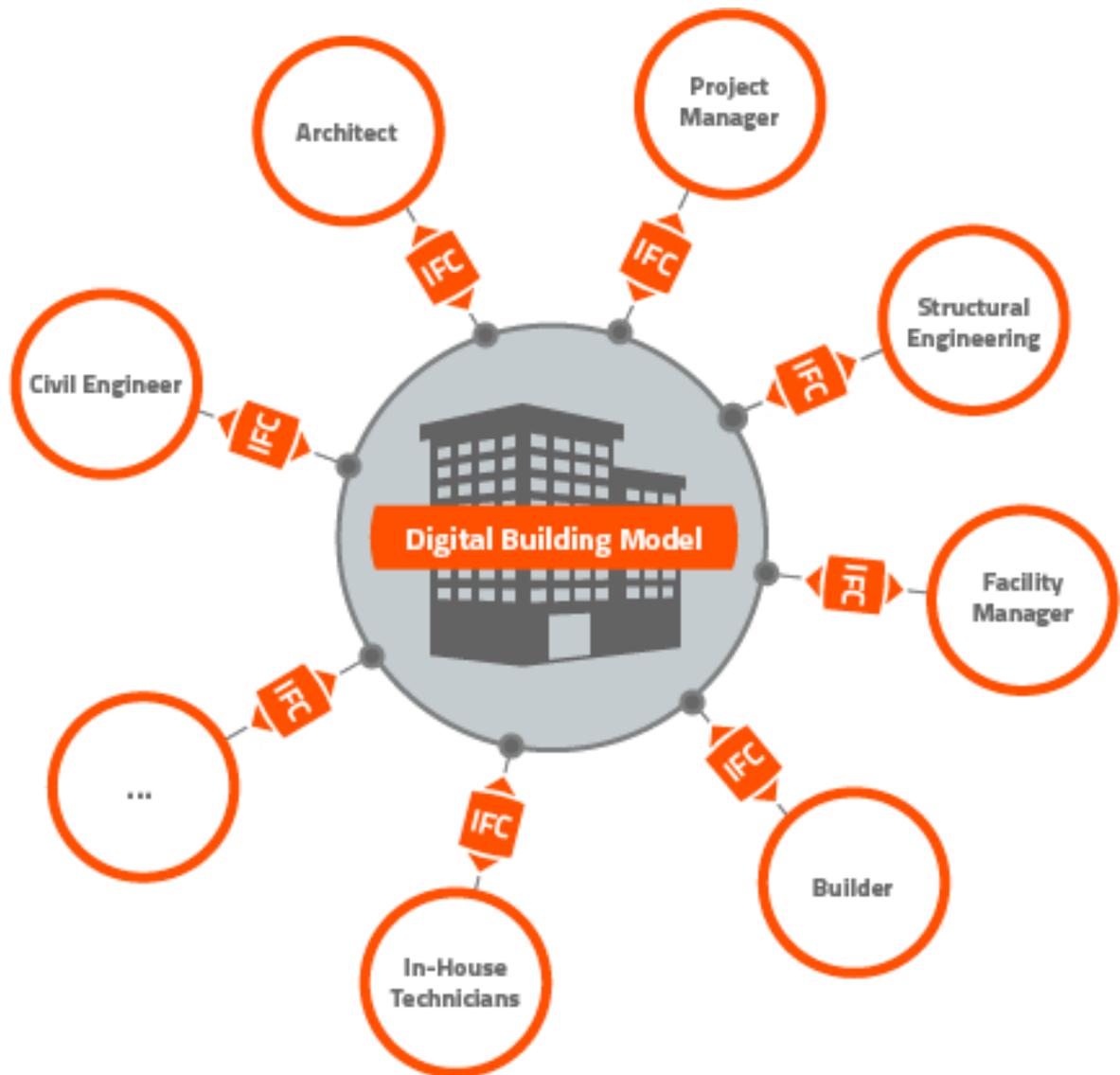


Figura 5. Estandarización de procesos IFC. Fuente cadenas. 2016

## 2 BIM, el origen

A mediados de los setenta, Phil Bernstein utilizó por primera vez el acrónimo BIM para definir el modelado de información de la construcción. Poco después, el profesor Charles M. Eastman, del Georgia Tech Institute of Technology, publicaba diferentes artículos y libros donde difundía el concepto de modelado de la información en el campo de la construcción.

No obstante, fue Jerry Laiserin quien hizo popular el término para definir digitalmente posesos constructivos, con la premisa de intercambiar la información en un formato digital.

En 1987, la empresa húngara Graphisoft fue pionera en la aplicación del concepto BIM, denominándolo por entonces Virtual Building en su programa ArchiCAD, reconocido así como el primer programa de CAD para sistemas informáticos personales, con la capacidad de realizar objetos en 2D y 3D.

Ya en 2002 Autodesk se hizo con el software Revit y comenzó a desarrollar este concepto hasta realizar un sistema de trabajo con una metodología personal y mejorada a la tradicional.

Hoy en día, esta capacidad es ofrecida por diferentes proveedores tecnológicos como son: Nemetschek, Sigma Design, Autodesk, StruCad de AceCad Software, Bentley Systems, Graphisoft, ACCA software, Tekla, y CADDetails, entre otros. (*Conmgrap*)

Por otra parte, el concepto de BIM en el área de la arquitectura y la construcción presenta varias opciones en cuanto a plataformas y software para la implementación del mismo.

En el año de 1978 se presentó la primera versión de SigmaGraphics, desarrollado por Sigma Design International, de Alexandria, Louisiana, el cual posteriormente se denominó ARRISCAD en el año de 1984: un entorno completamente dedicado a la arquitectura y construcción. Este software originalmente fue desarrollado para entornos multitarea tales como UNIX/XENIX y actualmente trabaja bajo sistemas operativos de Windows. (*Conmgrap*)

## 3 Implementación del BIM como metodología de trabajo

### 3.1 Uso del sistema BIM en Estados Unidos y Reino Unido

Según la publicación realizada por Pauley Creative sobre el uso del sistema BIM en Reino Unido, desde el año 2000, se ha incrementado potencialmente la utilización de esta tecnología en el área de la edificación. Esto viene motivado por el gobierno británico, el cual hizo pública la intención de que en el año 2016 todos los proyectos arquitectónicos admitidos por la administración, deberían ser entregados mediante un desarrollo BIM. Según la encuesta que realiza este estudio, los 1000 profesionales entrevistados, demuestra la creciente evolución hacia el modelado del proyecto en 3D la cual avanza a pasos agigantados, apreciándose, por ejemplo, un incremento del 20% al 30% del 2010 al 2011, en el uso de esta tecnología

El 90% de los encuestados, es conocedor de la tecnología BIM recientemente y, si bien el 62% considera que la implantación del sistema BIM tiene, por el momento, un elevado coste económico, el 92% opina que en 5 años el sistema BIM quedará completamente implantado en la forma de desarrollar un proyecto y, por lo tanto, en la gran mayoría de empresas del sector.

De este artículo se extrae que el diseño de un modelo BIM es progresivo, necesario (por la imposición de la metodología por parte del gobierno nacional) e imprescindible para cualquier profesional en activo en el país.

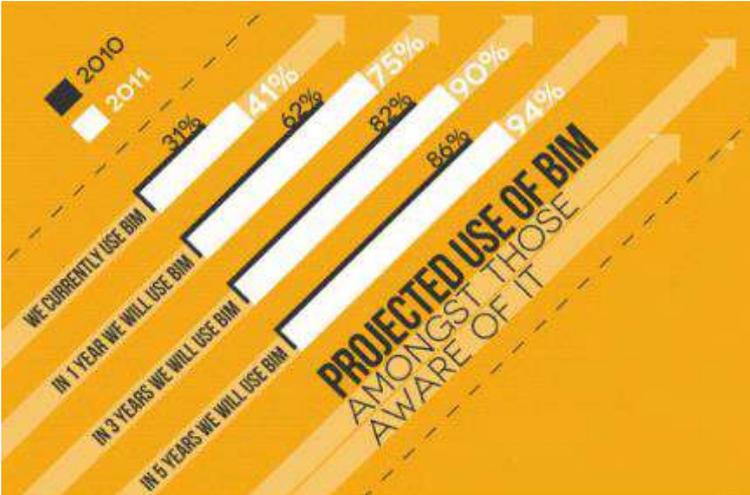


Figura 6. Implantación del sistema BIM. Fuente Algomad. 2013

En cuanto a Estados Unidos, McGraw-Hill Construction ha realizado una encuesta donde se indica el gran aumento de usuarios BIM en el gran continente, frente a la tardía implantación en Europa.

Los usuarios estadounidenses han pasado del 28% en 2008, al 71% (ver figura 7) de profesionales dedicados al sector que trabajan con sistema BIM para la elaboración de proyectos arquitectónicos en 2012. (Oliebana 2012)

## Levels of BIM Adoption in North America

Source: McGraw-Hill Construction, 2012

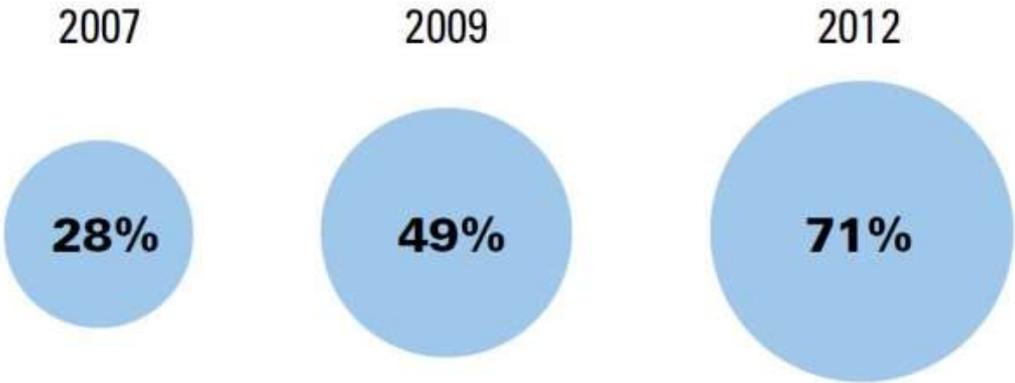
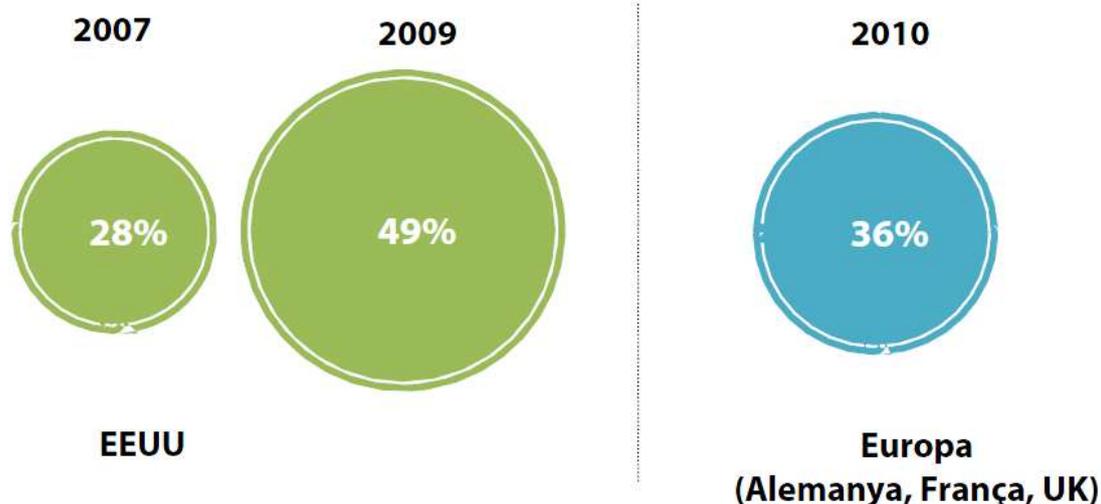


Figura 7. Niveles de implementación BIM en Norte América. Fuente McGraw-Hill. 2012



BIM Adoption Rates in North America and Europe  
(After McGraw-Hill, 2010a)

Figura 8. Diferencias de usuarios BIM entre Estados Unidos y Europa. Fuente McGraw-Hill.2010

### 3.2 Uso del sistema BIM en España

España ha sido y es un referente en el sector de la construcción y arquitectura, con grandes profesionales de gran trayectoria laboral, y jóvenes muy preparados debido al alto nivel académico que se imparte en nuestro país. Por ello debemos ponernos a la altura, adquirir un importante grado de compromiso e implementar la metodología BIM a nuestra forma de trabajar.

BIM es el camino para salir del estancamiento de la actividad del sector en nuestro país, como un día lo fue AutoCad revolucionando la metodología utilizada. Norte América y Reino Unido, éste algo menos, son el ejemplo que tenemos para apostar por esta metodología, ya que nos han demostrado los beneficios y cualidades que aporta, como por ejemplo la optimización de recursos, la eficacia en aportar soluciones constructivas, la continuidad en realización de tareas, la comunicación entre los profesionales intervinientes en el proyecto, la carencia de costes imprevistos... Por ello el gobierno de los grandes países económicos lo solicita en la realización de obras públicas.

### 3.3 La evolución del sector de la construcción hacia el paso siguiente: BIM

El sector de la construcción, al igual que la mayoría de los sectores económicos de nuestro país, tiene fluctuaciones cíclicas donde una etapa de crecimiento va seguida de otra de desaceleración, seguida a su vez de crecimiento y así sucesivamente. La desaceleración genera como resultado una crisis económica que afecta de forma negativa a miles de empresas y millones de personas dedicadas al sector. *(Impacto de BIM en el proceso constructivo español, Begoña Fuentes)*

Estamos todos de acuerdo que la recuperación del sector de la construcción y de la arquitectura debe realizarse en línea a los avances tecnológicos e informáticos de esta nueva era, la denominada "Era de la Información o Era Digital", la cual se basa en la comunicación y en las tecnologías de la información.

Hasta hoy únicamente habíamos utilizado el sistema CAD *(ver figura 9)*, mediante programas informáticos que nos ayudaban a realizar el trabajo hecho a mano durante años, tanto en fase de

redacción como de diseño de proyecto, a desarrollarlo de una forma digital que nos permitía ser más eficientes y eficaces. Con el sistema CAD no hacíamos uso de las capacidades de las herramientas informáticas ni de los espacios compartidos denominados “nube” donde toda la información queda grabada en el diseño y es compartida por todos los agentes que participan en el proyecto desarrollado.

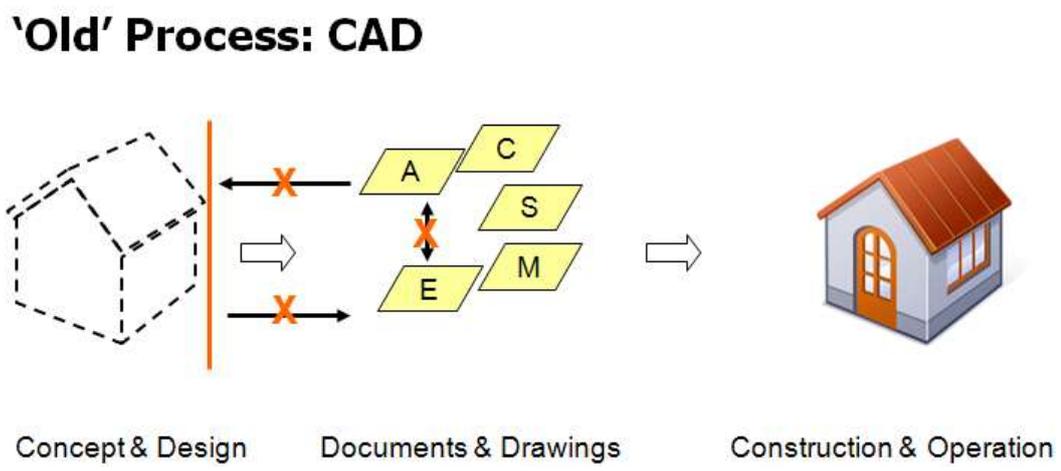


Figura 9. Sistema CAD. Fuente: “Construction in Developing Countries”, 2008.

Con el sistema BIM (ver figura 10) tenemos al alcance de la mano programas informáticos que comparten información, la actualiza al instante y se complementan entre sí (ver figura 11), donde podemos introducir todos los conocimientos que tenemos para definir el proyecto de una forma más veraz y útil, además, otra gran ventaja es que tiene acceso a esa información todo aquel que necesite para realizar su trabajo.

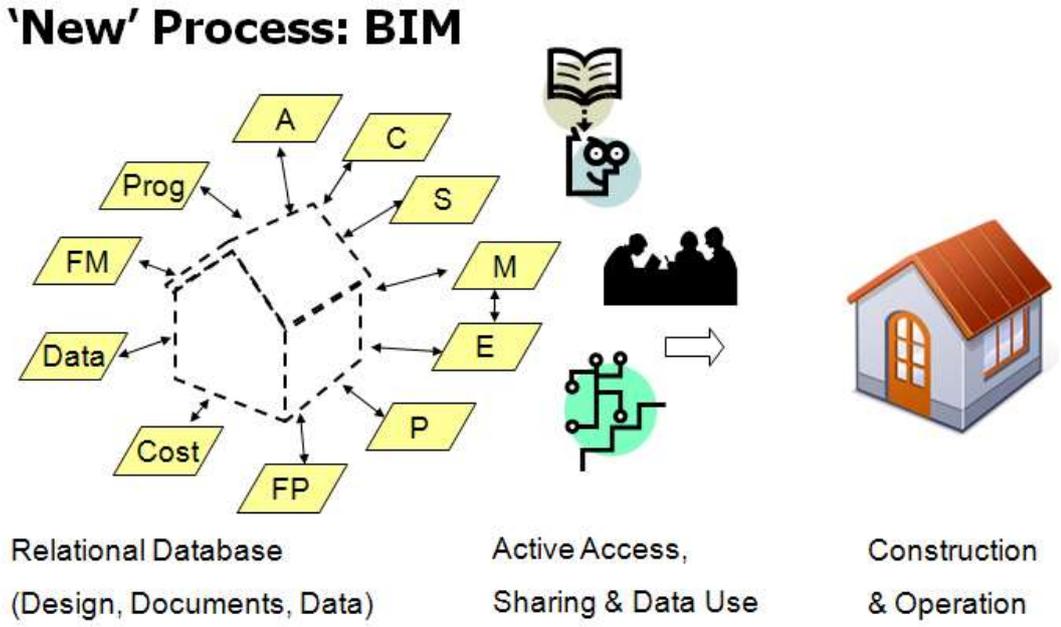


Figura 10. Sistema CAD. Fuente: “Construction in Developing Countries”, 2008.

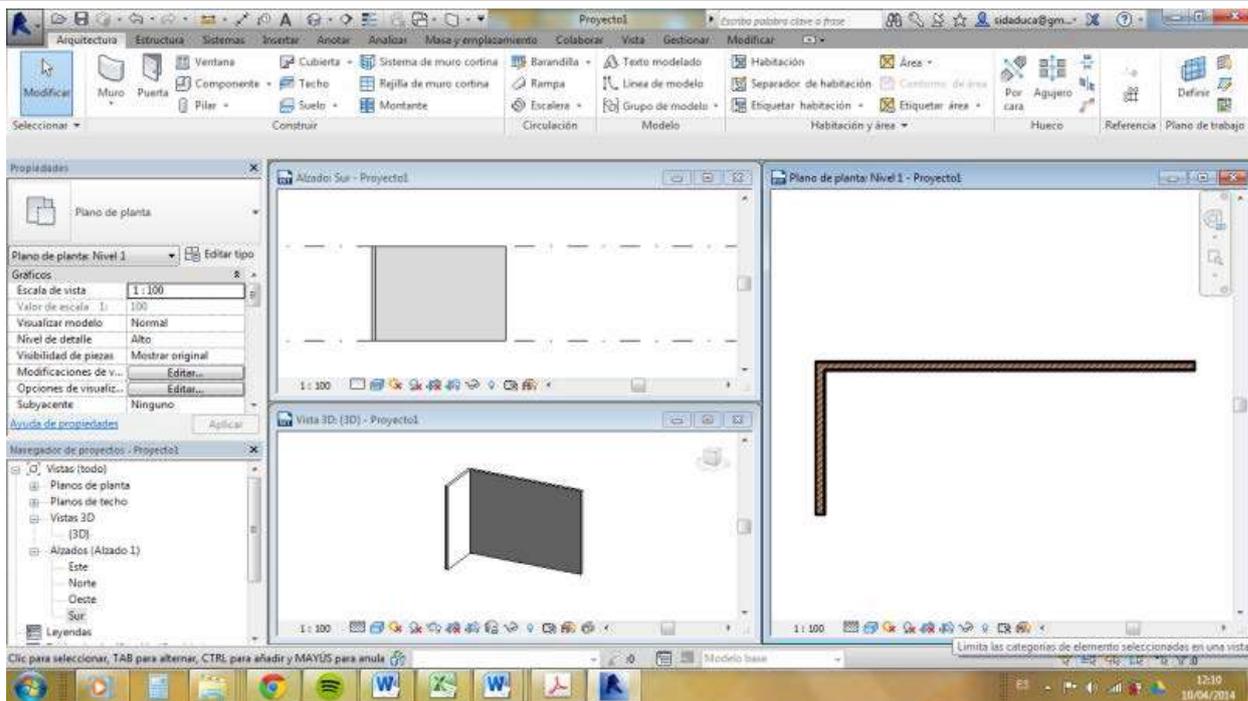


Figura 10. Relación entre diferentes vistas con el sistema BIM. Fuente propia.2016

La diferencia de trabajo que los software BIM tienen sobre los objetos frente a la que tradicionalmente hacían los de CAD son los nuevos objetos paramétricos, éstos otorgan la manipulación de las propiedades dimensionales y físicas para adaptarlas a las particularidades del edificio. La elaboración del modelo BIM supone un verdadero trabajo de análisis y auscultación.

Mediante el sistema BIM vamos a obtener un modelo virtual 3D sobre el que se volcará todo tipo de datos que lo definen. Esta técnica facilita un conocimiento científico de las características físicas de sus elementos, de los sistemas constructivos, de la evolución y de las patologías detectadas en fase de diseño por lo que ahorraremos tiempo y coste económico la ejecución del mismo.

En resumen, mediante el sistema BIM, obtenemos beneficios a lo largo del ciclo de vida del proyecto de construcción. Tomar mejores decisiones de diseño, construir de manera más eficiente, y gestionar y mantener la información de la construcción de manera más eficaz.

Aplicar esta metodología ha ayudado a innumerables equipos de trabajo a operar de forma más productiva y competitiva, producir un trabajo de mayor calidad, atraer más talento, y hacer nuevos contratos.

Es verdad que quedan algunas lagunas administrativas ya que no existe un articulado concreto dentro de un marco jurídico específico común en nuestro país, no obstante ya existe fecha límite en el año 2017 para la publicación de dichas directivas. Con un número creciente de organizaciones gubernamentales y comerciales que exigen BIM, ahora es el momento de considerar la implementación de BIM en nuestra metodología de trabajo y comunicación.

## 4 Modelo único y paramétrico

Toda la información del proyecto, incluyendo las áreas de trabajo involucradas, se introduce en un modelo único tridimensional. Además, los materiales y productos tienen asociadas sus características físicas y funcionales, como el peso, la resistencia y el fabricante.

De esta forma los componentes físicos de las distintas disciplinas que participan en el proyecto son visualizados en tres dimensiones, permitiendo el cálculo de materiales y la definición de especificaciones. Algunos ejemplos de áreas y tareas que cubre este modelo son:

- **Arquitectura:** Plantas de distribución, cortes, planta de localización con terreno, vistas volumétricas, cuadros de puertas y ventanas, cuadro de acabados.
- **Diseño interior:** Carpinterías, cielorrasos, vistas de presentación con materiales, etc.
- **Estructuras:** Plantas de fundaciones, plantas de columnas, plantas de estructura de las losas, estructura de cubierta y elevaciones de cada eje.
- **Ingeniería mecánica:** Diseño de aire acondicionado, cuadros de volúmenes de aire y circulación mecánica.
- **Ingeniería eléctrica:** Planta de luminarias, planta cableado de energía y cuadro de cargas.
- **Ingeniería sanitaria:** Planta de red de agua fría, alcantarillado y distribución de gas.
- **Construcción:** Programación de fases de construcción, actualización del modelo según lo construido y coordinación técnica.
- **Instalaciones de seguridad:** Protección al fuego, sistemas de detección, sistemas de extinción y evacuación.

Este modelo presenta muchas ventajas para nuestro trabajo, asegurando calidad en la gestión de proyectos de alta complejidad. Algunos de los beneficios que percibimos son:

- **Evaluación temprana de conflictos:** Al cotejar la información desde el comienzo del proyecto podemos detectar posibles conflictos en las distintas etapas del proceso.
- **Evita retrasos y costos adicionales:** Al visualizar los procesos con antelación prevenimos problemas sin mayores costos ni retrasos inesperados.
- **Aumenta y optimiza el tiempo:** En proyectos integrados aporta información para la administración, clarificando las tareas pendientes en cada etapa.
- **Permite visualizar cambios simultáneos:** Podemos estimar las repercusiones de cada solución en las distintas áreas, sin improvisar nuevos modelos.
- **Mejora la organización y el seguimiento:** Permite proyectar el calendario del proyecto y realizar un seguimiento durante la construcción.

- **Facilita la estimación de recursos:** Es más fácil desarrollar el presupuesto y control de obra cuando toda la información está en sobre la mesa y es fácil de revisar.
- **Permite evaluar la sustentabilidad de la obra:** Facilita el cálculo de la eficiencia energética del edificio y sus instalaciones. (*Hildebrandt Gruppe*)

Esta metodología de modelado de información facilita la creación y modificación de proyectos colaborativos, lo que asegura la calidad de nuestro trabajo en las diversas etapas de una edificación.

## 5 Utilización paramétrica del sistema BIM

Otra de las características esenciales del sistema BIM, es la realización de tablas donde gestionar la información del modelo. Estas tablas organizan y permiten una lectura fácil de la información, para que los diferentes agentes participantes en el proyecto puedan trabajar de forma paralela y más tarde volcar de nuevo los datos aportados en el modelo.

Como ejemplo pondremos el control de calidad en fase de hormigonado de pilares mediante la utilización del software Revit de Autodesk y Excel.

El software Revit permite crear el modelo 3D con objetos paramétricos relacionados con el control de calidad. A su vez, el programa nos permite crear una tabla donde se organizan los datos que aporta la persona responsable del control de calidad, tal como la fecha, lote, resistencia, etc.

Seguidamente otorgamos restricciones a los datos aportados, de forma que si el hormigón no cumple la resistencia requerida a los días fijados, la celda indica de la incidencia con un color.

El software tiene la capacidad, mediante la instalación del plug-in, de exportar el contenido de la tabla a una tabla de Excel, la cual podrá utilizar la persona responsable del control de calidad para realizar su trabajo.

De esta forma podemos asociar datos introducidos en tablas Excel al modelo creado en Revit, y éste nos indicará todos aquellos pilares que no cumplen las restricciones fijadas en cuanto a resistencia mínima.

## 6 Niveles de detalle o LOD

Los niveles de detalle o LOD nos sirven para valorar un proyecto y definir el coste de un modelo BIM.

La American Institute of Architects (AIA) publicó este sistema como un sistema válido para valorar los diferentes estados de un modelo BIM, pero redefine “Nivel de detalle” por “Nivel de desarrollo”, ambos utilizan el mismo acrónimo LOD.

Este sistema valora “para qué sirve la información representada”, donde se mide tanto la cantidad como sobre todo la calidad de esa información.

Así aparece la siguiente clasificación de calidades de acabado (*ver figura 12*):

- LOD 100 es un diseño conceptual, donde básicamente se muestran volúmenes, áreas y la orientación.

- LOD 200 es un diseño conceptual donde se quiere dotar al modelo de una visión general, más aproximada a la realidad, aportando la localización, formas, volúmenes más aproximados, texturas... Estas cualidades nunca son definitivas.
- LOD 300 es un diseño más preciso, con medidas y geometrías más exactas, pendiente de algún detalle constructivo por lo que no es una definición completa del modelo.
- LOD 400 es un diseño con un nivel de detalle suficiente para la construcción del modelo, además, las mediciones están definidas con exactitud.
- LOD 500 es el diseño final del proyecto, donde se puede observar el estado del mismo para su mantenimiento y el funcionamiento de las instalaciones.

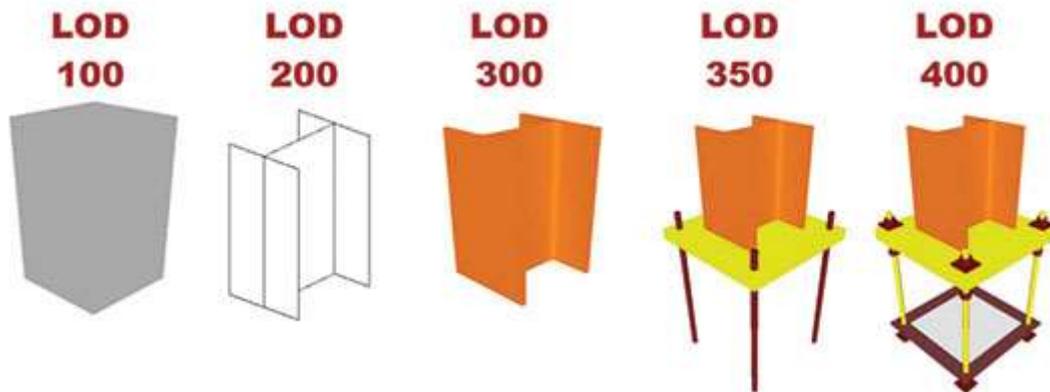


Figura 12: Niveles de detalle o LOD. Fuente: "Development or detail & why it matters". 2014

## 7 Características del sistema CAD y del sistema BIM

Existen infinidad de diferencias en la manera en que trabajamos y desarrollamos un proyecto arquitectónico mediante el sistema tradicional y el sistema BIM.

El **sistema tradicional** CAD se caracteriza por:

- Trabajar en un entorno virtual donde se obtiene un modelo en 2D afinadamente determinado por su geometría, y que además se podía escalar tantas veces como queramos.
- Representar elementos sencillos pero potentes para definir el modelo, tales como el círculo, líneas, etc. Estos elementos podemos repetirlos o crear bloques para ahorrarnos tiempo en la representación.
- La habilidad del profesional en la representación gráfica tiene un gran valor en el resultado final, ya que existen distintos valores de línea o sombreados.
- Al trabajar en un entorno virtual, tenemos la capacidad de compartir archivos de una manera cómoda y rápida con los diferentes agentes intervinientes en el proyecto. Esta información se consulta por separado y más tarde se comunica de los cambios o aportaciones a incluir en un archivo principal.
- Permite la adición de archivos topográficos, urbanísticos, o condicionantes de entorno.

El sistema **BIM** se caracteriza por:

- Ser un sistema donde se define un único modelo tridimensional establecido por objetos paramétricos que albergan, además de la geometría del edificio, instalaciones, estructura, materiales que lo componen.

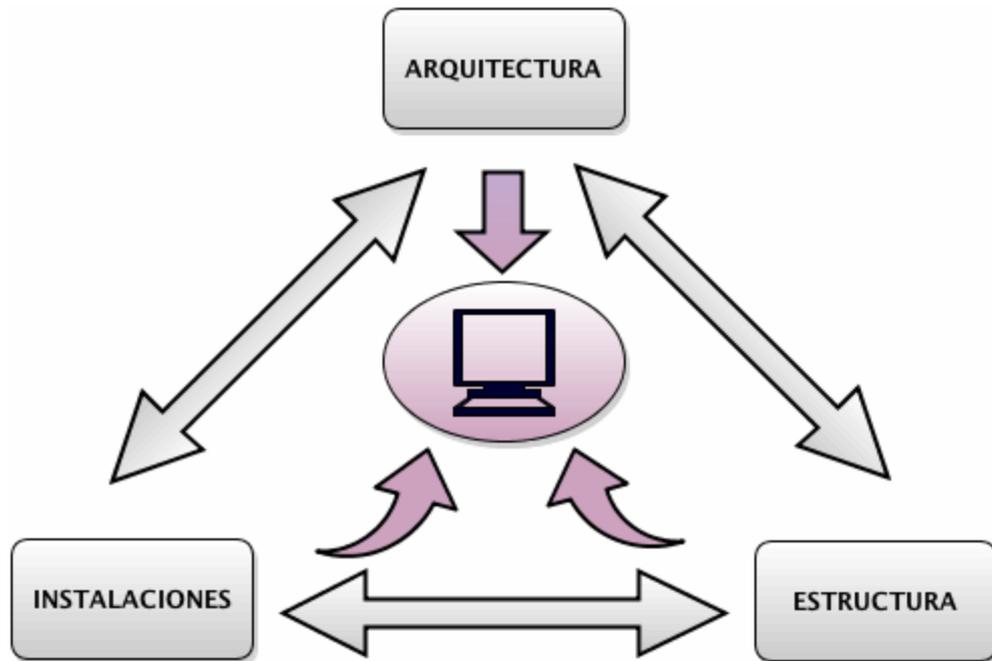


Figura 13. Desarrollo del modelo de la información BIM. Fuente elarquitecto. 2013

- El modelo del edificio definido contiene absolutamente toda la información: memorias, pliegos, cálculos de estructuras, mediciones, eficiencia energética, cumplimiento de la normativa, etc. Esta información está al alcance de todos los agentes intervinientes al mismo tiempo.
- Los objetos paramétricos pueden tener restricciones, las cuales nos ayudan a localizar penalizaciones indeseadas, como por ejemplo las medidas de un hueco en fachada que va a recibir una carpintería.
- Facilidad en generar representaciones en 2D a partir de vistas o secciones que indicamos al modelo 3D, tales como alzados, plantas y secciones del edificio. Estas vistas son una consulta al modelo principal, por lo que nos muestra toda la información en el plano que nos interesa.

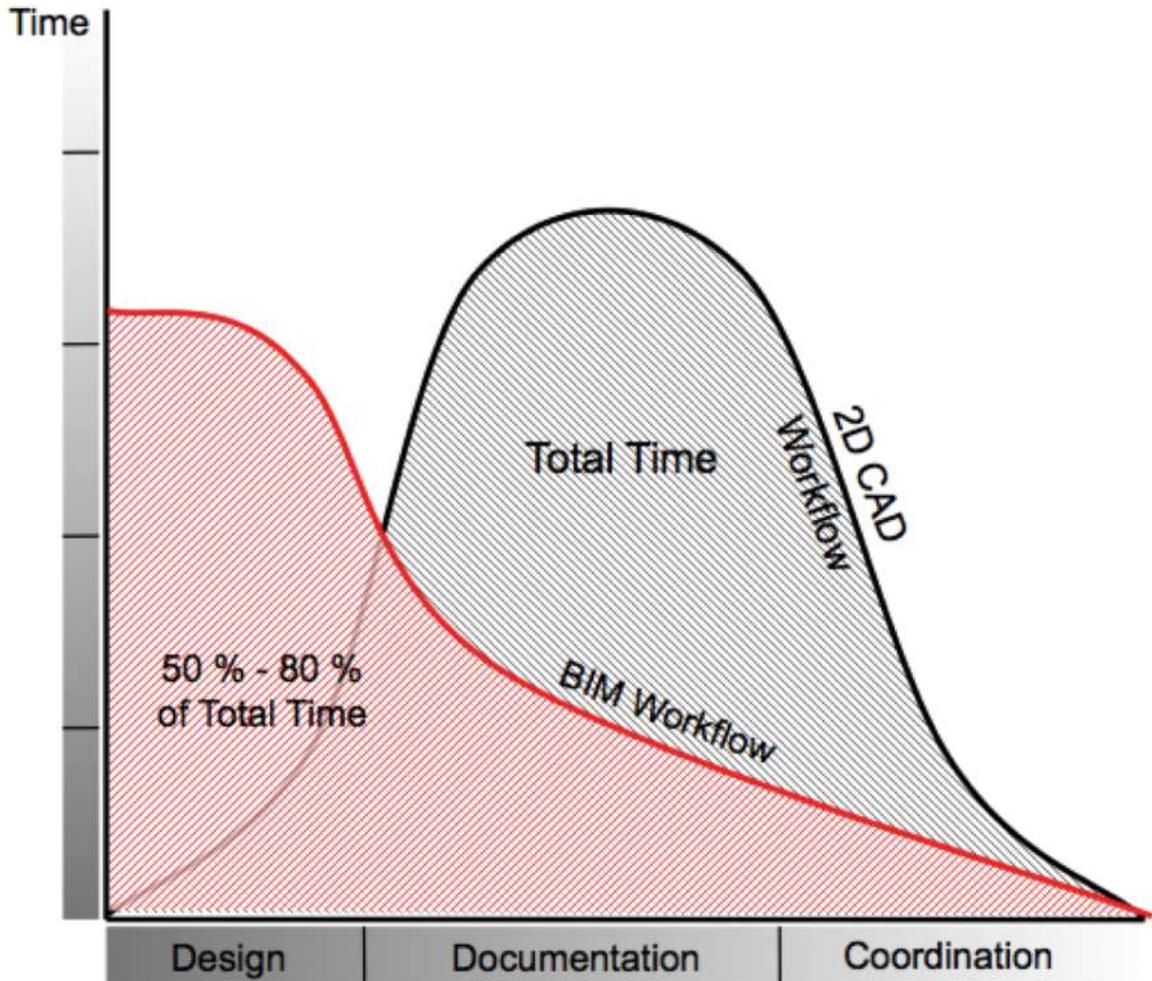


Figura 14. Comparativa del flujo de trabajo entre BIM y CAD. Fuente Graphisoft.2014

## 8 Beneficios del sistema BIM para los diferentes agentes

Según la publicación de Building Smart, son varios los beneficios que obtienen cada uno de los agentes intervinientes en el proyecto con la metodología BIM:

- **Arquitectos:**
  - Análisis de varias opciones de diseño con un modelo único. Lo que se traduce en la optimización en tiempo del diseño más eficiente.
  - Unificación de toda la información que contiene el proyecto en un único modelo tridimensional. Lo que permite una detección temprana de fallos de proyecto.
  - Generación rápida y automática de la documentación del proyecto.
  - Confianza en la correcta introducción de datos en el modelo. Debido a la precisión que caracteriza a la tecnología en el cálculo de presupuestos y mediciones, redacción del plan general, y planificación de trabajos.

- **Ingenieros:**
  - Integración de los elementos estructurales y de instalaciones con un mínimo margen de conflictos entre los mismos, pudiendo ser resuelto al instante.
  - Unificación de la documentación generada en un único archivo, sin conflictos ni descuidos.
  - Diseño de instalaciones de forma rápida y ágil. Con una gran variedad de familias de materiales y componentes.
  - Integración y colaboración de múltiples ámbitos de la ingeniería en un mismo modelo multidisciplinar compartido.
- **Project Manager:**
  - Intercambio de información transparente y consistentemente definido. La información puede moverse rápidamente entre los distintos miembros y desde una aplicación a otra sin necesidad de una interpretación manual ni de volver a tener que introducir la información.
- **Constructoras:**
  - Conocimiento real del proyecto de edificación en la fase de diseño. (Menos errores y conflictos en los sistemas de construcción y menos modificaciones durante la ejecución del proyecto).
  - Integración de información multidisciplinar en el modelo BIM (Mejora la eficiencia operacional y la toma de decisiones basadas en información en tiempo real).
  - Menor tiempo en el desarrollo del proyecto.
- **Propietarios:**
  - Todas las características del edificio y los sistemas constructivos utilizados, además de materiales y componentes, estará disponible para el pertinente mantenimiento o futuras actuaciones.
  - Comprensión real del proyecto de edificación en la fase de diseño. El visualizado 3D de los espacios y mobiliario permite conocer mejor el producto.
  - Ejecución del proyecto en un menor coste de tiempo, debido a un flujo de trabajo continuo.
- **Fabricantes:**
  - Reciben la información en un único modelo, lo que permite realizar simulaciones con diferentes propuestas o materiales de una manera rápida. Esto disminuye el riesgo de equivocaciones, lo que se traduce en un ahorro de dinero y tiempo.

- Creación de la propia biblioteca de materiales con sus propios productos, generar catálogos, accesibles al resto de usuarios BIM.
- Realización de ensayos de los materiales de un proyecto para observar su comportamiento, pudiendo ser sustituido o modificado en una fase más temprana.
  
- **Administraciones Públicas:**
  - Eficacia en la comprobación del cumplimiento de la normativa, lo que se traduce en un proceso más eficiente en la revisión de proyectos.
  
  - Documentación más coherente y fiable.
  
  - Detección automática de posibles incongruencias entre los sistemas de ejecución que se van a llevar a cabo.
  
  - Formato digital, menor cantidad de papel.
  
  - Información contenida en un único formato para su disponibilidad en futuras consultas de datos.
  
  - Menor corrección de proyectos, ahorro en coste temporal, aumento de la sostenibilidad, desarrollo continuo. (Building Smart 2014)

## 9 Punto de vista técnico

Basándome en mi propuesta, la principal ventaja que tenemos al trabajar mediante el sistema BIM es la manera con la que gestionamos un proyecto arquitectónico. Este proyecto se convierte en una verdadera base de datos donde cada una de las vistas de proyecto (alzados, planta, secciones, axonométricas, etc.) son como una ventana donde consultar, y modificar si se desea, la información que define el modelo, por lo que estas vistas siempre trabajan de manera coordinada (*ver figura 15*).

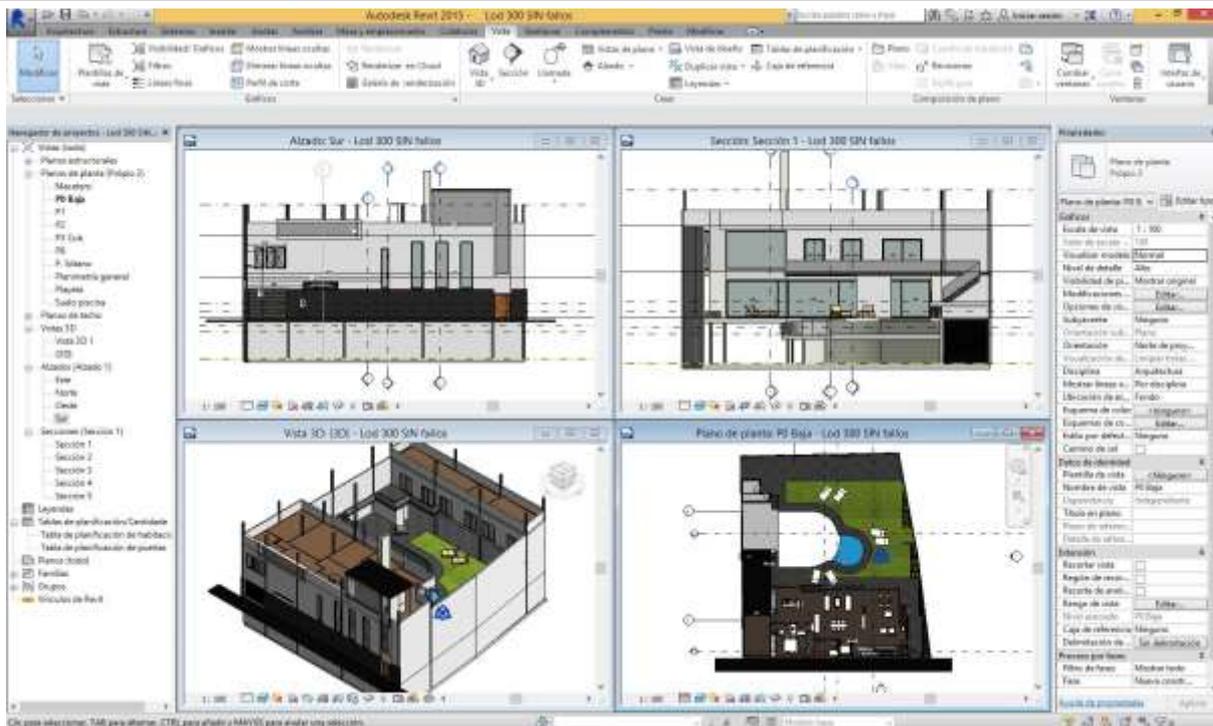


Figura 15: Acceso al modelo desde diferentes vistas mediante software Autodesk® Revit®. Fuente propia. 2016

Esta gestión del proyecto la podemos realizar mediante el amplio abanico de posibilidades que nos ofrece el software Autodesk Revit.

- **Vista en 3D:** Nos permite observar y analizar el modelo en su conjunto, los encuentros de las geometrías, las texturas, el espacio creado... lo que nos facilita la detección de incongruencias con mayor facilidad.
- **El trazado de planos de taller o de fabricación:** Podemos realizar cuadros de mediciones, cuadros de pilares, obtener detalles constructivos, etc.
- **Comprobación del cumplimiento de la normativa:** Podemos asociar las diferentes normativas a nuestro proyecto. De esta manera, el software nos avisa del incumplimiento de la misma.

**Análisis forense:** Trabajando mediante el sistema BIM, podemos detectar dónde existe un fallo estructural (ver figura 6) o por qué aparecen lesiones.

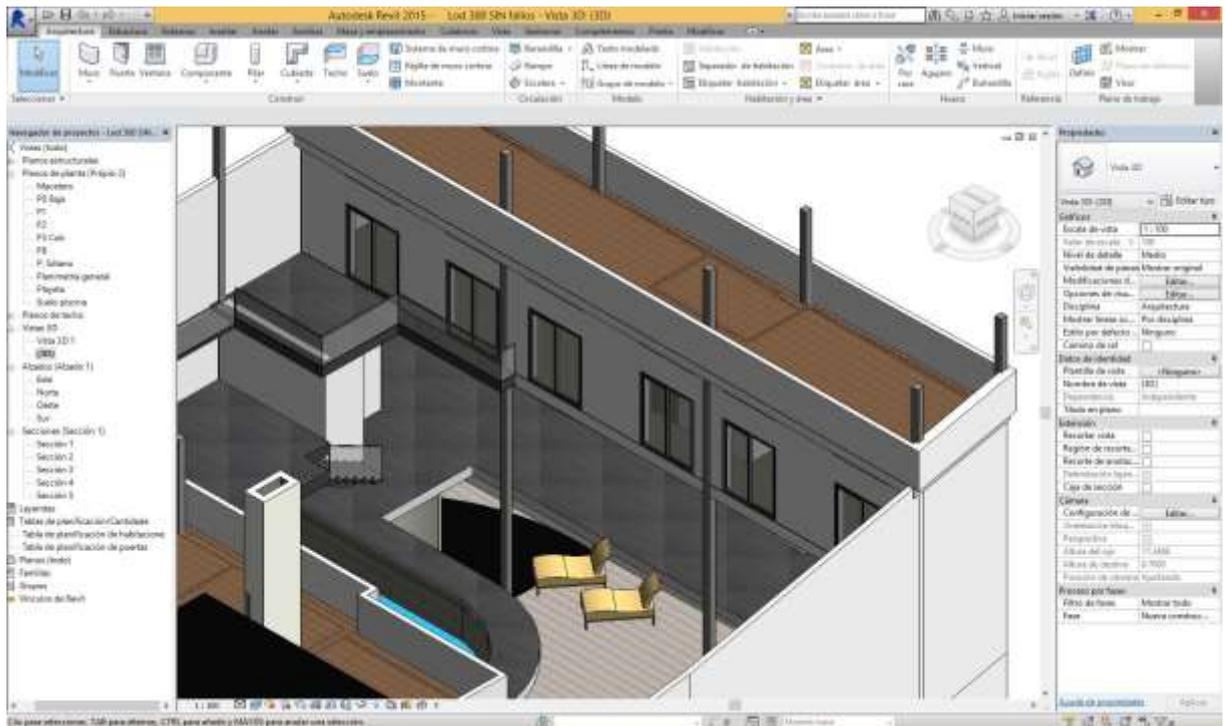


Figura 16: Detección de pilares fuera del eje de fachada. Fuente propia. 2016.

Además se podría integrar BIM con un sistema Building Automation Systems (BAS), para en caso de emergencia, poder planear de una forma más segura el modo de respuesta, ya que BAS proporciona información en tiempo real, mediante el uso de sensores, del estado del edificio y de sus componentes. (Autodesk, 2013).

- **Facility management (FM):** Es una forma de gestionar el ciclo de vida de un edificio y sus servicios asociados, utilizando diferentes procesos y metodologías, integrando recursos, procesos y tecnologías. (*International Facility Management Association (IFMA), 2011*).
- **Presupuestos y costes estimados:** Podemos obtener tablas de planificación de costes y presupuestos casi automatizados mediante otro software complementario, Cost-It.
- **Programación y secuencias constructivas:** Podemos controlar los tiempos de ejecución de cada unidad de obra mediante la programación. Esto es posible ya que el software relaciona la duración estimada de la ejecución de una unidad de obra con el modelo 3D.

Se pueden establecer los procesos constructivos o fases de construcción y determinar la duración de cada fase, según el número de operarios y equipos empleados. (Popov, Juocevicius, Migilinskas, Ustinovichius, & Mikalauskas, 2009)

- **Detección de conflictos y fallos de proyecto:** Mediante el desarrollo del proyecto con el sistema BIM es mucho más fácil detectar las incongruencias de proyecto. El proceso consiste en un análisis y comparativa de las mediciones y planos de proyecto antes de fase de la ejecución utilizando algún programa informático que utilice la metodología BIM. En el capítulo 3, Localización de

incongruencias de proyecto, de este trabajo se desarrolla este punto mediante ejemplos prácticos. Lógicamente es una nueva forma de concebir un proyecto, desde el comienzo con la fase de anteproyecto, pasando por el desarrollo del proyecto y su ejecución, hasta el mantenimiento del edificio terminado. Gracias a este sistema, podemos volcar toda la información del proyecto en una misma base de datos, que anteriormente se desarrollaban de forma separada. Mediante Building Information Modeling (BIM), gestionamos de una forma más global el proyecto.

## 10 El software BIM

### 10.1 Revit de Autodesk

Es el software más utilizado, junto con ArchiCAD de Graphisoft, en el modelado de proyectos de la construcción.

Mediante la utilización de este programa podemos diseñar elementos inteligentes basados en objetos paramétricos modelados en tres dimensiones. Revit es capaz de actualizar los cambios de proyecto en todos los lugares al instante. (Autodesk 2016)

El presente trabajo ha sido desarrollado mediante esta aplicación, ya que Autodesk es una empresa líder en el sector y siempre he trabajado con otro software que les pertenece, AutoCAD, el cual siempre he obtenidos óptimos resultados. Otra ventaja por la que me he decantado a utilizar este programa ha sido la sencillez en la interoperabilidad con otras aplicaciones, como por ejemplo Presto o Lumion, las cuales tengo conocimiento para su utilización.

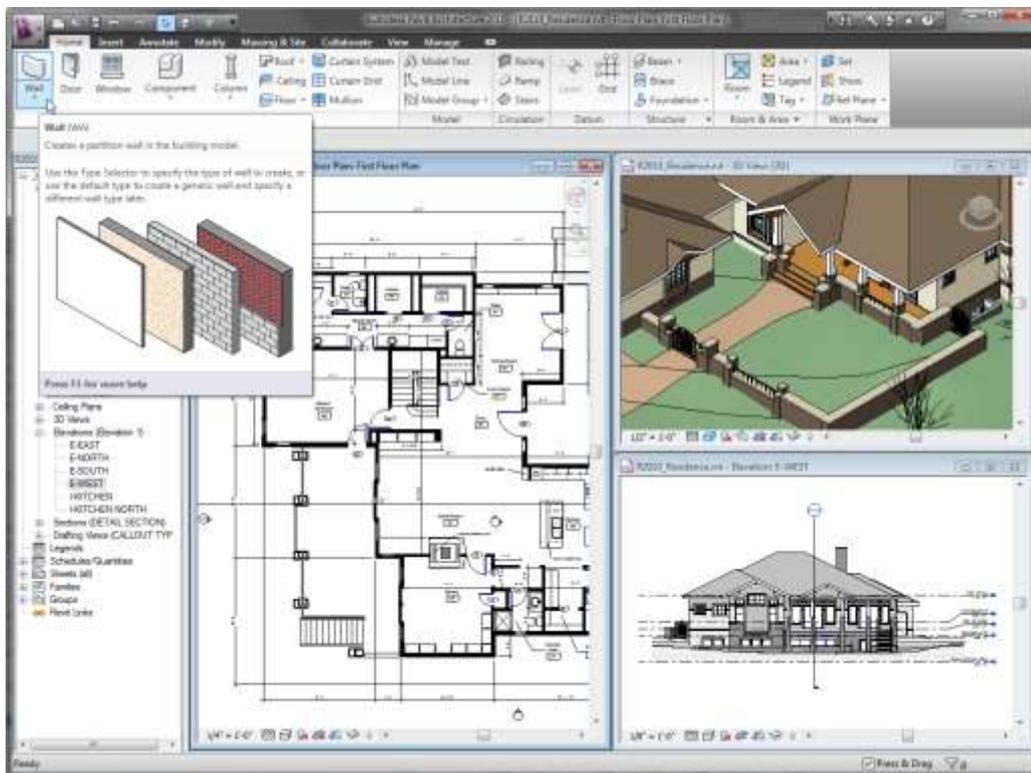


Figura 17. Interfaz del software Revit. Fuente Revit. 2015

### 10.2 ArchiCAD de Graphisoft

Con ArchiCAD se puede modelar y dar forma libremente, creando fácilmente cualquier geometría que se quiera y editando incluso elementos complejos de forma fácil desde la vista más apropiada. ArchiCAD permite combinar la libertad creativa con la bien conocida eficiencia de su robusto Modelo de Información del Edificio (BIM). Su conjunto de herramientas da soporte al proceso creativo dentro del contexto del proyecto. (Graphisoft 2016)

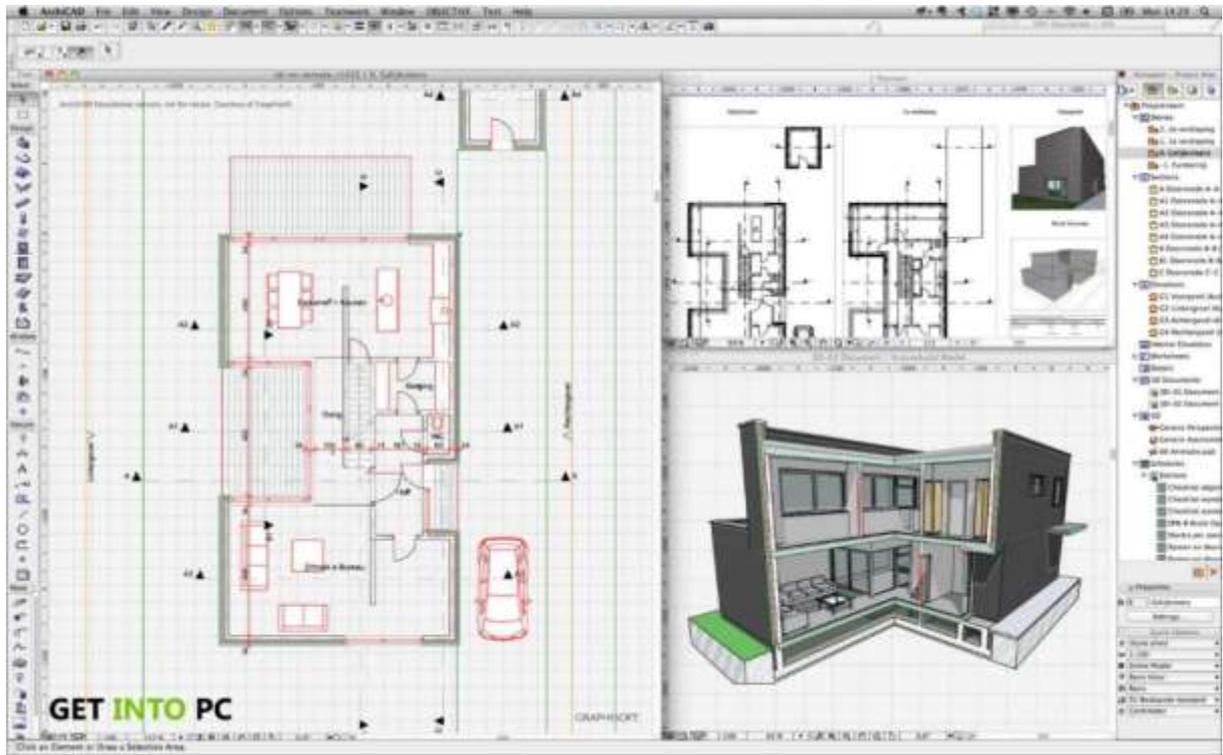


Figura 18. Interfaz del software ArchiCAD. Fuente GetIntoPC. 2015

### 10.3 Tekla

Software especializado en el diseño y el cálculo de estructuras de acero, el modelo creado contiene información detallada y precisa, necesaria para obtener una ejecución con garantías de éxito.

Tekla tiene la capacidad de trabajar con una gran variedad de materiales y estructuras, como por ejemplo puentes, estructuras marítimas, edificios residenciales, rascacielos, etc. (Tekla 2016)

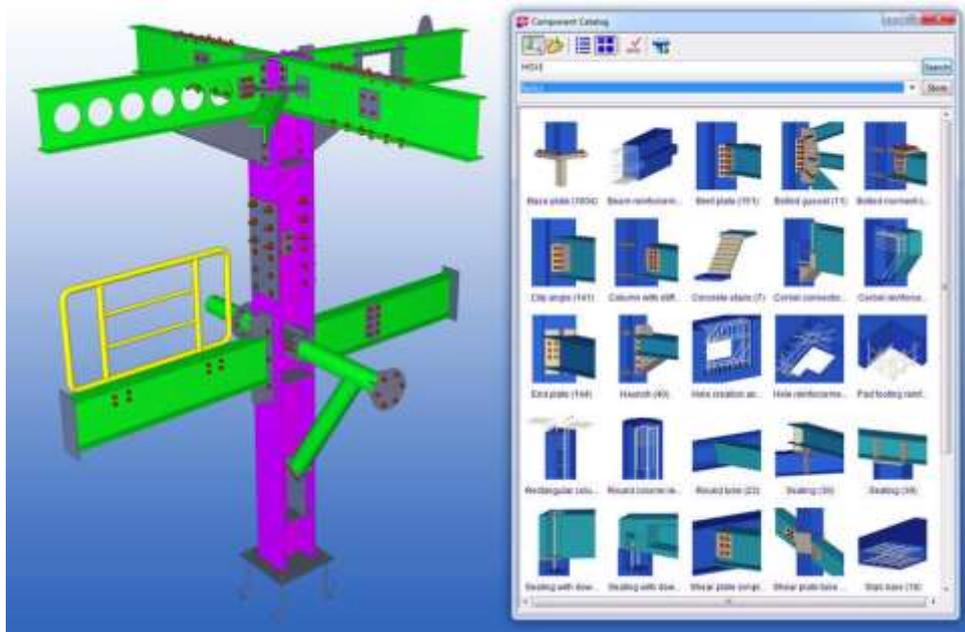


Figura 19. Interfaz del software Tekla. Fuente Teckla. 2016

#### 10.4 Navisworks

Navisworks es un programa informático especializado en la revisión de proyectos arquitectónicos. Permite a los agentes responsables revisar los modelos creados y los cálculos introducidos para asegurar el éxito del proyecto. (Autodesk 2016)



Figura 20. Interfaz del software Navisworks. Fuente Navisworks. 2016

### 10.5 Lumion

Lumion es un instrumento de visualización arquitectónica y paisajística en 3D. Representa una revolución a la representación tradicional, tanto por su facilidad en el manejo como por su alto grado de calidad en la representación de la realidad. (Lumion 2016)



Figura 21. Resultados del software Lumion. Fuente Lumion. 2016

### 10.6 Medit o Cost-It

Tanto Medit como Cost-It son un plug-in de Revit que generan mediciones de forma automática. Su forma de trabajar se basa en vincular la información del modelo creado en Revit con partidas extraídas en las bases de datos de la construcción, y como resultado se obtiene las mediciones de nuestro proyecto en formato FIEBDC o Excel.



Figura 22. Software Medit. Fuente Medit. 2016



Figura 23. Interfaz del software Cost-It. Fuente Cost-It. 2016

### 10.7 Otros Software

Existen otros muchos software que tienen su utilidad dentro de un entorno BIM, algunos de estos son:

- **Robot**, para cálculo de estructuras.
- **3DMax**, para modelar en tres dimensiones y renderizar modelos 3D.
- **Allplan**, para soluciones generales.
- **MsProject**, para programación y organización de obra.

## Capítulo 2.

### Vivienda unifamiliar entre medianeras situada en Calle Alicante 11, Alaquàs.



*Figura 24. Vivienda unifamiliar objeto de estudio. Fuente propia. 2015*

## 1 Proyecto analizado

En este capítulo se presenta el proyecto utilizado para el estudio y análisis del mismo mediante la metodología BIM, con la finalidad de localizar las incongruencias de proyecto antes de comenzar la fase de ejecución y lograr así un flujo de trabajo continuo.

Se trata de un edificio de vivienda unifamiliar, con dos cuerpos separados, de 2 alturas sobre rasante más planta sótano con espacio para aparcamiento privado de vehículos, con un espacio interior descubierto destinado a jardín con piscina.



*Figura 25: Fachada principal C/ Alicante 11, Alaquàs, Valencia. Fuente propia. 2016*



*Figura 26: Fachada posterior C/ Alicante 11, Alaquàs, Valencia. Fuente propia. 2016*

## 2 Información previa.

### 3.3 Datos del emplazamiento

El solar se encuentra ubicado en la Calle Alacant, número 11 en la localidad de Alaquàs, Valencia.

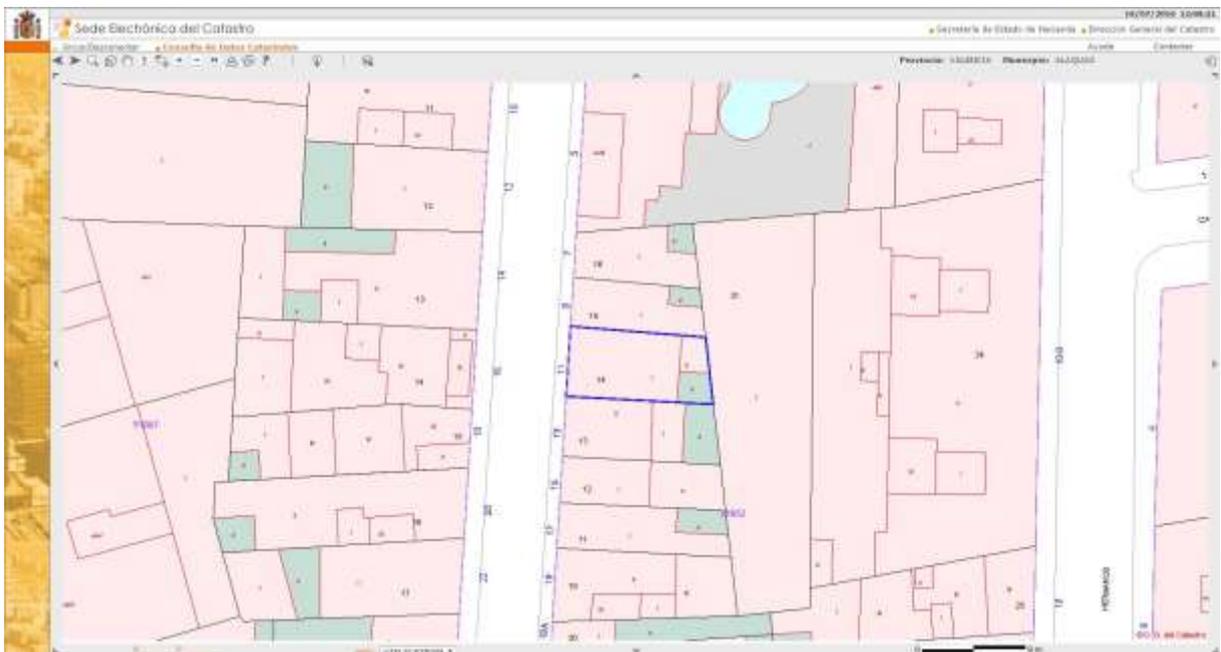


Figura 27. Emplazamiento. Fuente Catastro. 2016

## 2.2 Entorno físico.

El solar resultante es de forma trapezoidal con una topografía plana.

Las orientaciones de sus lindes son las siguientes:

- Norte: medianera con parcela vecina.
- Sur: medianera con parcela vecina.
- Este: medianera con parcela vecina.
- Oeste: calle.

### 2.3 Clasificación uso.

Nos encontramos con un solar urbano para el que el Plan General de Alaquàs, asigna USO RESIDENCIAL, VIVIENDA UNIFAMILIAR.

## 3 Descripción del proyecto.

### 3.1 Descripción general del edificio.

La vivienda se distribuye en tres niveles.

La planta sótano está distribuida en un espacio diáfano para aparcamiento privado de vehículos, el vaso de la piscina, con cuarto de instalaciones propias y del resto de la vivienda y una sala de ocio adecuadamente insonorizada.

Los dos niveles sobre rasante se organizan en dos volúmenes diferenciados. Uno principal, donde se desarrolla la vivienda, con fachada a calle y al interior de la parcela y el otro, de apoyo, con fachada al interior.

En el cuerpo principal, la planta baja está formada por el salón, el comedor, la cocina, zona de lavado y plancha y despensa, una habitación de servicio y la escalera de un tramo. En la primera planta se distribuyen un cuarto de baño completo y 3 dormitorios, uno de ellos el principal, con dos cuartos de baño completos incorporados y dos vestidores. Desde los tres dormitorios se accede a una terraza descubierta en planta primera. A través de la escalera de un tramo se accede a la planta de cubierta de este cuerpo principal en el que se ubican los captadores solares, así como un cuarto adjunto al casetón de la escalera. Un ascensor comunica la planta sótano, la planta baja y la planta primera.

En el cuerpo de apoyo, la planta baja está formada por un espacio diáfano abierto a la piscina conteniendo un paellero, un aseo, un trastero. La primera planta es diáfana y dispone de un cuarto de baño. Desde el espacio exterior y mediante una escalera junto a la piscina, se accede a una pequeña terraza y desde esta se llega al nivel de planta primera.

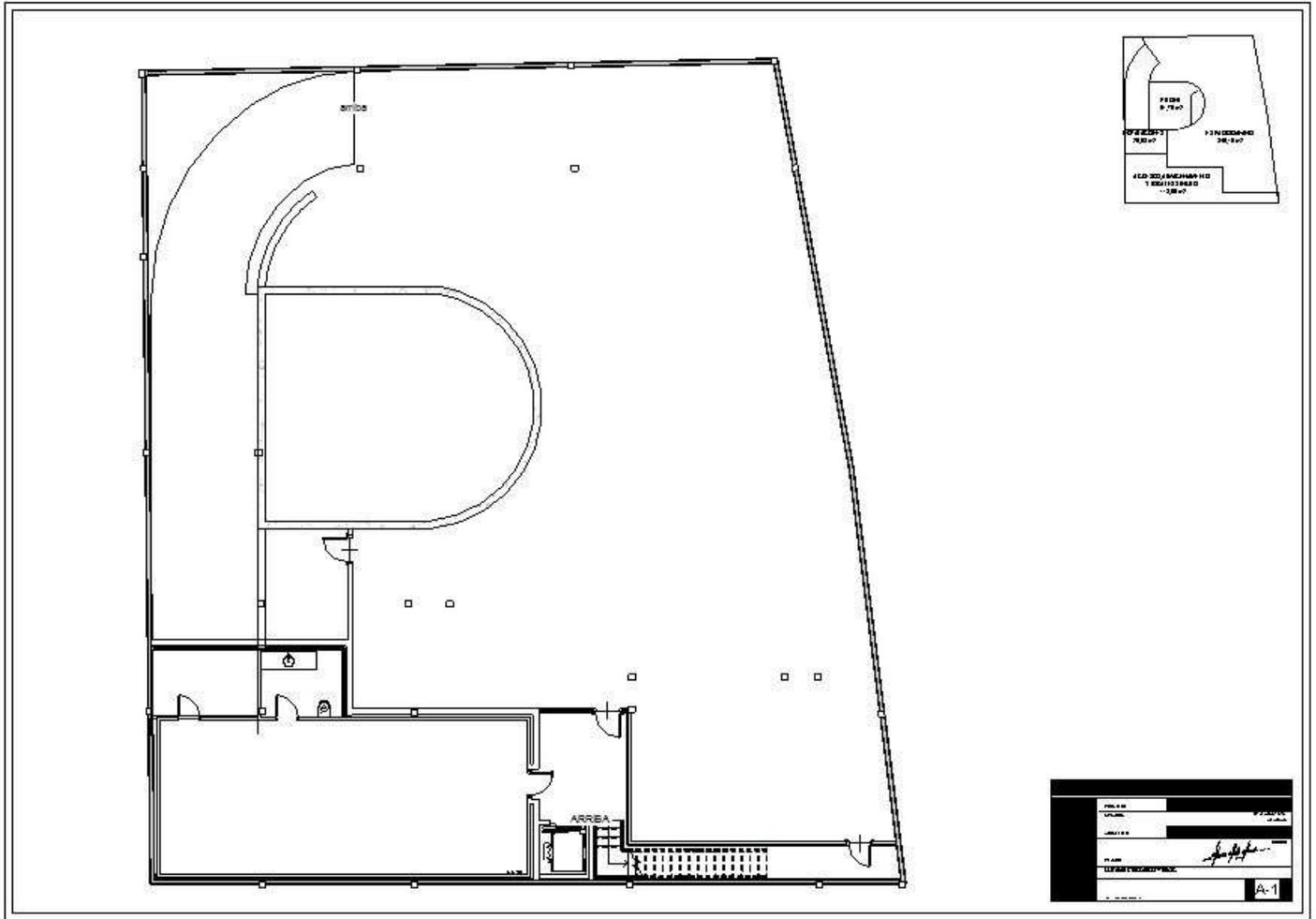


Figura 28: Plano Arquitectónico A-1. Planta Sótano. Fuente propia. 2016

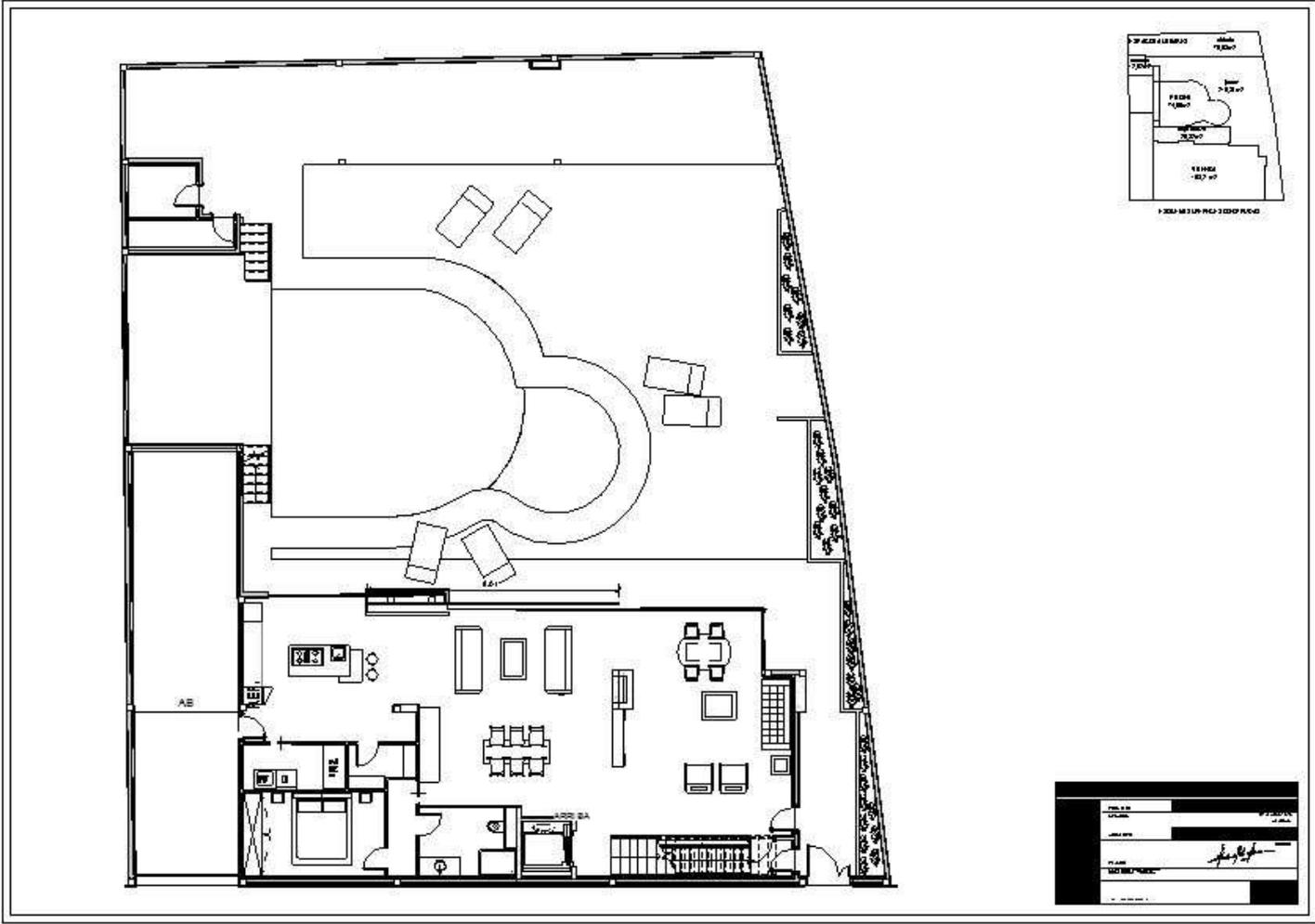


Figura 29: Plano Arquitectónico A-2. Planta Baja. Fuente propia. 2016

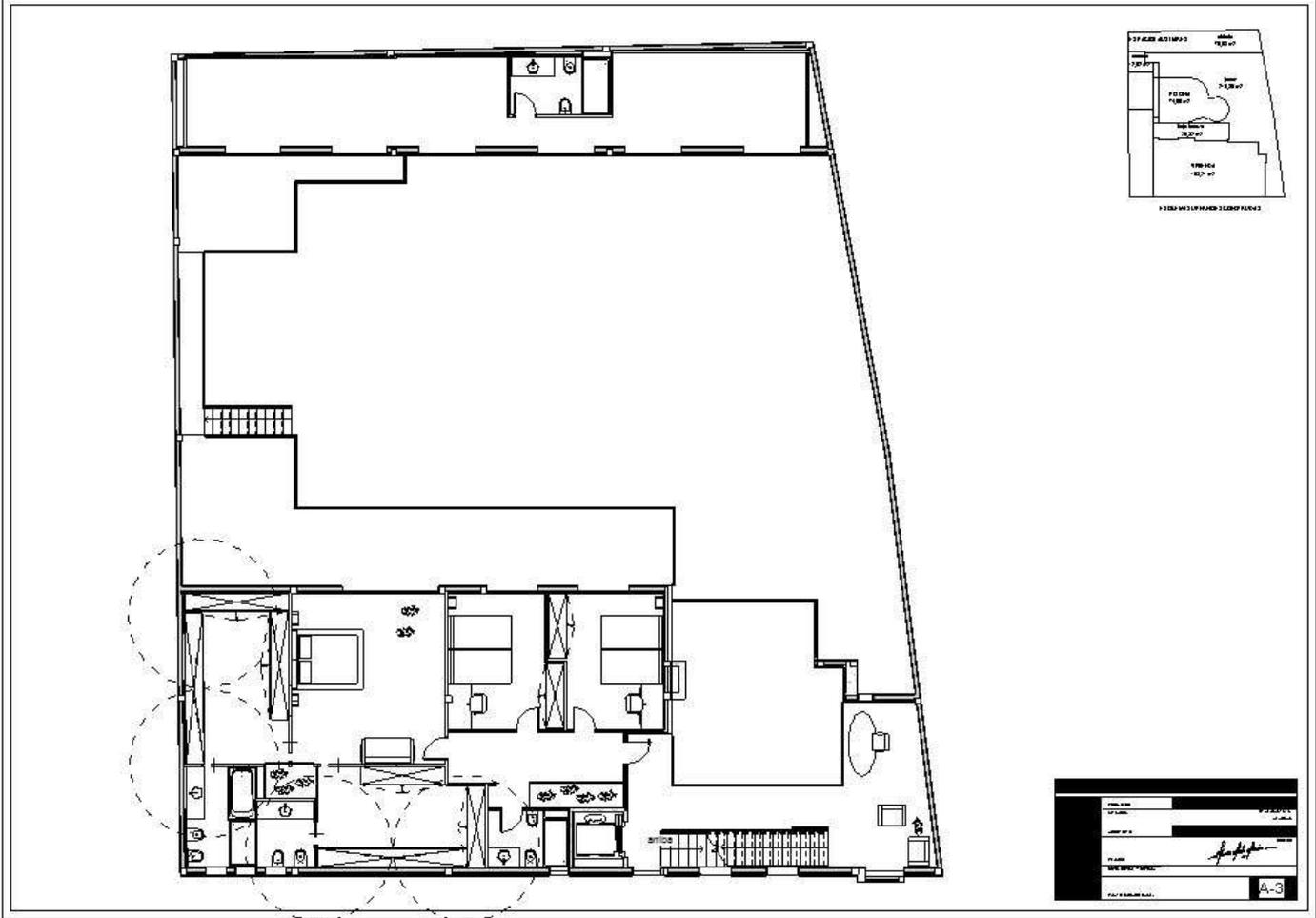


Figura 30. Plano Arquitectónico A-3. Planta Primera. Fuente propia. 2016

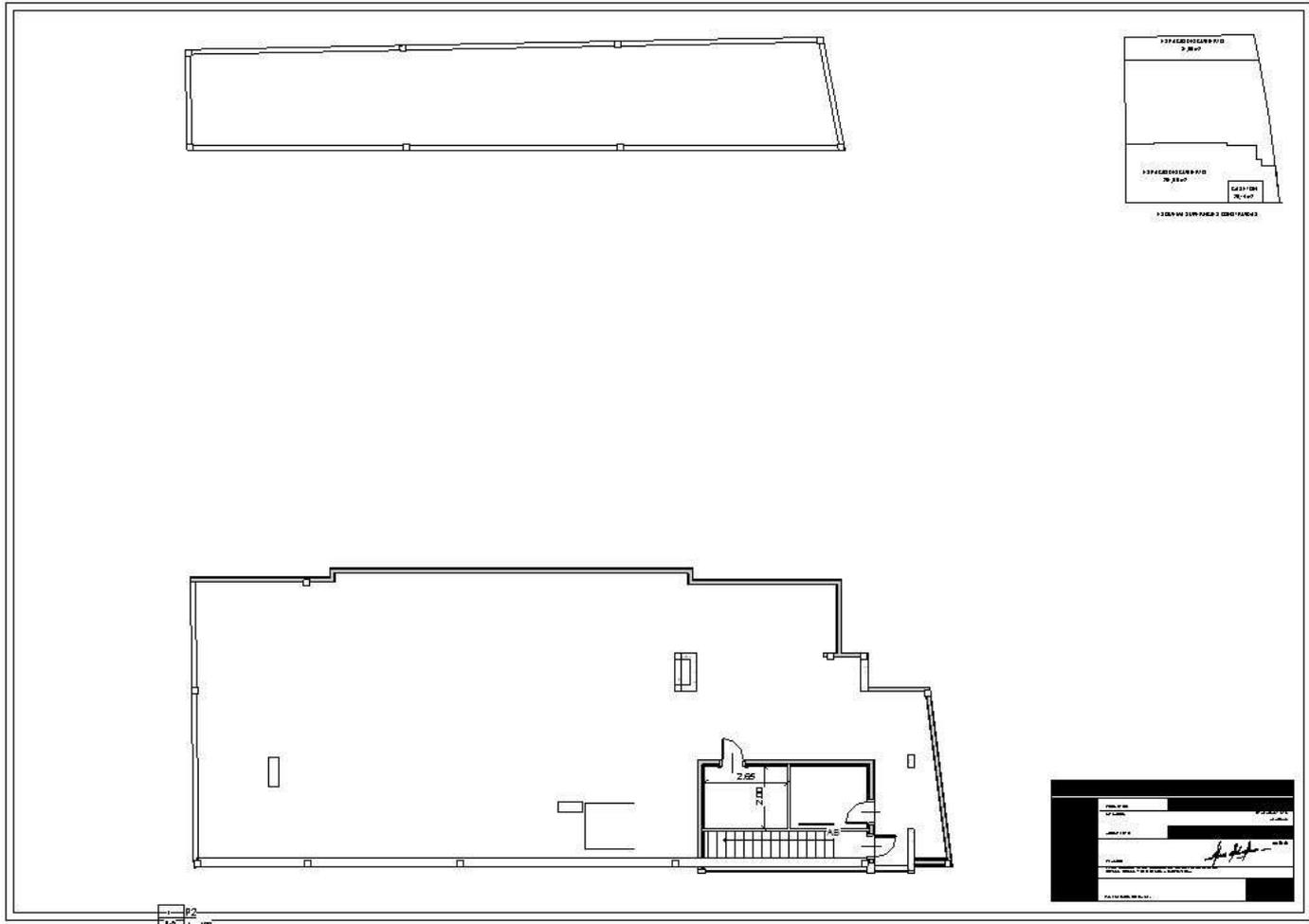


Figura 31. Plano Arquitectónico A-4. Planta Segundo. Fuente propia. 2016

3.2 Estudio de superficies y programa de necesidades.

El presente estudio de superficies lo vamos a organizar según las características de configuración del edificio que han quedado especificadas en la memoria descriptiva expuesta con anterioridad.

**SUPERFICIES UTILES.**

**PLANTA SÓTANO**

Aparcamiento.....	329,67 m2
Cuarto instalaciones.....	22,67 m2
Trastero.....	7,96 m2
Espacio sin uso, incluso aseo.....	71,56 m2
Distribuidor.....	10,10 m2
Escalera.....	6,75 m2
<b>TOTAL PLANTA SÓTANO.....</b>	<b>448,71 m2</b>

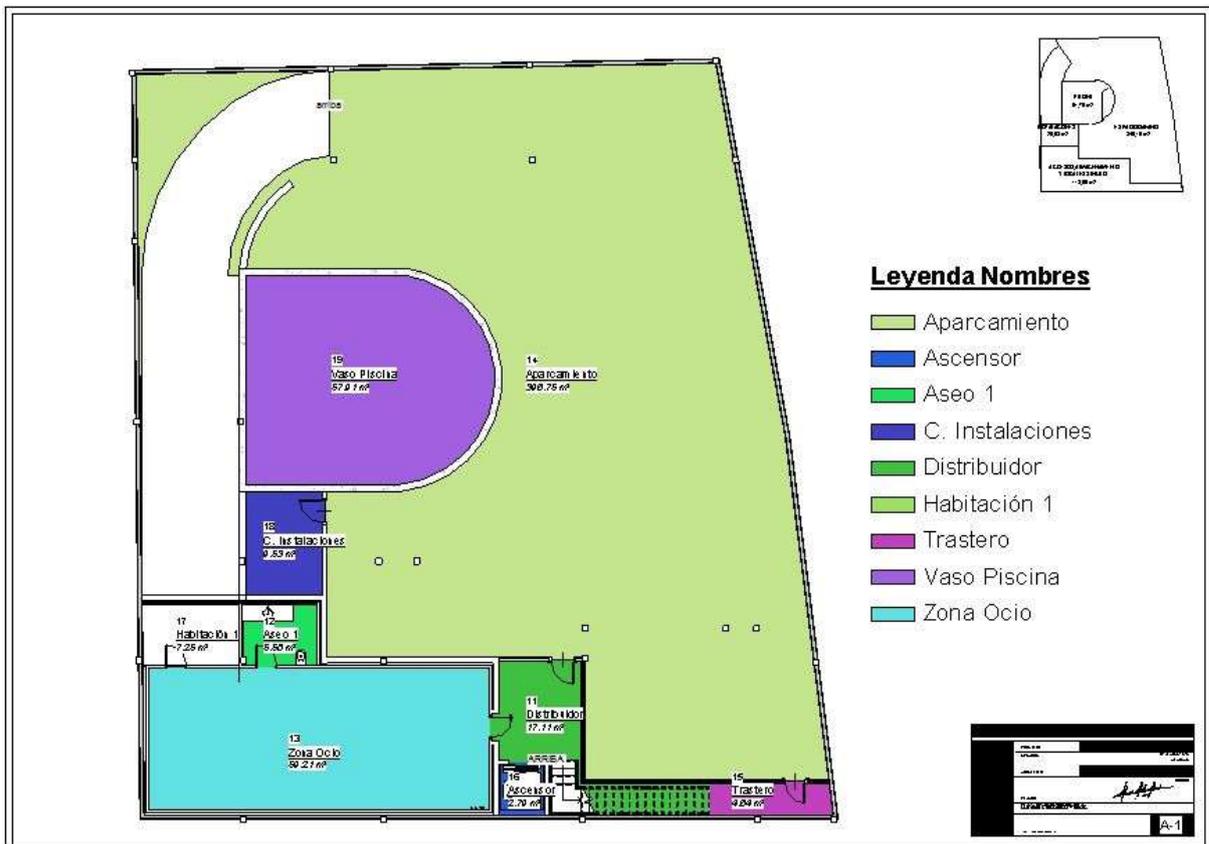


Figura 32. Plano de Superficies. Planta Sótano. Fuente propia. 2016

**PLANTA BAJA**

Salón doble altura.....	37,34 m2
-------------------------	----------

Salón - comedor.....	43,10 m2
Cocina.....	24,33 m2
Zona lavado.....	4,49 m2
Zona despensa.....	2,75 m2
Dormitorio invitados.....	12,03 m2
Distribuidor invitados.....	2,92 m2
Baño respeto.....	6,45 m2
Acceso peatonal a sótano.....	1,96 m2
Escalera.....	5,47 m2
Meseta aparcamiento.....	15,40 m2
Baño piscina.....	3,70 m2
Almacén.....	3,93 m2
Espacio diáfano cubierto (incluso paellero).....	67,68 m2
Jardín.....	193,88 m2
Piscina.....	70,54 m2
Terraza elevada.....	22,70 m2
Escaleras terraza elevada.....	5,78 m2
<b>TOTAL VIVIENDA PLANTA BAJA (Cerrado y cubierto).....</b>	<b>140,84 m2</b>
<b>TOTAL CUERPO AUXILIAR PLANTA BAJA (Cerrado y cubierto).....</b>	<b>7,63 m2</b>

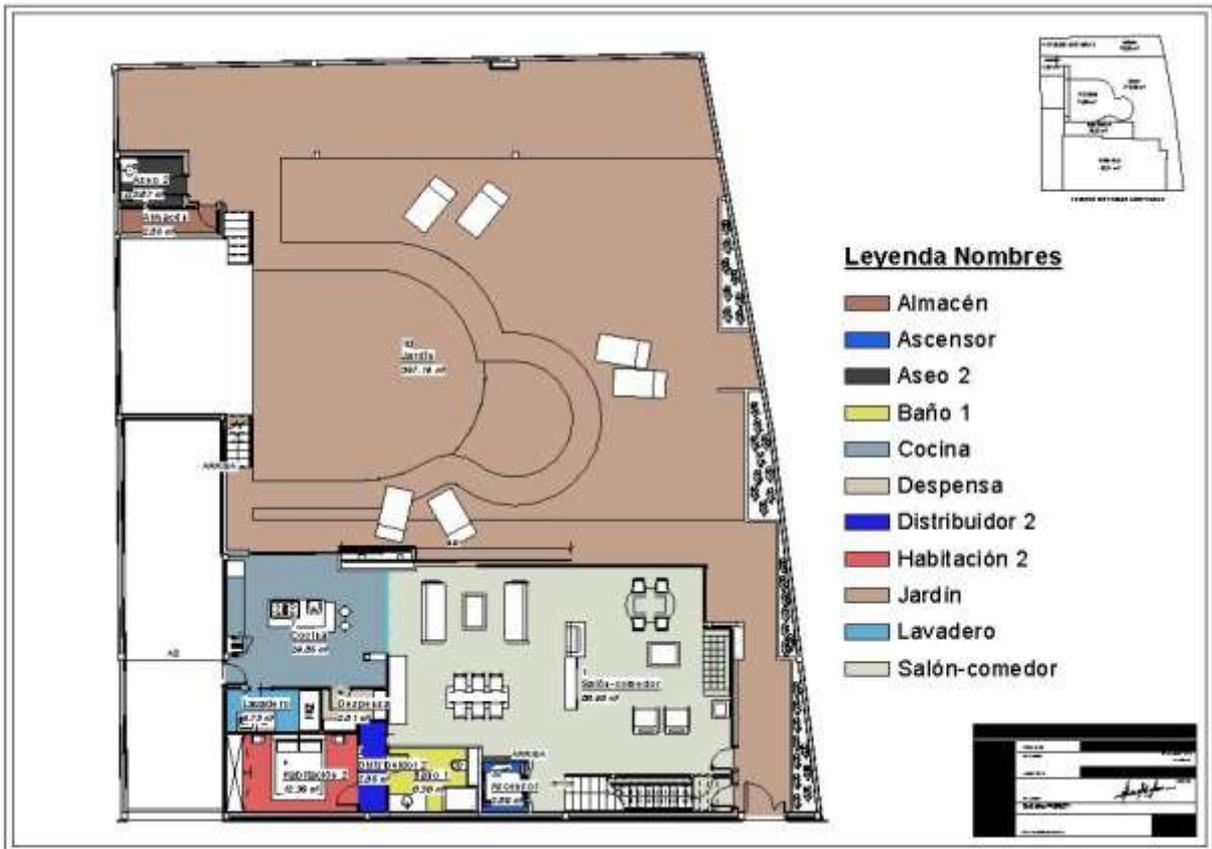


Figura 33. Plano de Superficies. Planta Baja. Fuente propia. 2016

PLANTA PRIMERA

Estudio volcado a doble altura.....	14,02 m2
Distribuidor volcado a doble altura.....	14,97 m2
Escalera.....	4,37 m2
Distribuidor.....	9,95 m2
Zona iluminada.....	2,34 m2
Baño.....	4,52 m2
Dormitorio 1.....	14,80 m2
Dormitorio 2.....	14,78 m2
Dormitorio principal.....	26,87 m2
Vestidor 1.....	18,55 m2
Baño 1.....	6,25 m2
Vestidor 2.....	16,85 m2
Baño 2.....	5,46 m2

Zona iluminada.....	1,77 m2
Espacio diáfano 1 en cuerpo auxiliar.....	30,31 m2
Pasillo.....	3,26 m2
Baño.....	5,83 m2
Espacio diáfano 2 en cuerpo auxiliar.....	19,73 m2
Terraza cuerpo principal.....	48,13 m2
Terraza cuerpo auxiliar.....	13,59 m2
Pasarela entre terrazas.....	4,69 m2
<b>TOTAL VIVIENDA PLANTA PRIMERA (Cerrado y cubierto).....</b>	<b>155,50 m2</b>
<b>TOTAL CUERPO AUXILIAR PLANTA PRIMERA (Cerrado y cubierto).....</b>	<b>59,13 m2</b>

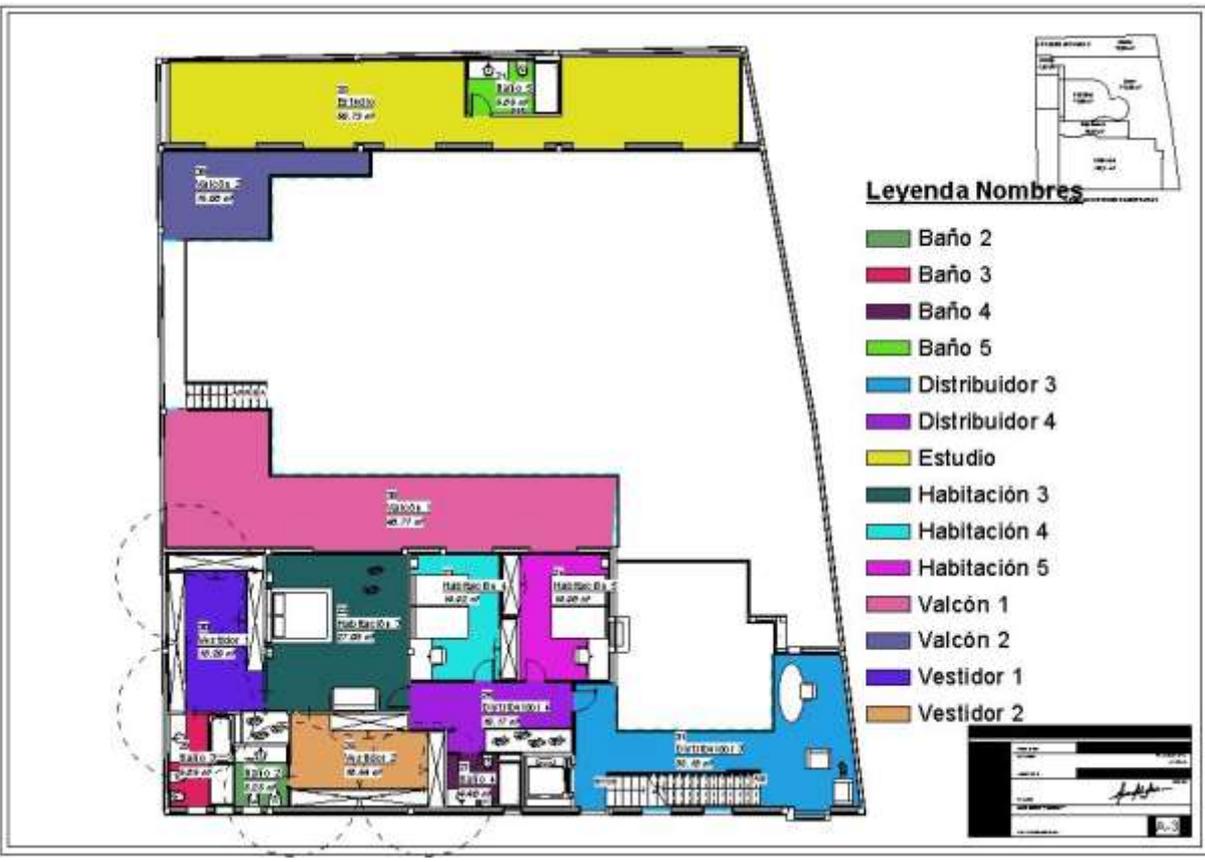


Figura 34. Plano de Superficies. Planta Primera. Fuente propia. 2016

**PLANTA CUBIERTA**

Escalera.....	1,23 m2
Trastero casetón.....	4,85 m2
C. Acumuladores casetón.....	5,17 m2

Terraza accesible.....	186,13 m2
Terraza no accesible.....	73,20 m2
<b>TOTAL PLANTA CUBIERTA (Cerrado y cubierto).....</b>	<b>11,25 m2</b>
<b>TOTAL SUPERFICIE ÚTIL DE LA VIVIENDA.....</b>	<b>307,59 m2</b>
<b>TOTAL SUPERFICIE ÚTIL DEL CUERPO AUXILIAR.....</b>	<b>66,76 m2</b>

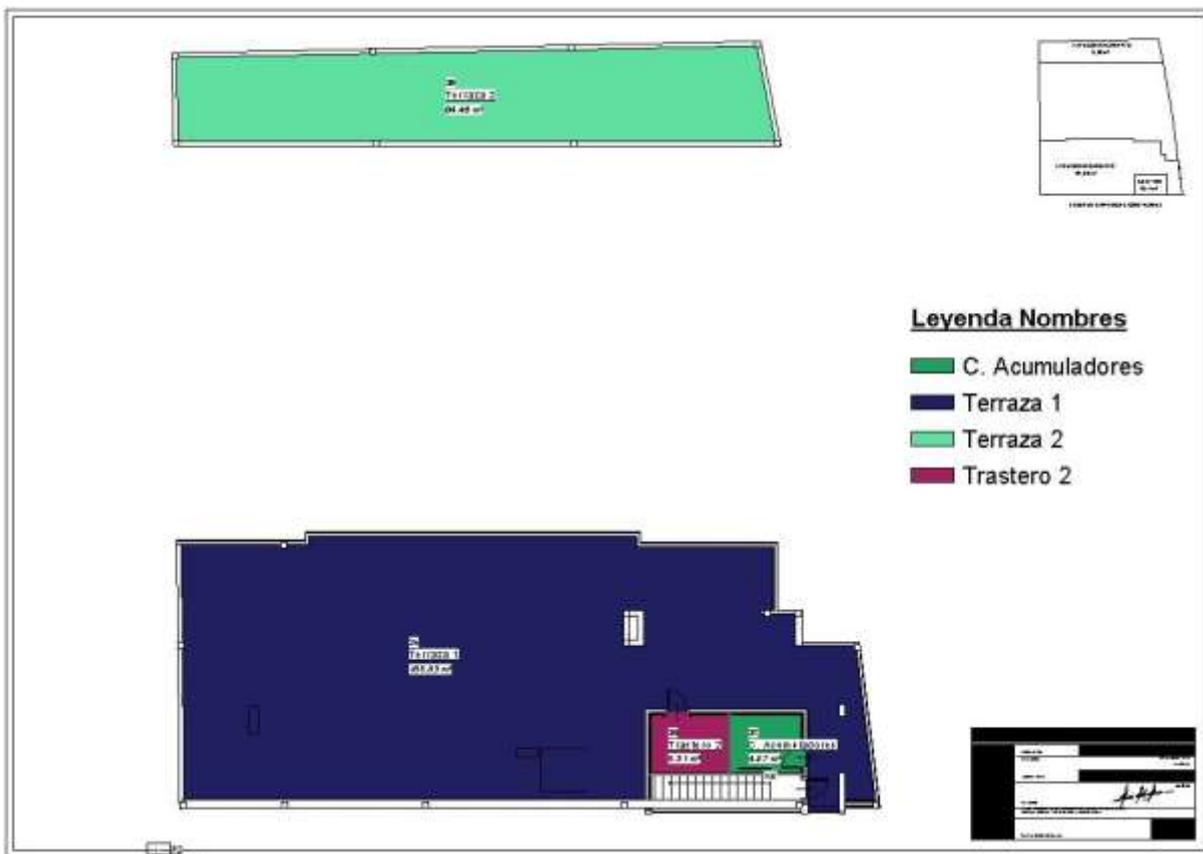


Figura 35. Plano de Superficies. Planta Segunda. Fuente propia. 2016

**SUPERFICIES CONSTRUIDAS**

**PLANTA SÓTANO**

Vivienda.....	118,96 m2
Zona de aparcamiento / instalaciones.....	370,82 m2

**PLANTA BAJA**

Vivienda.....	163,21 m2
Cuerpo auxiliar (cubierto y cerrado).....	12,62 m2
Espacio diáfano cubierto (incluso paellero).....	79,03 m2

Espacio cubierto, bajo terraza.....	29,82 m2
Jardín (incluso terraza semi-elevada y lámina agua de piscina).....	216,89 m2
Lámina agua de piscina.....	74,50 m2

PLANTA PRIMERA

Vivienda.....	184,01 m2
Cuerpo auxiliar (cubierto y cerrado).....	79,42 m2
Terrazas.....	70,86 m2

PLANTA CUBIERTA

Vivienda.....	20,14 m2
Terraza cuerpo principal.....	201,96 m2
Terraza cuerpo auxiliar.....	81,60 m2

<b>TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA VIVIENDA.....</b>	<b>367,36 m2</b>
<b>TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA CUERPO AUXILIAR.....</b>	<b>171,07 m2</b>
<b>TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA GARAJE.....</b>	<b>489,78 m2</b>
<b>TOTAL SUPERFICIE LÁMINA DE AGUA DE PISCINA.....</b>	<b>74,50 m2</b>

Para terminar de presentar la vivienda, vamos a observar algunos alzados y secciones que headquirido de mi modelo en Revit.

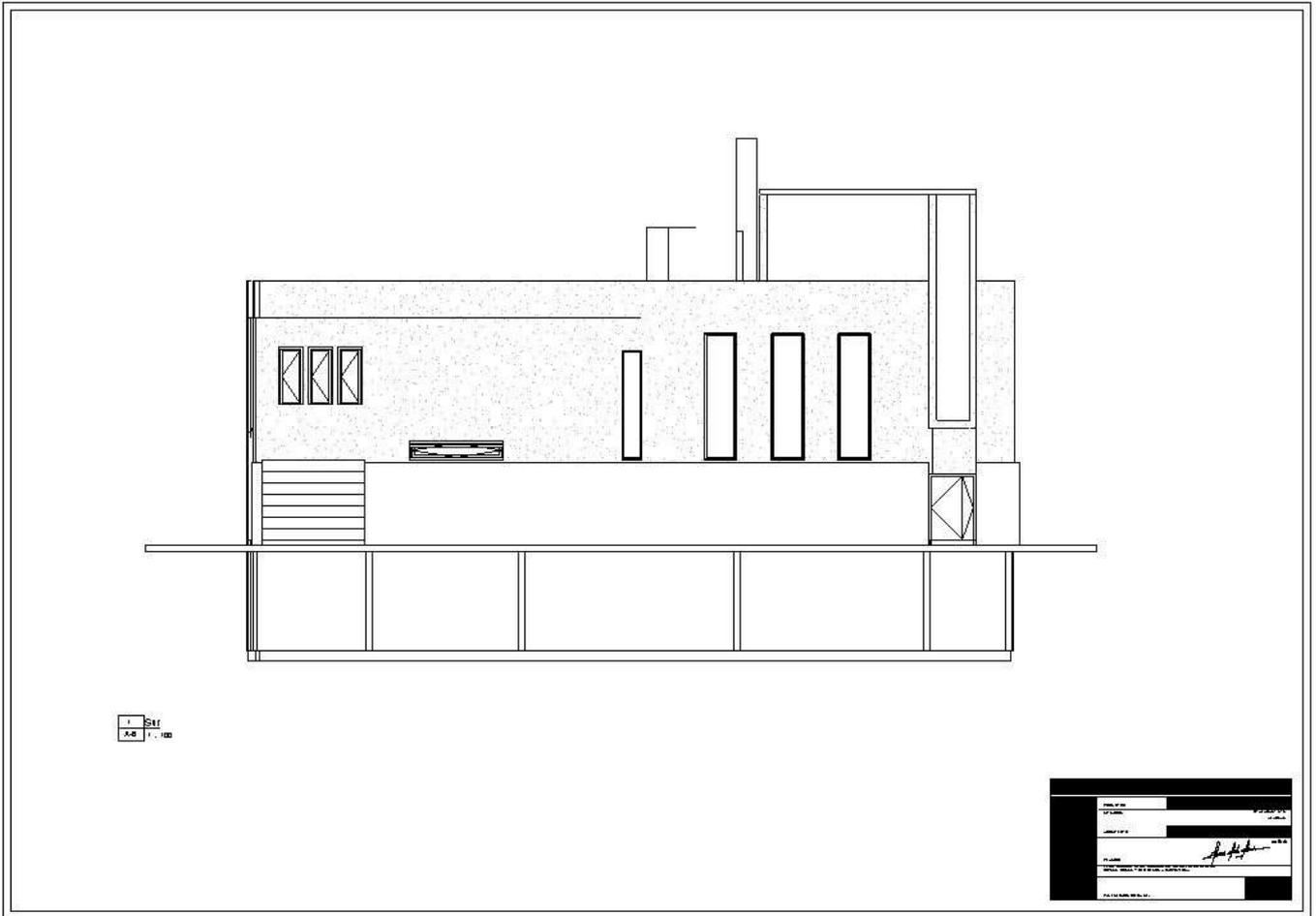


Figura 36. Fachada principal. Fuente propia. 2016

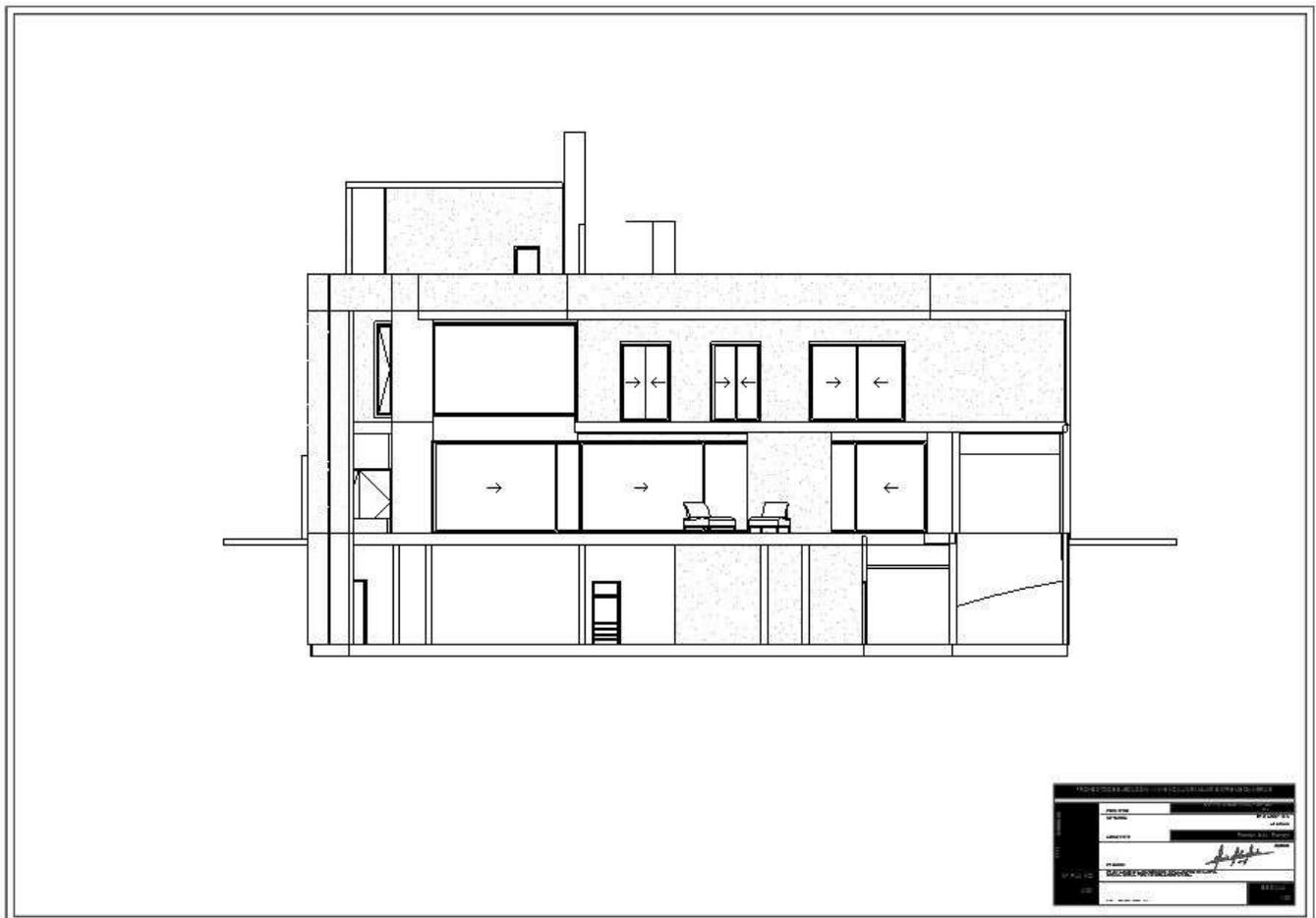
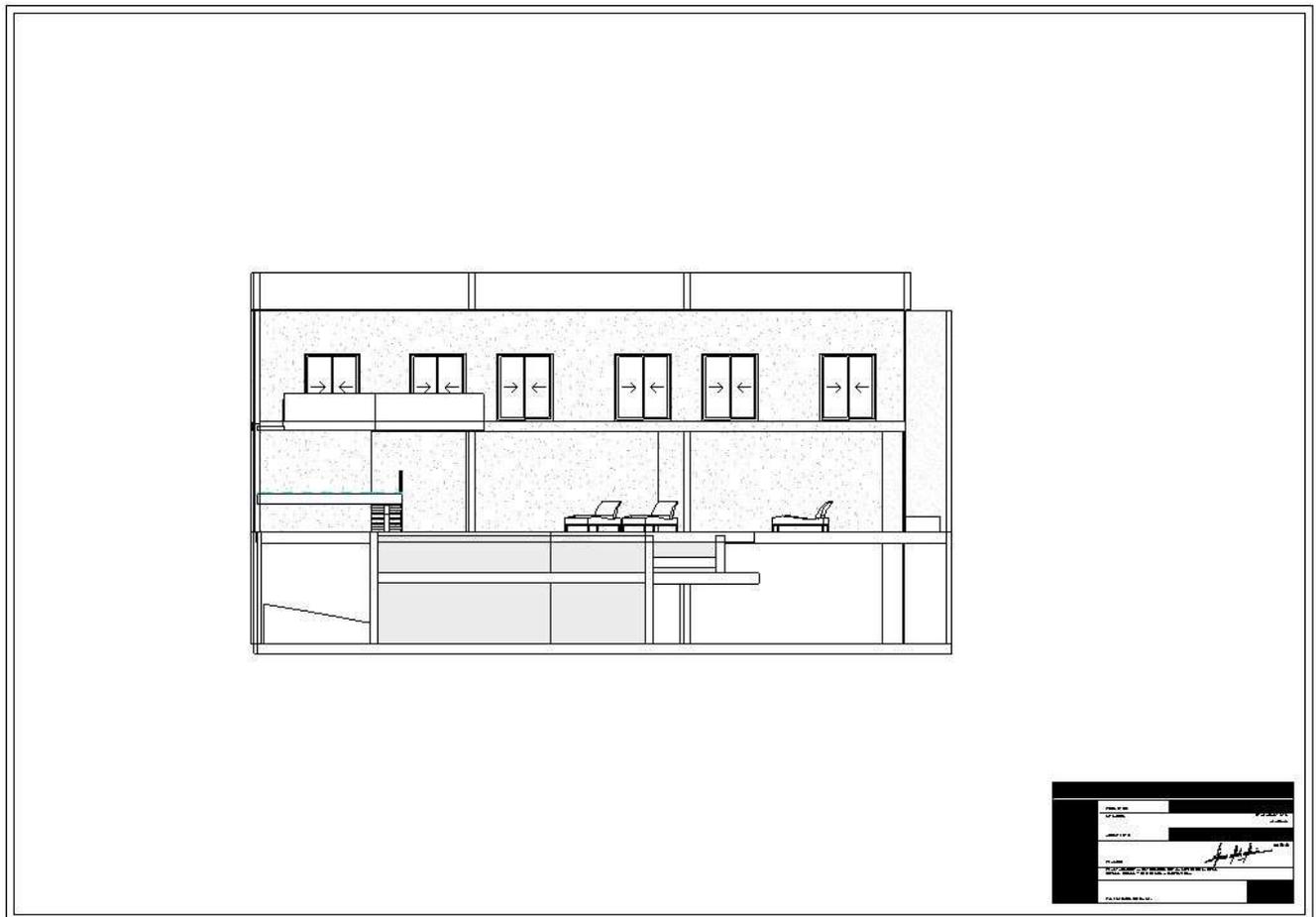


Figura 37. Fachada posterior. Fuente propia. 2016



*Figura 38. Fachada estudio aislado del cuerpo principal. Fuente propia. 2016*

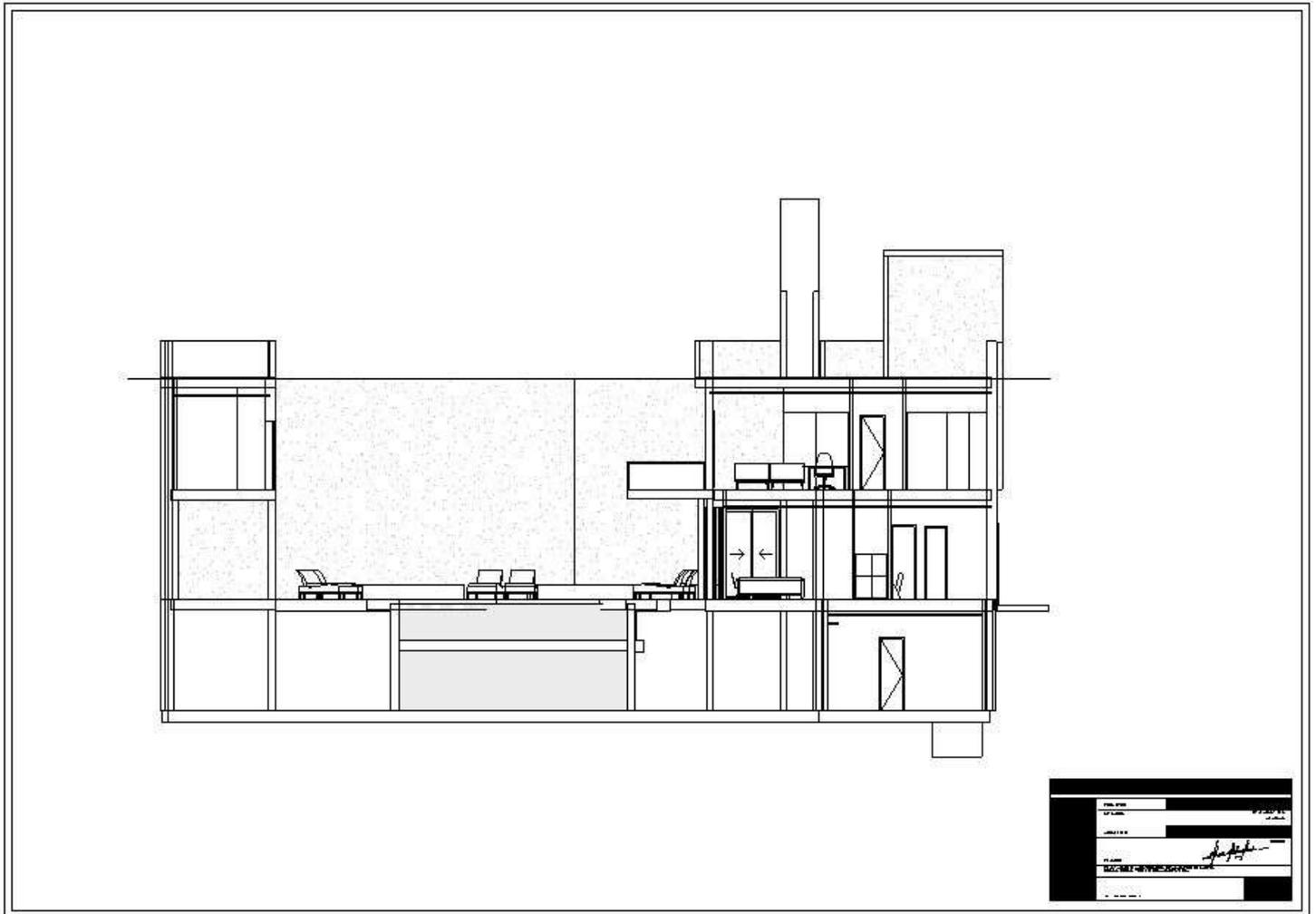


Figura 39. Sección Transversal. Fuente propia. 2016

## Capítulo 3.

### Localización de incongruencias de proyecto

La localización de incongruencias de proyecto nos permite analizar los motivos por los cuales se han originado esas incompatibilidades, y poder así dar una solución técnica al problema en una fase temprana. Con ello se reduce el riesgo de que se produzcan errores constructivos debidos a la mala interpretación del trabajador, además de los descuidos i oportunos que ocurren durante las revisiones del proyecto ya que, la tecnología BIM, localiza estas incompatibilidades de forma automática. Localizar fallos de proyecto nos sirve, a su vez, en la comprobación del correcto funcionamiento del diseño del modelo en el transcurso del control de calidad. (*Autodesk*)

Las incongruencias de proyecto son contrariedades originadas por una mala representación de las figuras en los planos al no mantener relación alguna entre sí, o bien por la no integración entre las distintas fases constructivas a lo largo de la construcción del edificio, por ejemplo, al no cuadrar correctamente los planos de fontanería con los planos arquitectónicos. (*Taboada García et al*)

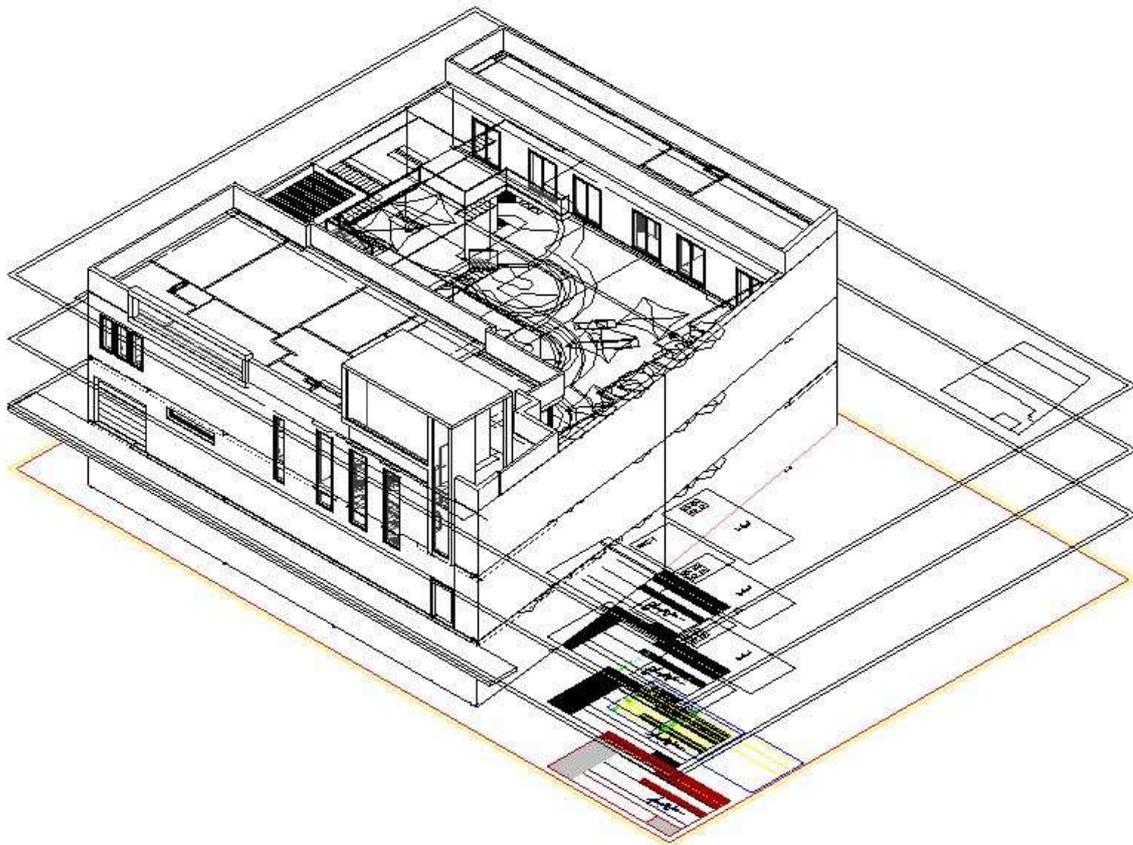
#### 1 Metodología empleada en la localización de incongruencias de proyecto

La metodología aplicada para este trabajo ha sido desarrollada de forma personal, puesto que se trata de un Trabajo Final de Grado y no han existido colaboraciones ni comunicación entre diferentes agentes. En el mercado laboral, las empresas constructoras tienen diseñado su método colaborativo de trabajo en un sistema BIM quienes aplican las facultades reales que tiene esta metodología, no obstante se han intentado establecer unos parámetros de trabajo similares a los que ejecutaría un profesional en activo.

En primer lugar se definió los diferentes niveles de desarrollo LOD para localizar las incongruencias del proyecto. En este caso se ha trabajado con LOD 100, LOD 200 y LOD 300.

En segundo lugar, se analizaron los documentos aportados por la empresa constructora y el arquitecto que diseñó la vivienda (memoria descriptiva, memoria constructiva, mediciones y presupuesto, planos, etc.) con el objetivo de conocer el proyecto y ordenar la información obtenida.

En tercer lugar, se realizó una importación de los planos CAD del proyecto al programa BIM elegido, en este caso Revit de Autodesk, que nos permitió crear un modelo en tres dimensiones e ir definiéndolo conforme se le introducía la información que obtenemos.



*Figura 40. Levantamiento del modelo tridimensional desde planos CAD. Fuente propia. 2016*

El modelo de la información se realizó primeramente con un nivel de desarrollo LOD 100, donde definíamos volúmenes acotados por los planos en CAD. Aquí aparecieron incongruencias, que más adelante comentaremos, del tipo errores en medidas de huecos, o nula conexión de muros entre plantas.

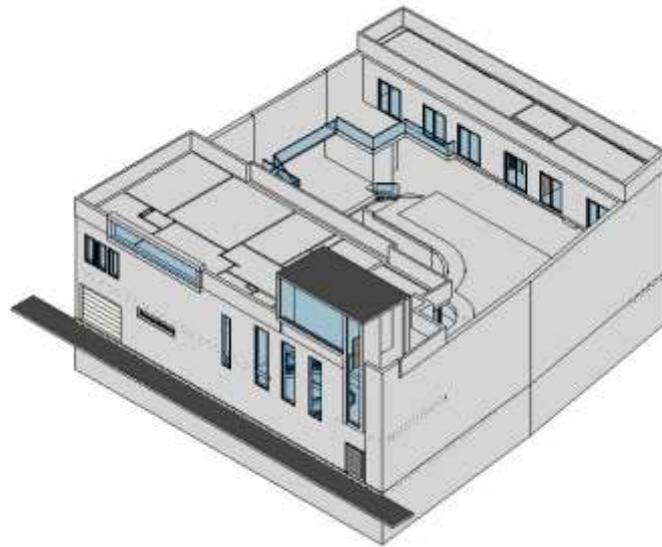


Figura 41. Nivel de desarrollo LOD 100. Fuente propia. 2016

Una vez generado el volumen, se pasó a definir el modelo en un LOD 200 donde se pretendió dotar al modelo de una visión general, más aproximada a la realidad, aportando la localización, formas, volúmenes más aproximados, texturas, etc. En este nivel de detalle podemos encontrar algún error al aplicar un material incorrecto para un lugar en concreto, o mobiliario incorrectamente instalado. En nuestro caso, se localiza una bañera de diseño en el dormitorio principal que carece de sentido al tener, en la misma planta, dos baños completos con dos bañeras y una ducha en total.

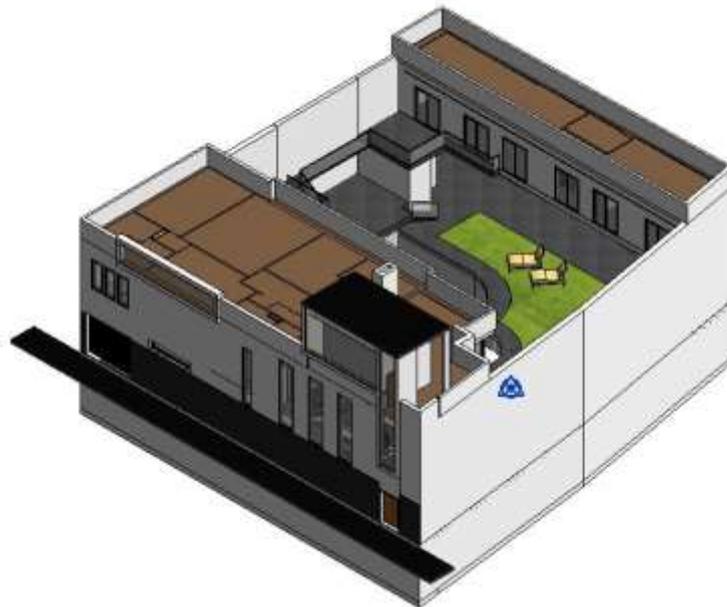


Figura 42. Nivel de desarrollo LOD 200. Fuente propia.

Finalmente definimos el modelo con un nivel de desarrollo LOD 300, donde introducimos estructura y aplicamos los materiales definidos en la memoria constructiva, las características y las propiedades que definen el futuro edificio.



*Figura 43. Nivel de desarrollo LOD 300. Fuente propia. 2016*

La ventaja que obtenemos al detectar las interferencias con un modelo tridimensional mediante la tecnología BIM, en una fase de análisis, previa a la ejecución de las obras, es la facilidad con que las localizamos gracias a la visualización directa del modelo. Esto es posible gracias a la relación que guarda el modelo con todos los datos introducidos del proyecto, mientras que con el sistema tradicional la localización de errores no es tan visual, exigiendo al técnico una visión espacial donde visualizar la información confiando en tu capacidad de interpretación.

## 2 Clasificación de incongruencias

El método utilizado para clasificar las incongruencias localizadas es de elaboración propia, pudiendo ser válido cualquier otra forma de hacerlo.

Esta clasificación de incongruencias existentes dentro de proyecto se fórmula de la siguiente manera:

- **ARCH-Nº**: Referente a las incongruencias en elementos arquitectónicos, seguido del número de la incongruencia (Nº).
- **STR-Nº**: Referente a las incongruencias en elementos estructurales, seguido del número de la incongruencia (Nº).
- **ARCH-STR-Nº**: Referente a incongruencias entre elementos arquitectónicos y estructurales, seguido del número de la incongruencia (Nº).

También se ha valorado la gravedad de esos errores con el fin de proporcionar mayor importancia a las más graves, para que no se pasen por alto y su corrección sea imprescindible. A continuación se indica el método de clasificación utilizado:

- **Tipo L:** Es una incongruencia de proyecto LEVE. Donde “L” pertenece a la palabra “leve” y el color verde indica, además, el grado de importancia.
- **Tipo M:** Es una incongruencia de proyecto de carácter INTERMEDIA. Donde “M” proviene de la palabra “media” o “intermedia” y el color amarillo, además, indica el grado de importancia.
- **Tipo G:** Es una incongruencia de proyecto de carácter GRAVE, donde la letra “G” pertenece a la palabra “grave” y el color rojo, además, indica el grado de importancia.

Una vez desarrollado el método de clasificación para las incongruencias, pasamos a valorar cada una de ellas.

### 3 Evaluación de las incongruencias localizadas

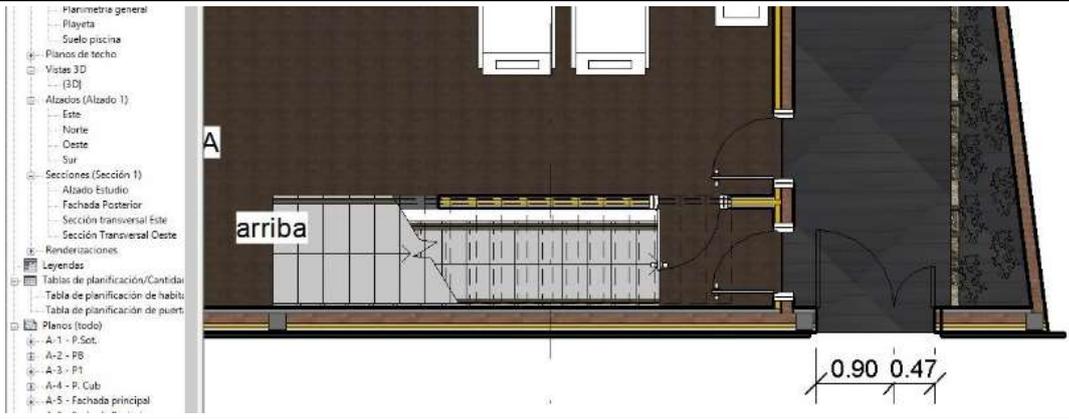
En la evaluación de las incongruencias localizadas se han diseñado tres tipos de fichas informativas.

Para la valoración del coste económico que supone cada incidencia, se ha consultado la base de precios IVE, Instituto Valenciano de la Edificación 2014, para conocer el salario por hora que les pertenece a peones y oficiales. En cuanto a los honorarios de proyectista y calculista se ha hecho una estimación aproximada basada en consultas a diferentes profesionales.

Una vez conocido el salario/hora de los profesionales que van a actuar en la obra, se hace una estimación del tiempo perdido en resolver cada incongruencia en fase de ejecución, entonces podemos obtener el coste total de dicha incidencia.

A continuación se explican los tipos de fichas informativas:

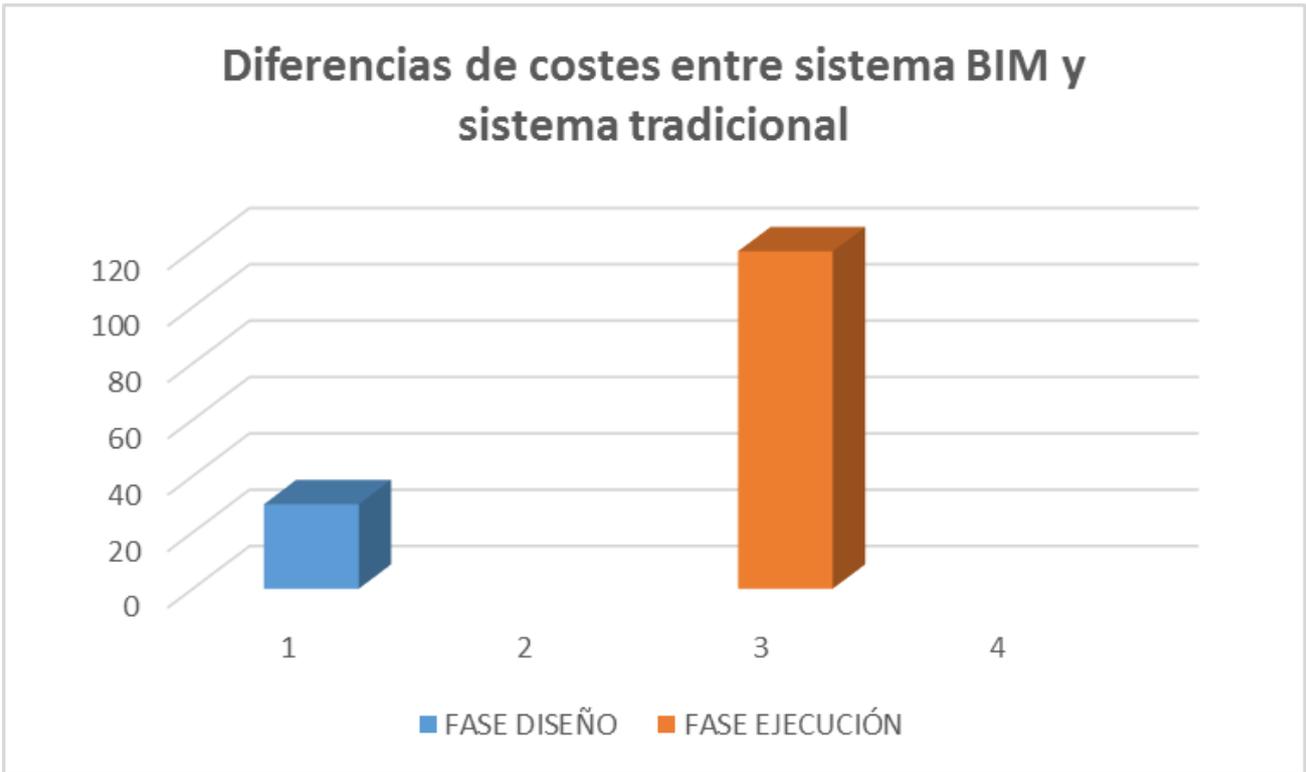
- **Ficha de incongruencias:** En esta ficha se describe la incidencia, sus características, localización y valoración. Además se indica la actuación a seguir, y una conclusión basada en el sistema BIM.
- **Ficha de valoración:** En esta ficha se describe el tipo de actuación, los agentes implicados, los honorarios de cada uno de ellos, las horas empleadas y el coste total. Además, esta ficha se realiza como si la incidencia se detectara en fase de diseño (metodología BIM) y como si se detectara en fase de ejecución (metodología tradicional), con el fin de realizar una comparativa.

<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<b>ARCH-01</b>
<b>NOMBRE</b>	<b>ANCHO DE PUERTA DE ACCESO</b>	<b>TIPO: M</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
		
<p>Presupuestada con las dimensiones 90x240 + 45x240 cm y en planos mide 80x240 + 45x240 cm</p>		
<b>UBICACIÓN</b>		
<p>Planta Baja, acceso a la vivienda</p>		
<b>ACTUACIÓN</b>		
<p>Consultar con el arquitecto qué medida de puerta es válido. Una vez aclarado, cambiar medidas en el documento que lo precise.</p>		
<b>CONCLUSIÓN</b>		
<p>Con el empleo del sistema BIM podemos evitar este tipo de errores estableciendo un ancho determinado a un mismo componente, así mantendrá las mismas propiedades en todos los documentos.</p>		

FICHA DE VALORACIÓN		ARCH-01		
FASE DE EJECUCIÓN		TOTAL: 119,76 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	Los oficiales y peones reciben la puerta de acceso a la vivienda de una medida superior al hueco hecho para su instalación, por lo tanto tienen que derribar parte de la fachada y pedir nuevos premarcos para fijarlos nuevamente con las medidas correctas. A su vez el arquitecto debe de modificar el capítulo de carpintería en las mediciones.			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Oficial	1	18,00 €	2	36,00 €
Peón	1	16,50 €	2	33,00 €
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
TOTAL			5	99,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Al tener hacer más grande el hueco de acceso a la vivienda se han tenido que pedir nuevos premarcos, además derribar una parte del muro.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	
Premarco de madera	1	17,93 €	17,93 €	
Ladrillo panal	16,66	0.17 €	2,83 €	
TOTAL			20,76 €	

<b>FICHA DE VALORACIÓN</b>			<b>ARCH-01</b>	
<b>FASE DE DISEÑO</b>			<b>TOTAL: 30,00€</b>	
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	El proyectista precisa cambiar las mediciones o los planos de proyecto, según su decisión, antes del reparto de la documentación.			
<b>Agente</b>	<b>Número de agentes</b>	<b>€/h trabajado</b>	<b>Horas dedicadas</b>	<b>TOTAL €</b>
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
<b>TOTAL</b>			1	30,00 €
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL</b>				
<b>Descripción</b>	Al haber localizado el error antes de la ejecución de las obras, NO existe ningún gasto de material			
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO €</b>	<b>TOTAL €</b>	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	30,00 €
FASE EJECUCIÓN	119,76 €

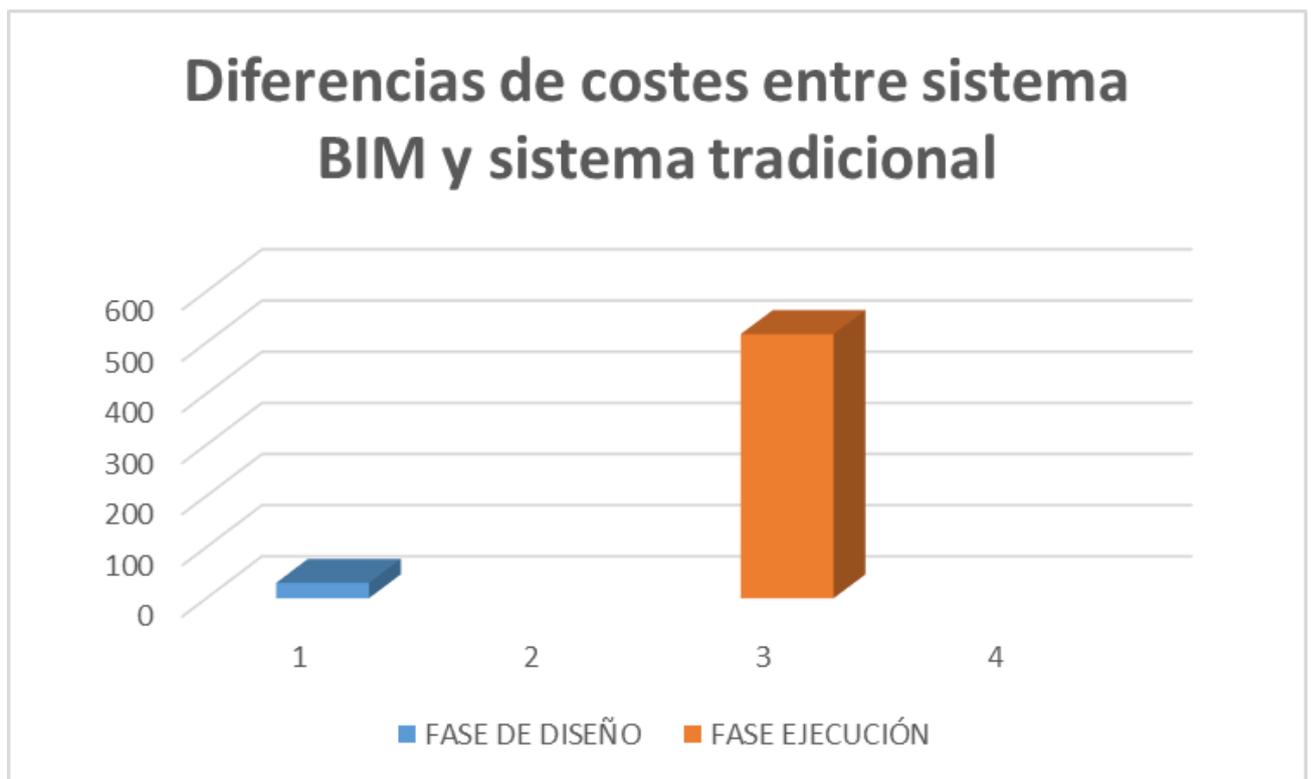


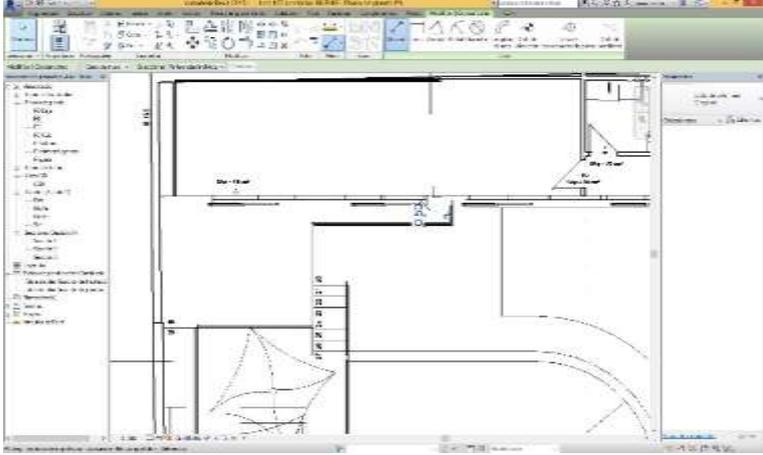
<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<b>ARCH-02</b>
<b>NOMBRE</b>	<b>MURO DE FACHADA TRASERA</b>	<b>TIPO: M</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
		
<p>La fachada trasera este del cuerpo principal, no tiene continuidad entre las diferentes alturas, creando cuerpos salientes.</p>		
<b>UBICACIÓN</b>		
<p>Fachada trasera este. Cuerpo principal</p>		
<b>ACTUACIÓN</b>		
<p>Consultar al arquitecto que cota es la válida para colocar el muro de cerramiento.</p>		
<b>CONCLUSIÓN</b>		
<p>Con el sistema BIM se ha podido detectar este error, ya que el modelo es único y su visión es en tres dimensiones.</p>		

<b>FICHA DE VALORACIÓN</b>		<b>ARCH-02</b>		
<b>FASE DE DISEÑO</b>		<b>TOTAL: 30,00 €</b>		
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	El arquitecto precisa cambiar los planos de diseño antes del reparto de la documentación.			
<b>Agente</b>	<b>Número de agentes</b>	<b>€/h trabajado</b>	<b>Horas dedicadas</b>	<b>TOTAL €</b>
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
<b>TOTAL</b>				
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL</b>				
<b>Descripción</b>	Al haber localizado el error antes de la ejecución de las obras, NO existe ningún gasto de material			
<b>MATERIAL</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO €</b>	<b>TOTAL €</b>

FICHA DE VALORACIÓN		ARCH-02		
FASE DE EJECUCIÓN		TOTAL: 516,51 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	El jefe de obra, una vez hormigonado el forjado de P1, replantea según planos el levantamiento de cerramientos, y al comenzar las obras se da cuenta que la fachada trasera Este no enlaza con el piso inferior PB, por lo que tiene que parar las obras y consultarlo con el proyectista, el cual le da permiso para mover el cerramiento los 0.25m que se queda retranqueado. Por su parte el arquitecto debe modificar los documentos pertinentes (planos y mediciones)			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Jefe de obra	1	24,13 €	3	72,39 €
Oficial	1	18,00 €	3	54,00 €
Peón	2	16,50 €	3	99,00 €
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
TOTAL			10	255,39 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Al tener que mover el muro de cerramiento 0.25cm, se derriba el trabajo realizado a medio hacer para comenzar de nuevo en el lugar correcto.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	
Ladrillo panal	1536	0.17 €	261,12 €	
TOTAL			261,12 €	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	30,00 €
FASE EJECUCIÓN	516,51 €

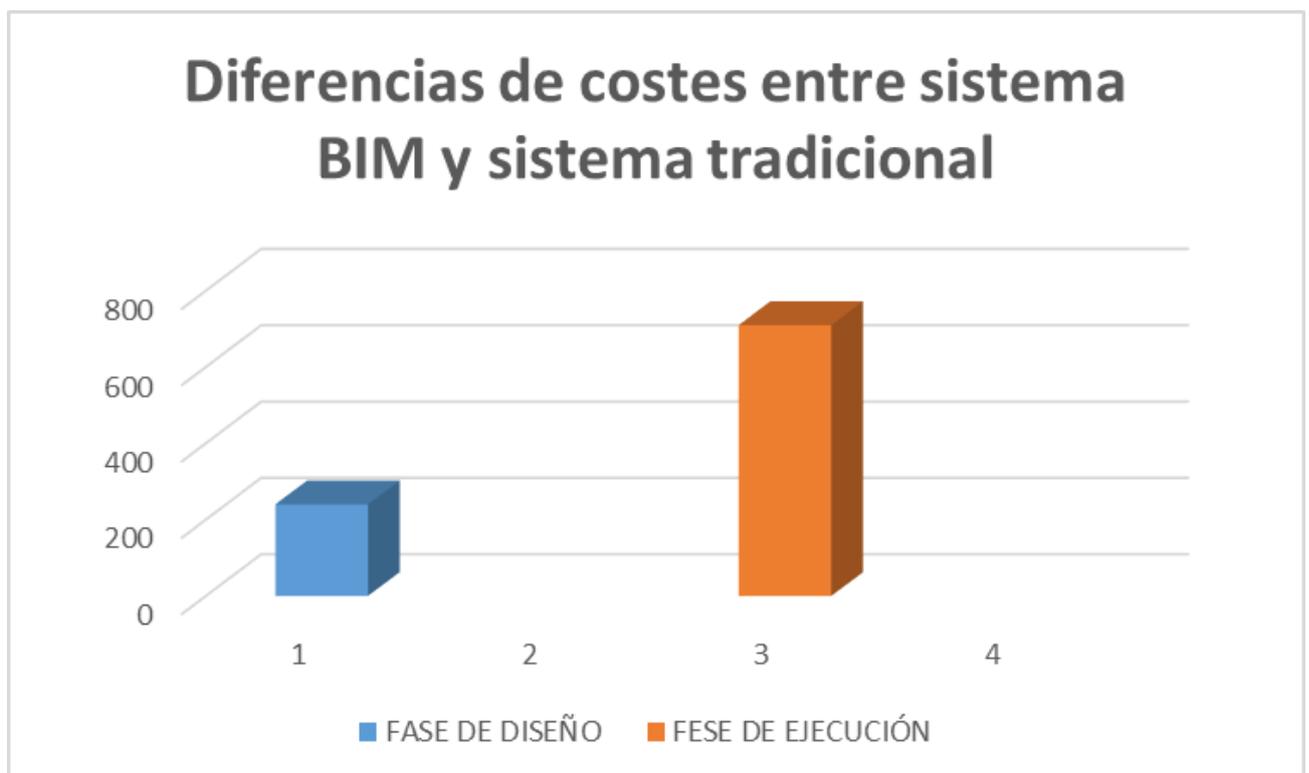


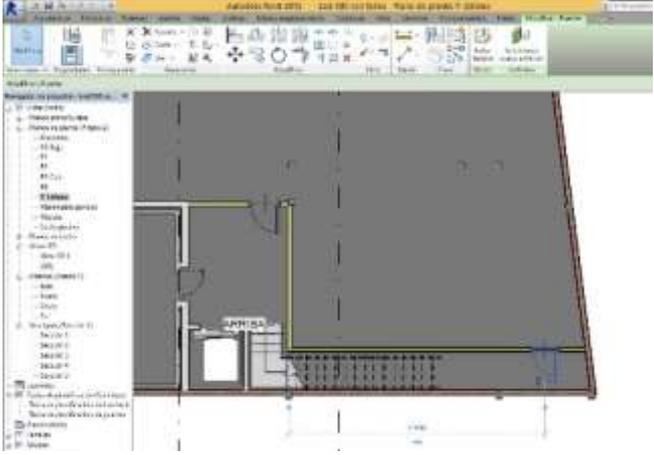
<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<b>STR-03</b>
NOMBRE	ACCESO A ESTUDIO	TIPO: <b>G</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
		
<p>Uno de los accesos al estudio se realiza mediante un tramo de 0.50m, según planos, por lo que incumple la normativa de Diseño y Calidad en Edificios de Viviendas.</p>		
<b>UBICACIÓN</b>		
<p>Acceso a estudio, altura P1</p>		
<b>ACTUACIÓN</b>		
<p>Consultar con el agente responsable del diseño para recalcular armadas del voladizo, ya que éste debe recrecerse 0.40m como mínimo.</p>		
<b>CONCLUSIÓN</b>		
<p>Mediante el sistema BIM, se ha parametrizado el elemento de acceso con una restricción de cotas acorde a la normativa, y el programa nos ha habisado del error.</p>		

<b>FICHA DE VALORACIÓN</b>		<b>STR-03</b>		
<b>FASE DE DISEÑO</b>		<b>TOTAL: 240,00 €</b>		
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	El proyectista y el calculista precisan reunirse para tratar el problema. Deben cambiar los datos de proyecto para cumplir con la normativa de Diseño y Calidad en Edificios de Viviendas.			
<b>Agente</b>	<b>Número de agentes</b>	<b>€/h trabajado</b>	<b>Horas dedicadas</b>	<b>TOTAL €</b>
Proyectista	1	30,00 €	3	90,00 €
Calculista	1	30,00 €	5	150,00 €
<b>TOTAL</b>			<b>8</b>	<b>240,00 €</b>
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL</b>				
<b>Descripción</b>	Al haber localizado el error antes de la ejecución de las obras, NO existe ningún gasto de material.			
<b>MATERIAL</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO €</b>	<b>TOTAL €</b>

FICHA DE VALORACIÓN		STR-03		
FASE DE EJECUCIÓN		TOTAL: 709,65 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	Una vez hormigonado el forjado del estudio levantan muro de fachada, pero se dan cuenta que uno de los accesos se realiza por un corredor muy estrecho y no cumple normativa. Por lo tanto, se reúnen proyectista y calculista y deciden recrecer el forjado 0.40m, lo que requiere un suplemento en negativos y un nuevo zuncho de cierre de volado			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Jefe de obra	1	25,13 €	4	100,52 €
Oficial	2	18,00 €	6	216,00 €
Peón	2	16,50 €	6	198,00 €
Calculista	1	30,00 €	4	120,00 €
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
<b>TOTAL</b>				664,52 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Se han de contabilizar los anclajes de varillas de acero corrugado, realizado con resina, y el hormigón vertido. Además de la nueva documentación a imprimir.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	
Armadura	5,05 Kg	1,44 €	7,27 €	
Hormigón	0,22 m3	85,31 €	18,77 €	
Papel rollo A1	1 Ud	18,15 €	18,15 €	
Tinta Plotter	1/30 Ud	28,30 €	0,94 €	
<b>TOTAL</b>				45,13 €

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	240,00 €
FASE EJECUCIÓN	709,65 €

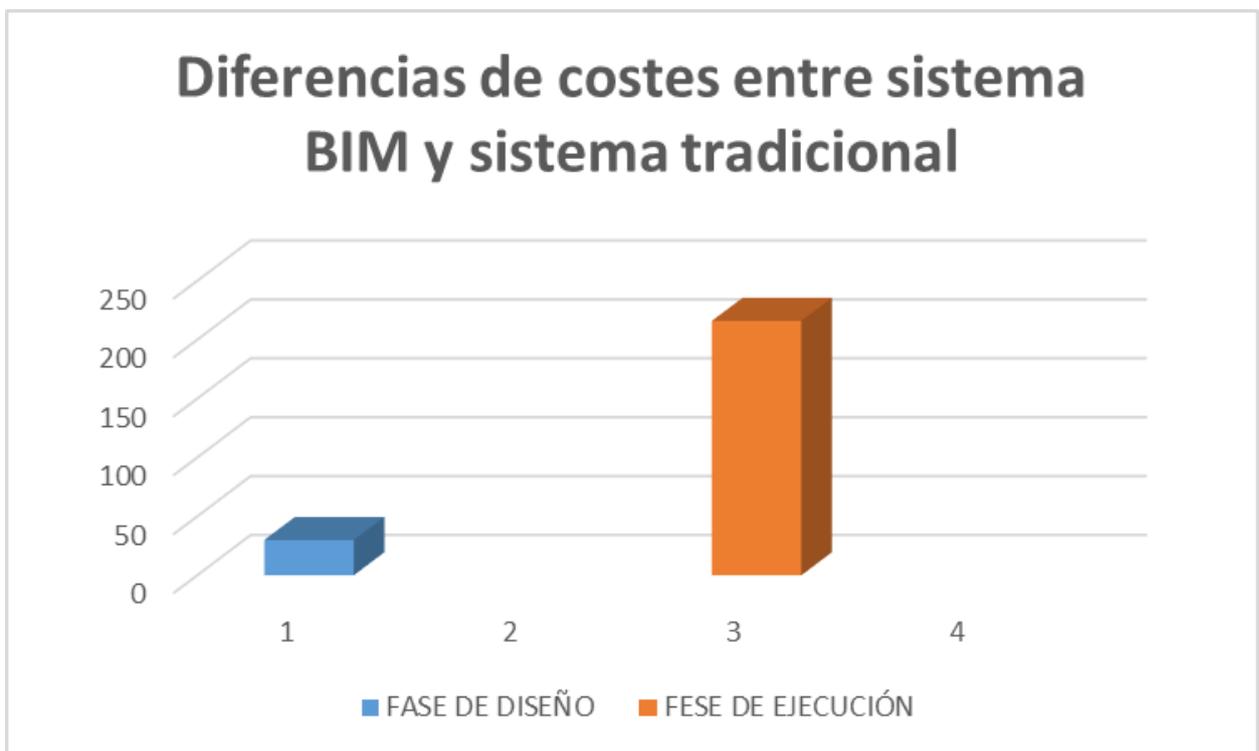


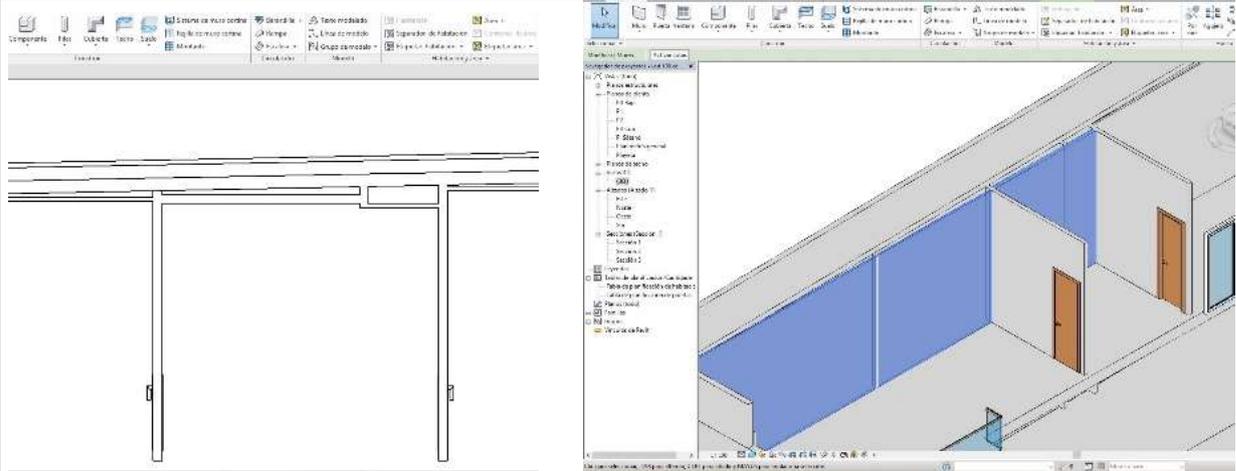
<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<b>ARCH-04</b>
<b>NOMBRE</b>	<b>OMISIÓN DE PUERTA EN TRASTERO</b>	<b>TIPO</b> L
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
		
Omisión en planos de la puerta de acceso al trastero en planta sótano		
<b>UBICACIÓN</b>		
P. Sótano		
<b>ACTUACIÓN</b>		
Modificar planos incluyendo la puerta de acceso.		
<b>CONCLUSIÓN</b>		
Mediante el sistema BIM todos los agentes están involucrados en la etapa de diseño de proyecto, evitando así la omisión de objetos de este tipo.		

FICHA DE VALORACIÓN		ARCH-04		
FASE DE DISEÑO		TOTAL: 30,00 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	El modelo creado en BIM facilita la visión de la omisión de una puerta de acceso, por lo que el proyectista solo tiene que añadirla y presupuestarla.			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
<b>TOTAL</b>				30,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Al haber localizado el error antes de la ejecución de las obras, NO existe ningún gasto de material.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	

<b>FICHA DE VALORACIÓN</b>		<b>ARCH-04</b>		
<b>FASE DE EJECUCIÓN</b>		<b>TOTAL: 216,00 €</b>		
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Al realizar la visita de obra el proyectista se da cuenta que falta una puerta de acceso para el trastero, pero los albañiles levantaron el muro de fábrica como indicaban los planos. Por lo tanto, se ordena demoler parte del muro para colocar el premarco y retirar los escombros generados.			
<b>Agente</b>	<b>Número de agentes</b>	<b>€/h trabajado</b>	<b>Horas dedicadas</b>	<b>TOTAL €</b>
Oficial	1	18,00 €	2	36,00 €
Peón	1	16,50 €	2	33,00 €
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
<b>TOTAL</b>			<b>5</b>	<b>99,00 €</b>
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL</b>				
<b>Descripción</b>	La puerta es encargada al fabricante.			
<b>MATERIAL</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO €</b>	<b>TOTAL €</b>
Puerta abatible 72,5 x 203 cm		1	117 €	117 €
<b>TOTAL</b>				<b>117,00 €</b>

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	30,00 €
FASE EJECUCIÓN	216,00 €

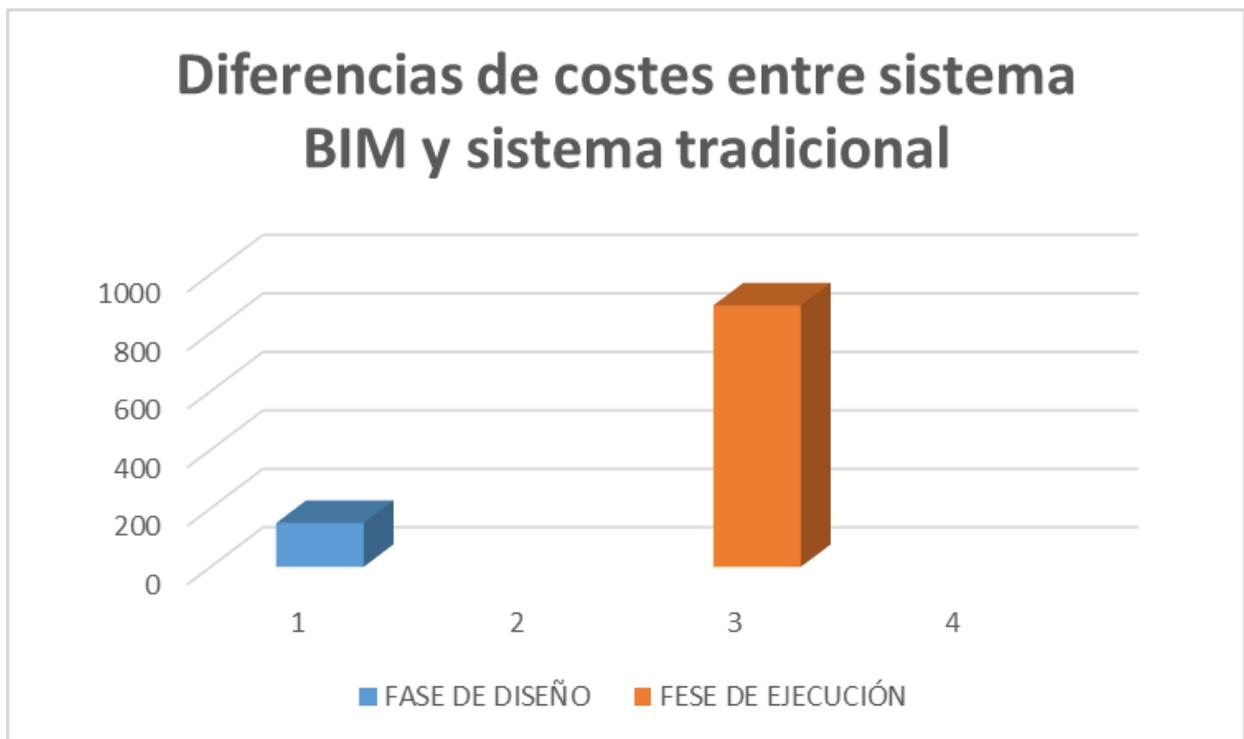


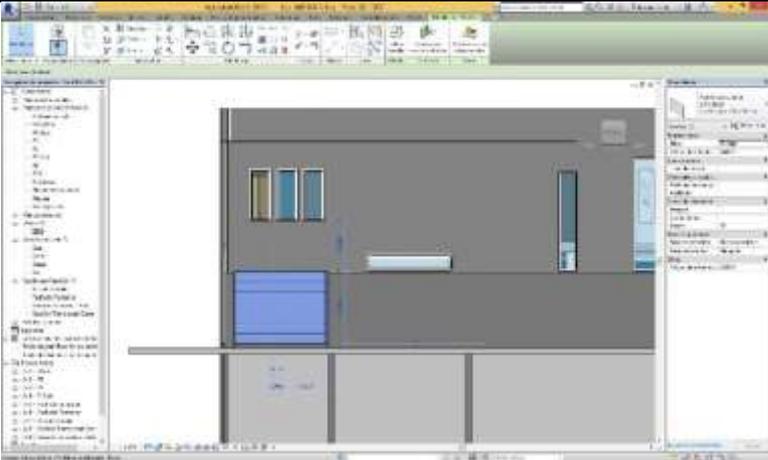
<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<b>ARCH-STR-05</b>
<b>NOMBRE</b>	<b>ERROR EN DISEÑO CONDUCTO VENT.</b>	<b>TIPO <span style="color: red;">G</span></b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
		
<p>El conducto de ventilación no contiene una alineación constante entre plantas, obligando a crear un saliente en la estancia.</p>		
<b>UBICACIÓN</b>		
<p>P1. Vivienda estudio.</p>		
<b>ACTUACIÓN</b>		
<p>Comunicar del error al proyectista para que aplique una solución que consiga un tabique uniforme. Modificar documentación.</p>		
<b>CONCLUSIÓN</b>		
<p>Mediante el empleo del sistema BIM se otorgan unas restricciones de cotas a este tipo de conductos, por lo tanto si éste se ve modificado el programa nos avisa automáticamente.</p>		

FICHA DE VALORACIÓN		ARCH-STR-05		
FASE DE DISEÑO		TOTAL: 150,00 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	La tecnología BIM nos avisa del desplazamiento del conducto obligado por las condiciones impuestas. El proyectista y modifica el encuentro para lograr un tabique uniforme. El calculista tiene que corregir los cálculos que afectan al forjado.			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Proyectista	1	30,00 €	2	60,00 €
Calculista	1	30,00 €	3	90,00 €
<b>TOTAL</b>				150,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Al haber localizado el error antes de la ejecución de las obras, NO existe ningún gasto de material.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	

FICHA DE VALORACIÓN		ARCH-STR-05		
FASE DE EJECUCIÓN		TOTAL: 894,67 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	Una vez realizado el forjado de la vivienda estudio, el jefe de obra observa que las dimensiones del conducto de ventilación no son las adecuadas. Proyectista y calculista se reúnen para modificar el hueco y ordenan picar el forjado y cortar armadura sobrante, y recrecer en zonas necesarias.			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Oficial	1	18,00 €	12	216,00 €
Peón	2	16,50 €	12	396,00 €
Proyectista	1	30,00 €	3	90,00 €
Calculista	1	30,00 €	3	90,00 €
<b>TOTAL</b>			30	792,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Al modificar los planos de arquitectura y estructura se genera una nueva documentación que deben obtener los agentes pertinentes.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	
Hormigón	0,099 m3	85,31 €	8,45 €	
Acero	4,13 kg	1,44 €	5,95 €	
Encofrado	0,09 m3	268,74 €	24,18 €	
Papel A1	1 Ud	18,15 €	18,15 €	
Tinta Plotter	1/30 Ud	28,30 €	0,94 €	
Tiempo de reparto	1,5 horas	30,00 €	45,00 €	
<b>TOTAL</b>			102,67 €	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	150,00 €
FASE EJECUCIÓN	894,00 €

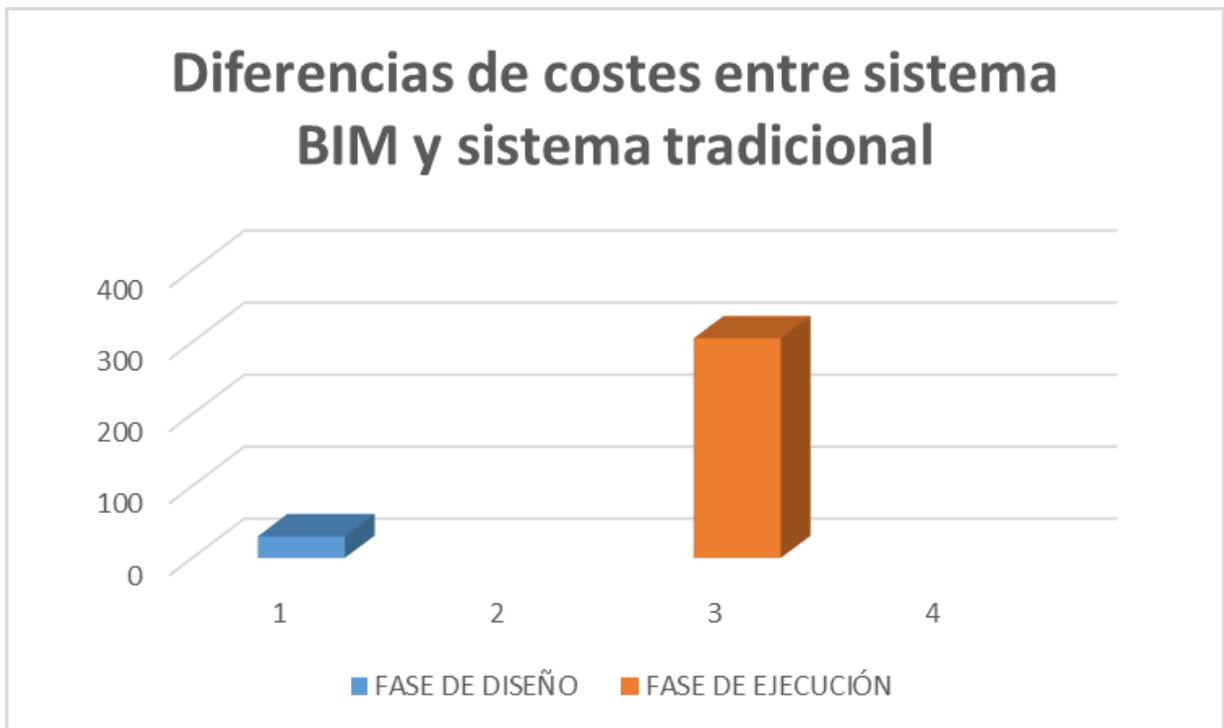


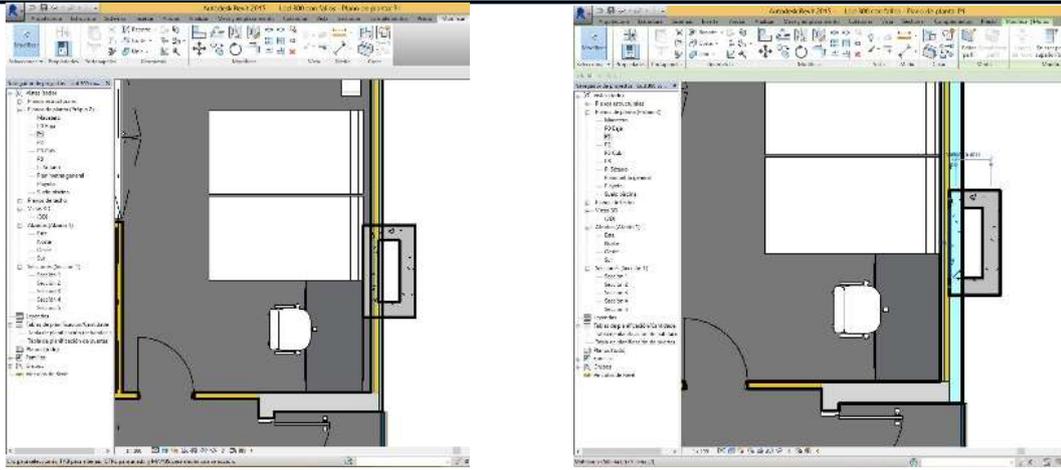
<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<b>ARCH-06</b>
<b>NOMBRE</b>	<b>INCONGRUENCIAS ACCESO VEHÍCULOS</b>	<b>TIPO <b>M</b></b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
		
<p>La puerta de acceso a vehículos tiene diferentes dimensiones en altura en presupuesto que en planos.</p>		
<b>UBICACIÓN</b>		
P.Baja		
<b>ACTUACIÓN</b>		
<p>Consultar con el proyectista para conocer qué dimensión es la correcta. Cambiar documentación pertinente.</p>		
<b>CONCLUSIÓN</b>		
<p>Mediante el empleo de la tecnología BIM podemos evitar este tipo de errores al diseñar la puerta con las dimensiones presupuestadas para después insertarla en el modelo de la vivienda y concretar, en caso de que fuese necesario, el diseño.</p>		

FICHA DE VALORACIÓN		ARCH-06		
FASE DE DISEÑO		TOTAL: 30,00 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	El proyectista toma la decisión adecuada (cambiar geometría o presupuesto) en cuanto a la puerta de acceso a vehículos antes de compartir la documentación con los agentes intervinientes.			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
<b>TOTAL</b>				30,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Al haber localizado el error antes de la ejecución de las obras, NO existe ningún gasto de material.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	

FICHA DE VALORACIÓN		ARCH-06		
FASE DE EJECUCIÓN		TOTAL: 305,00 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	Una vez realizado el muro de fachada, se pide a la empresa contratada el montaje de la puerta de acceso a vehículos, y se dan cuenta que sobra un hueco de 1 m de ancho. Se le informa al proyectista y éste indica que deben acotar el muro a las dimensiones presupuestadas de la puerta.			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Oficial	1	18,00 €	6	108,00 €
Peón	1	16,50 €	6	99,00 €
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
<b>TOTAL</b>			13	237,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Al tener que rebajar el hueco en altura, se ha tenido que bajar el dintel de hueco y rellenar el mismo con ladrillo cerámico panal			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	
Ladrillo panal	23	0.17 €	3,91 €	
Papel A1	1 Ud	18,15 €	18,15 €	
Tinta Plotter	1/30 Ud	28,30 €	0,94 €	
Tiempo de reparto	1,5 horas	30,00 €	45,00 €	
<b>TOTAL</b>			68,00 €	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	30,00 €
FASE EJECUCIÓN	305,00 €

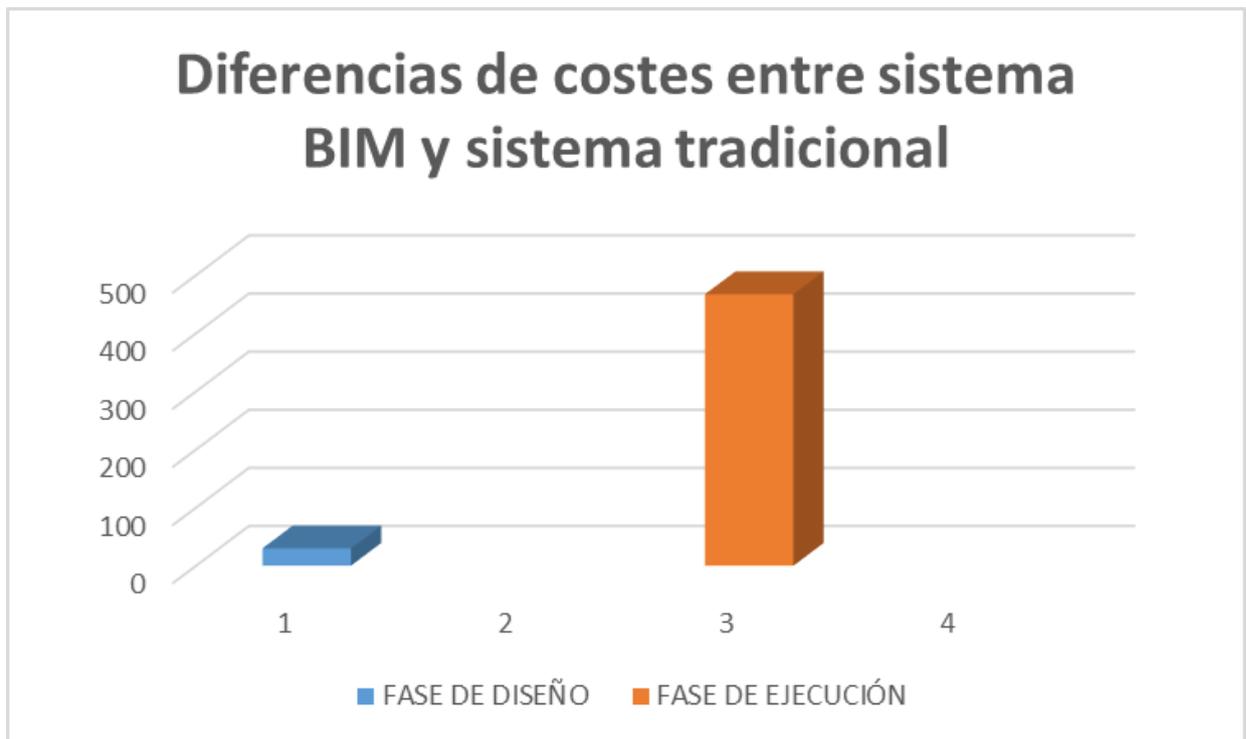


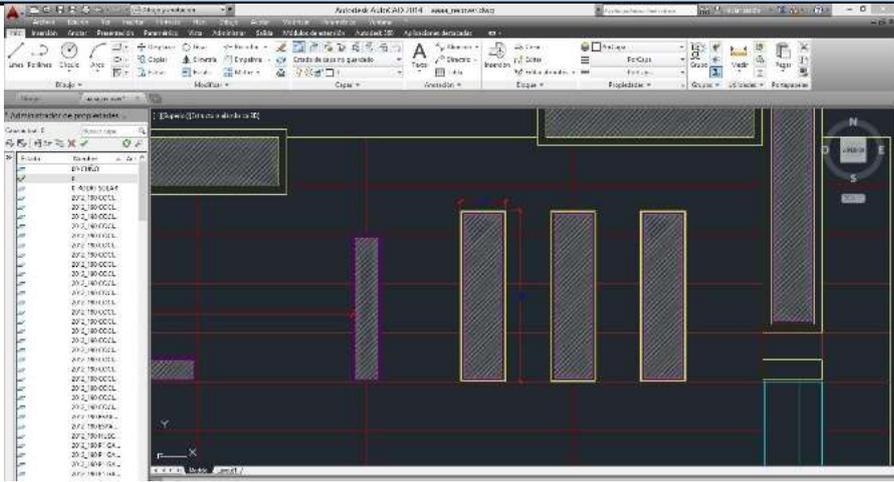
<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<b>ARCH-07</b>
<b>NOMBRE</b>	<b>CAMPANA DE TABIQUERIA</b>	<b>TIPO M</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
		
<p>La campana de tabiquería de la chimenea invade el muro de pladur autoportante que delimita a Habitación 3, siendo un punto</p>		
<b>UBICACIÓN</b>		
P.1		
<b>ACTUACIÓN</b>		
<p>Consultar con el proyectista para saber la actuación a realizar.</p>		
<b>CONCLUSIÓN</b>		
<p>El sistema BIM nos permite componer el muro cerramiento incluyendo sus propiedades tales como los materiales, así se ha podido detectar que la campana de tabiquería de la chimenea invade por completo un muro que delimita una estancia</p>		

FICHA DE VALORACIÓN		ARCH-07		
FASE DE DISEÑO		TOTAL: 30,00 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	El proyectista decide modificar el espesor utilizado en la fabricación de la campana de chimenea a partir de P1, con la finalidad de que prevalezcan los muros de las estancias y se respete el aislamiento colocado.			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
<b>TOTAL</b>				30,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Al haber localizado el error antes de la ejecución de las obras, NO existe ningún gasto de material.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	

<b>FICHA DE VALORACIÓN</b>		<b>ARCH-07</b>		
<b>FASE DE EJECUCIÓN</b>		<b>TOTAL: 467,24 €</b>		
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Los operarios se disponen a construir la campana de la chimenea pero ésta invade el muro de pladur que delimita la Habitación 3. Se le comunica al proyectista el incidente y éste indica que se modifique la parte del muro afectado, utilizando aislamiento unido a ladrillo térmico en su ejecución.			
<b>Agente</b>	<b>Número de agentes</b>	<b>€/h trabajado</b>	<b>Horas dedicadas</b>	<b>TOTAL €</b>
Oficial	1	18,00 €	8	144,00 €
Peón	2	16,50 €	8	264,00 €
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
<b>TOTAL</b>			17	438,00 €
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL</b>				
<b>Descripción</b>	Al tener que rebajar el hueco en altura, se ha tenido que bajar el dintel de hueco y rellenar el mismo con ladrillo cerámico panel			
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO €</b>	<b>TOTAL €</b>	
Ladrillo térmico	42 Ud	0.95 €	39,90 €	
Aislamiento	0.93 m2	11.90 €	11,06 €	
<b>TOTAL</b>			29,24 €	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	30,00 €
FASE EJECUCIÓN	467,24 €

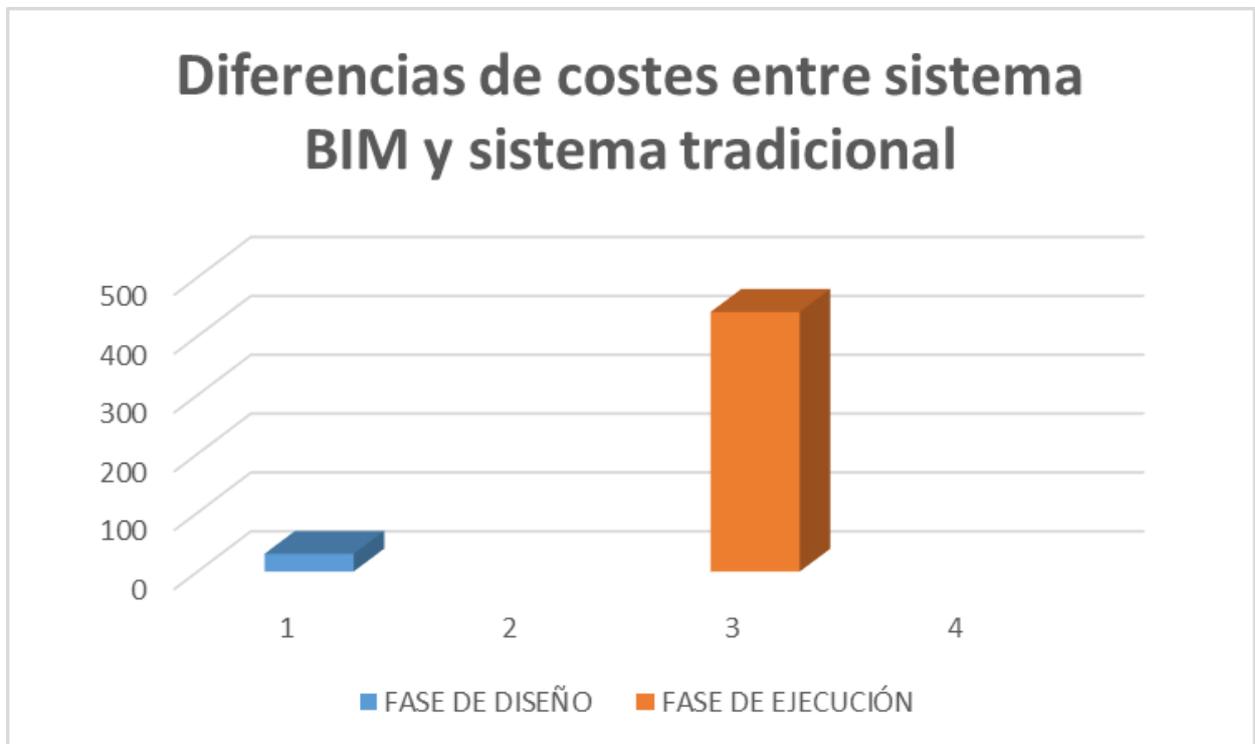


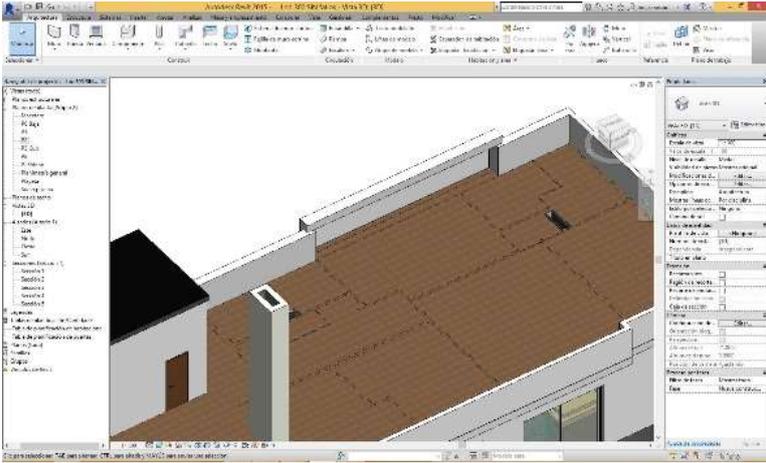
<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<b>ARCH-08</b>
<b>NOMBRE</b>	<b>MEDIDAS DE VENTANAS DE FACHADA</b>	<b>TIPO M</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
		
<p>El conjunto de 3 ventanas de fachada están presupuestadas con las medidas 410x105 cm mientras que en planos miden 420 x 110</p>		
<b>UBICACIÓN</b>		
<p>Facahada principal</p>		
<b>ACTUACIÓN</b>		
<p>Comunicar del error al Proyectista.</p>		
<b>CONCLUSIÓN</b>		
<p>Trabajando con el sistema BIM, creamos este tipo singular de ventanas cogiendo los datos de las mediciones, y las introducimos en la fachada de nuestro modelo. Luego podemos modificar el diseño viendolo en su conjunto.</p>		

FICHA DE VALORACIÓN		ARCH-08		
FASE DE DISEÑO		TOTAL: 30,00 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	El proyectista coloca las ventanas diseñadas en fachada y observa el conjunto trimisensorial, pudiendo corregir alguna medida o posición de los elementos.			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
TOTAL				30,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Al haber localizado el error antes de la ejecución de las obras, NO existe ningún gasto de material.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	

<b>FICHA DE VALORACIÓN</b>			<b>ARCH-08</b>	
<b>FASE DE EJECUCIÓN</b>			<b>TOTAL: 441,00 €</b>	
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Los operarios se disponen a colocar los cristales fijos diseñados para la fachada, pero el hueco es mayor de lo deseado. El error es comunicado al arquitecto y éste ordena aumentar el espesor del marco 5 cm por cada lado para ocupar el espacio que falta.			
<b>Agente</b>	<b>Número de agentes</b>	<b>€/h trabajado</b>	<b>Horas dedicadas</b>	<b>TOTAL €</b>
Oficial	1	18,00 €	4	72,00 €
Peón	2	16,50 €	4	132,00 €
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
<b>TOTAL</b>			<b>9</b>	<b>234,00 €</b>
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL</b>				
<b>Descripción</b>	Siguiendo las indicaciones del proyectista, se encarga un marco más ancho para cada ventana.			
<b>MATERIAL</b>		<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO €</b>	<b>TOTAL €</b>
Marco ventana		3 Ud	69 €	207,00 €
<b>TOTAL</b>				<b>207,00 €</b>

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	30,00 €
FASE EJECUCIÓN	441,00 €

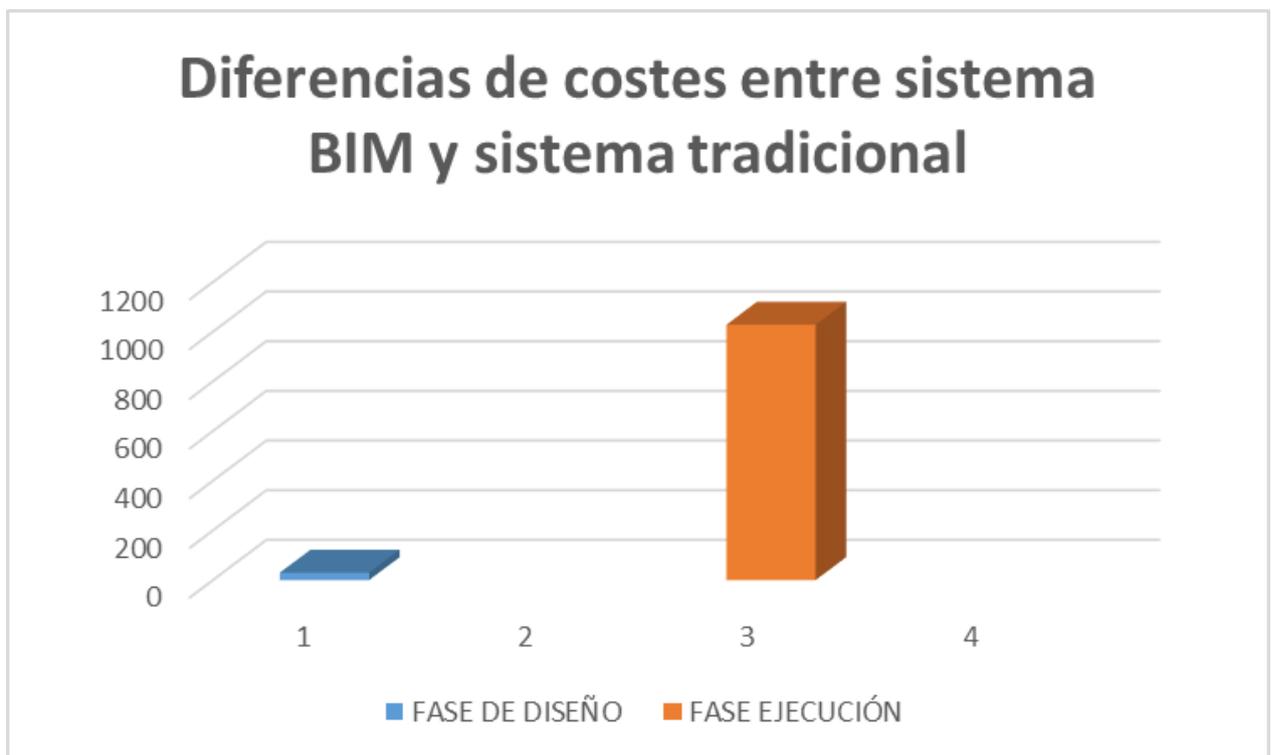


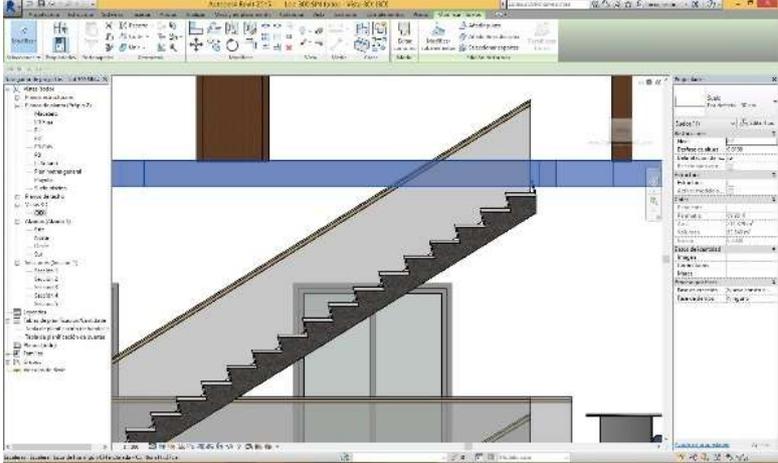
<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<b>ARCH-09</b>
<b>NOMBRE</b>	<b>VENTANA DE ANTEPECHO</b>	<b>TIPO G</b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
		
<p>La ventana de diseño ubicada en antepecho de cubierta impide la correcta instalación de la tela asfáltica.</p>		
<b>UBICACIÓN</b>		
P.Cubierta		
<b>ACTUACIÓN</b>		
<p>Comunicar de la incongruencia al arquitecto. Cambiar la documentación que se vea afectada.</p>		
<b>CONCLUSIÓN</b>		
<p>El sistema BIM nos avisa de la imposibilidad de colocar los materiales que componen los elementos constructivos por entrar en conflicto con otros de distinto género.</p>		

<b>FICHA DE VALORACIÓN</b>		<b>ARCH-09</b>		
<b>FASE DE DISEÑO</b>		<b>TOTAL: 30,00 €</b>		
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	El proyectista coloca la ventana diseñada en antepecho, y al formar los componentes que componen la cubierta el programa le avisa del error, pudiendo corregir el diseño en el momento.			
<b>Agente</b>	<b>Número de agentes</b>	<b>€/h trabajado</b>	<b>Horas dedicadas</b>	<b>TOTAL €</b>
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
<b>TOTAL</b>				<b>30,00 €</b>
<b>TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL</b>				
<b>Descripción</b>	Al haber localizado el error antes de la ejecución de las obras, NO existe ningún gasto de material.			
<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO €</b>	<b>TOTAL €</b>	

FICHA DE VALORACIÓN		ARCH-09		
FASE DE EJECUCIÓN		TOTAL: 1027,81 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	Los operarios comienzan a colocar la tela asfáltica en cubierta cuando se percatan de que la ventana horizontal colocada en el antepecho les impide el correcto solape $\geq 15$ cm. El proyectista decide eliminar el elemento para evitar filtraciones.			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Oficial	2	18,00 €	6	216,00 €
Peón	2	16,50 €	6	198,00 €
Proyectista	1	30,00 €	3	90,00 €
TOTAL			15	504,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	La ventana es eliminada y el antepecho ahora es continuo.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	
Ladrillo panal	93 Ud	0,17 €	15,81 €	
Marco 733x150 cm	1 Ud	69 €	69 €	
Cristal fijo 733x150 cm	1 Ud	439 €	439,00 €	
TOTAL			523,81 €	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	30,00 €
FASE EJECUCIÓN	1.027,81 €

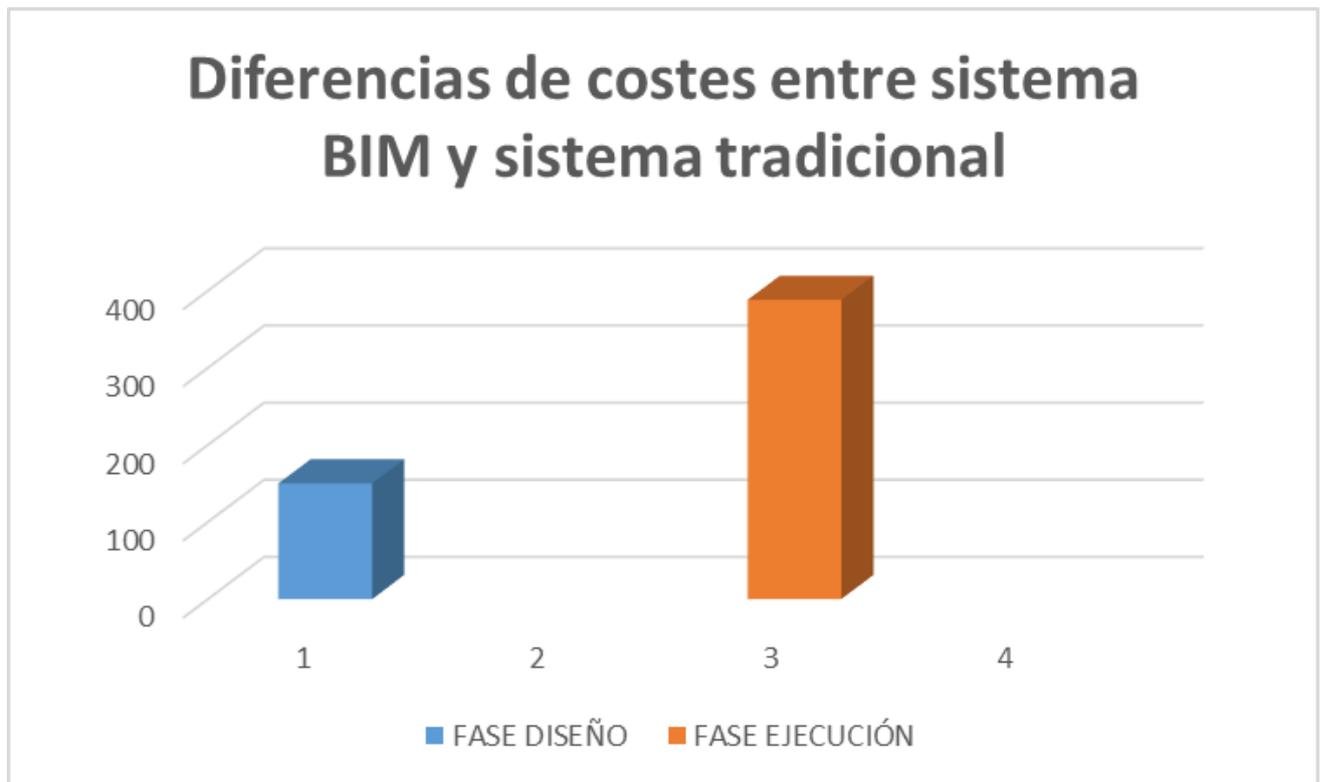


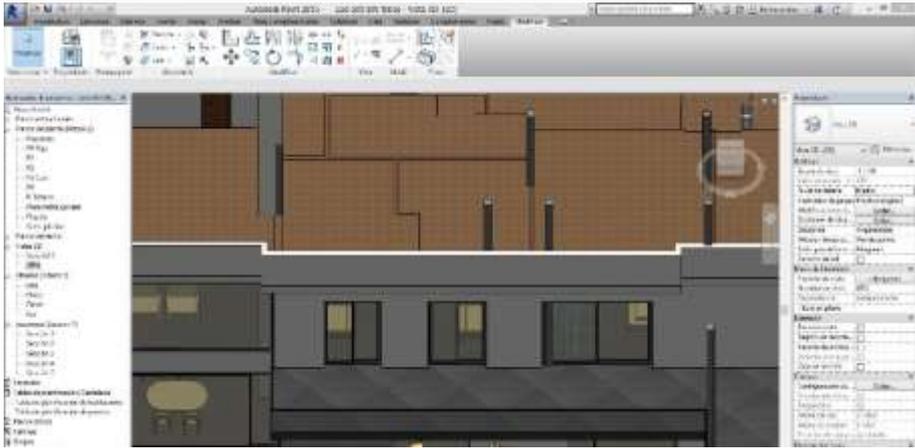
<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<b>STR-10</b>
<b>NOMBRE</b>	<b>ESCALERA PB A P1</b>	<b>TIPO <b>G</b></b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
		
La escalera no llega a desembarcar según como indican los planos		
<b>UBICACIÓN</b>		
PB a P1		
<b>ACTUACIÓN</b>		
Comunicar al arquitecto del error		
<b>CONCLUSIÓN</b>		
Una vez creada la escalera con las condiciones impuestas por el arquitecto, observamos que no llega a desembarcar en el nivel superior, este error se puede localizar gracias a visionado del modelo en tres dimensiones que nos ofrece el sistema BIM.		

FICHA DE VALORACIÓN		STR-10		
FASE DE DISEÑO		TOTAL: 150,00 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	El proyectista localiza la incongruencia en la escalera y se reúne con el calculista para realizar un nuevo diseño.			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Proyectista	1	30,00 €	2	60,00 €
Calculista	1	30,00 €	3	90,00 €
TOTAL				150,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Al haber localizado el error antes de la ejecución de las obras, NO existe ningún gasto de material.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	

FICHA DE VALORACIÓN		STR-10		
FASE DE EJECUCIÓN		TOTAL: 388,02 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	El jefe de obra hace el replanteo de la escalera y observa que los datos que definen el diseño no salvan la altura y la distancia prevista en planos. El proyectista y el calculista definen un nuevo diseño que afecta a la situación donde arranca la escalera, por lo que se tiene que cortar las esperas de la losa inclinada y colocar nuevas, mediante taladro y resina, en una nueva posición.			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Oficial	1	18,00 €	3	54,00 €
Peón	2	16,50 €	3	49,50 €
Jefe de obra	1	25,13 €	2	50,26 €
Calculista	1	30,00 €	2	60,00 €
Proyectista	1	30,00 €	3	90,00 €
<b>TOTAL</b>			13	303,76 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Nueva colocación de armadura para el arranque de losa inclinada, realizada mediante resina. Modificar datos en proyecto y repartir copia a los agentes responsables.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	
Acero	6.24 kg	1,44 €	8,98 €	
Resina epoxi	1 Ud	11 €	11 €	
Papel A1	1 Ud	18,15 €	18,15 €	
Tinta Plotter	1/30 Ud	28,30 €	0,94 €	
Tiempo de reparto	1,5 horas	30,00 €	45,00 €	
<b>TOTAL</b>			84,26 €	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	150,00 €
FASE EJECUCIÓN	388,02 €

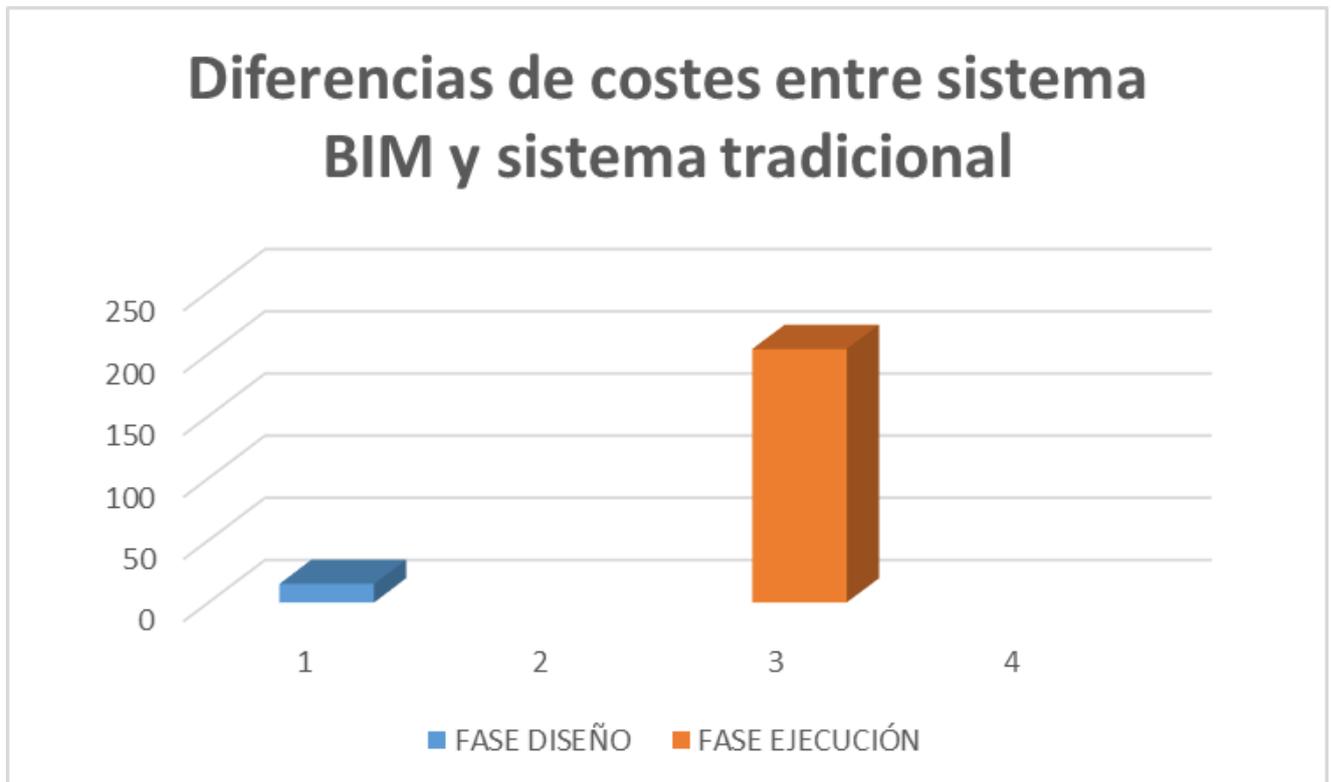


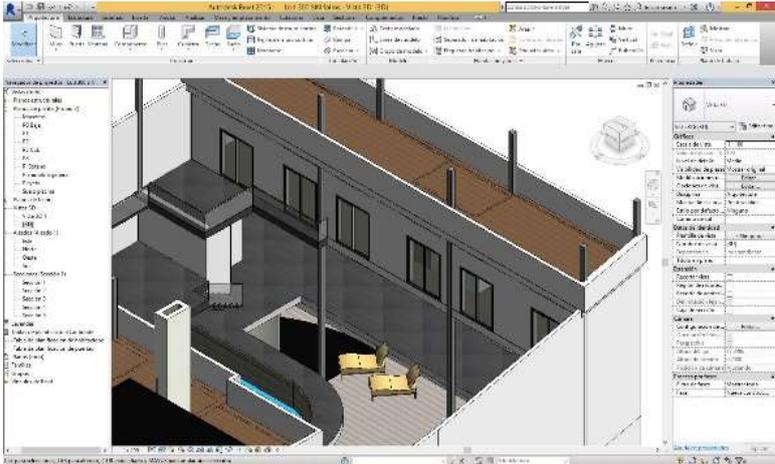
<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<b>ARCH-STR-11</b>
<b>NOMBRE</b>	<b>PILAR DESPLAZADO ENTRE PLANTAS</b>	<b>TIPO <b>M</b></b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
		
<p>Los pilares invaden el hueco creado para albergar puerta corredera de acceso a balcón.</p>		
<b>UBICACIÓN</b>		
P.1		
<b>ACTUACIÓN</b>		
<p>Comunicar al arquitecto de la incongruencia en planos y corregir la documentación afectada.</p>		
<b>CONCLUSIÓN</b>		
<p>Con la utilización de la tecnología BIM localizamos este error de proyecto el cual reside en la falta de coherencia entre diferentes planos, donde el pilar afectado se ha desplazado en P1 invadiendo el hueco de la puerta corredera.</p>		

FICHA DE VALORACIÓN		ARCH-STR-11		
FASE DE DISEÑO		TOTAL: 15,00 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	El proyectista observa visualmente el error en el modelo 3D y procede a corregirlo antes del reparto de la documentación			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Proyectista	1	30,00 €	0.5	15,00 €
<b>TOTAL</b>				15,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Al haber localizado el error antes de la ejecución de las obras, NO existe ningún gasto de material.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	

FICHA DE VALORACIÓN		ARCH-STR-11		
FASE DE EJECUCIÓN		TOTAL: 203,88 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	Los operarios proceden a levantar el muro de cerramiento de la fachada trasera cuando observan el conflicto del hueco de la corredera con el pilar, por lo que se decide paralizar los trabajos para consultar con el arquitecto. Éste comunica a los trabajadores que deben desplazar la ubicación del hueco 30 cm respetando las dimensiones del mismo.			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Oficial	1	18,00 €	3	54,00 €
Peón	1	16,50 €	3	49,50 €
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
<b>TOTAL</b>			7	133,50 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Los operarios deben derribar parte del muro de cerramiento realizado.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	
Ladrillo panal	37 Ud	0,17 €	6,29 €	
Papel A1	1 Ud	18,15 €	18,15 €	
Tinta Plotter	1/30 Ud	28,30 €	0,94 €	
Tiempo de reparto	1,5 horas	30,00 €	45,00 €	
<b>TOTAL</b>			70,38 €	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	15,00 €
FASE EJECUCIÓN	203,88 €

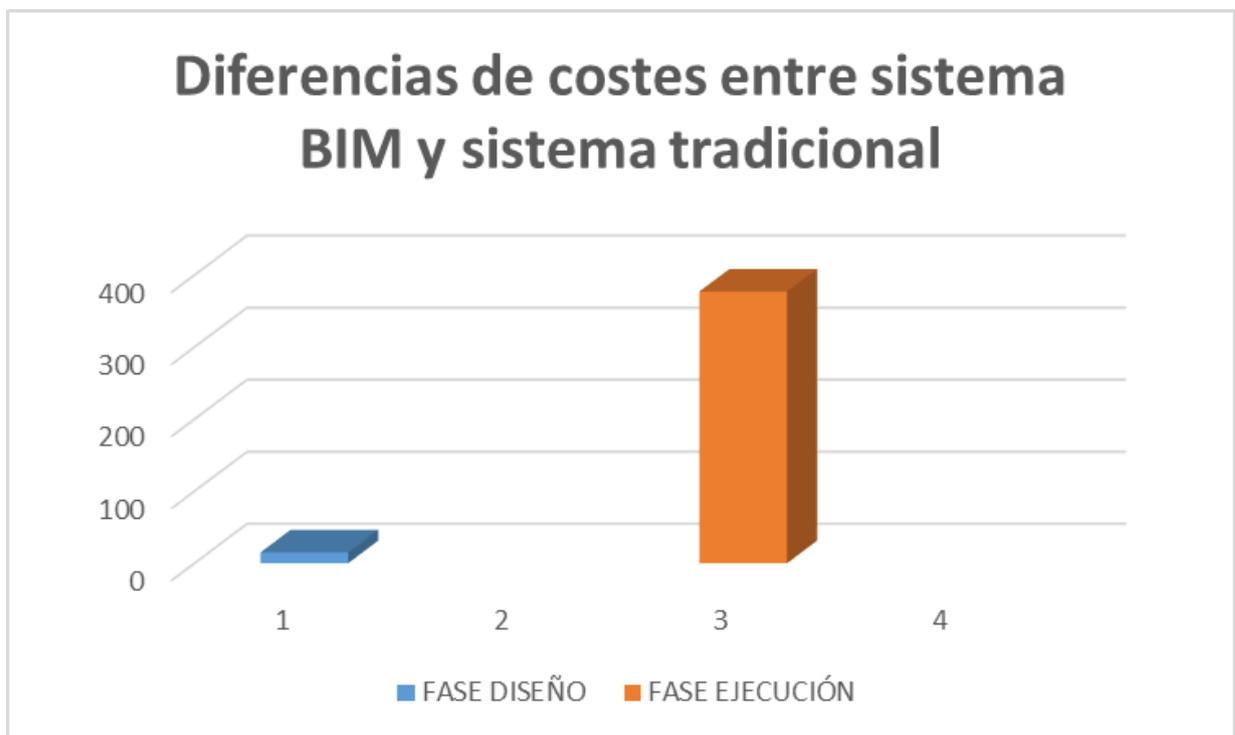


<b>FICHA DE INCONGRUENCIAS</b>		<b>STR-12</b>
<b>NOMBRE</b>	<b>PILAR DESPLAZADO FACHADA ESTUDIO</b>	<b>TIPO <b>M</b></b>
<b>DESCRIPCIÓN</b>		
		
Pilar desplazado 10 cm de línea de fachada		
<b>UBICACIÓN</b>		
Edificio Estudio		
<b>ACTUACIÓN</b>		
Hacer saber al proyectista del desplazamiento del pilar ya que afecta a la alineación de la fachada, y modificar la documentación necesaria.		
<b>CONCLUSIÓN</b>		
Gracias al modelo 3D creado en BIM vemos que el pilar sobresale de la fachada 10 cm. Consecuentemente podemos alinear la cara del pilar a la línea de fachada, incluso hacer un detalle constructivo donde detallar los materiales que envuelven el elemento estructural.		

FICHA DE VALORACIÓN		STR-12		
FASE DE DISEÑO		TOTAL: 15,00 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	El proyectista observa visualmente el error en el modelo 3D y procede a corregirlo antes del reparto de la documentación			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Proyectista	1	30,00 €	0.5	15,00 €
TOTAL				15,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Al haber localizado el error antes de la ejecución de las obras, NO existe ningún gasto de material.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	

FICHA DE VALORACIÓN		STR-12		
FASE DE EJECUCIÓN		TOTAL: 377,14 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	Los operarios proceden a levantar el muro de cerramiento de la fachada del estudio cuando observan que un pilar queda desplazado de su alineación impidiendo la correcta composición del muro. El proyectista decide desplazar la fachada 24 cm con el fin de envolver correctamente el soporte, con lo cual se debe derribar el muro empezado.			
Agente	Número de agentes	€/h trabajado	Horas dedicadas	TOTAL €
Oficial	1	18,00 €	5	90,00 €
Peón	2	16,50 €	5	165,00 €
Proyectista	1	30,00 €	1	30,00 €
<b>TOTAL</b>			11	285,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIAL				
Descripción	Los operarios deben derribar parte del muro de cerramiento realizado.			
MATERIAL	CANTIDAD	PRECIO €	TOTAL €	
Ladrillo panal	165 Ud	0,17 €	28,05 €	
Papel A1	1 Ud	18,15 €	18,15 €	
Tinta Plotter	1/30 Ud	28,30 €	0,94 €	
Tiempo de reparto	1,5 horas	30,00 €	45,00 €	
<b>TOTAL</b>			92,14 €	

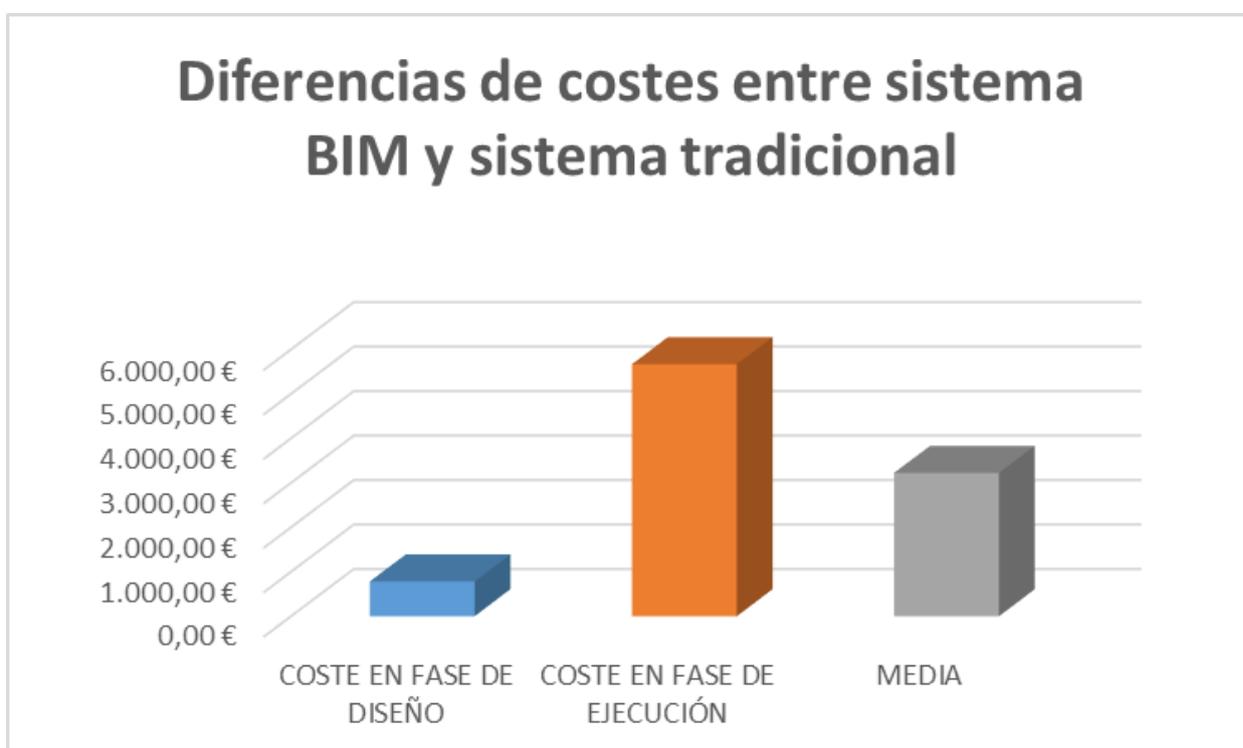
ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	15,00 €
FASE EJECUCIÓN	377,14 €



4 Resultados obtenidos

INCIDENCIA	COSTE EN FASE DE DISEÑO	COSTE EN FASE DE EJECUCIÓN	MEDIA
ARCH-01	30,00 €	119,76 €	74,88
ARCH-02	30,00 €	516,51 €	273,255
STR-03	240,00 €	709,65 €	474,825
ARCH-04	30,00 €	216,00 €	123
ARCH-STR-05	150,00 €	894,00 €	522
ARCH-06	30,00 €	305,00 €	167,5
ARCH-07	30,00 €	467,24 €	248,62
ARCH-08	30,00 €	441,00 €	235,5
ARCH-09	30,00 €	1.027,81 €	528,905
STR-10	150,00 €	388,02 €	269,01
ARCH-STR-11	15,00 €	203,88 €	109,44
STR-12	15,00 €	377,14 €	196,07
<b>TOTAL</b>	<b>780,00 €</b>	<b>5.666,01 €</b>	<b>3.223,01 €</b>

COSTE EN FASE DE DISEÑO	COSTE EN FASE DE EJECUCIÓN	MEDIA
780,00 €	5.666,01 €	3.223,01 €



Los datos resultantes demuestran las ventajas que obtenemos al trabajar utilizando un sistema de gestión BIM.

La penalización del tiempo empleado en corregir las incongruencias en fase de diseño es mínima, afectando únicamente a los agentes intervinientes en esa fase, y el gasto en material es inexistente formando una construcción más sostenible. Mientras que las penalizaciones en fase de ejecución son magnánimas afectando al flujo de trabajo de toda la obra y el de las empresas subcontratadas, con un gasto material desproporcionado.

En resumen, los datos obtenidos muestran la importancia de solucionar estos errores antes de que surjan, anticipándonos a ello y logrando un flujo de trabajo continuo que beneficia a todas las personas involucradas en esa construcción.

## 5 Conclusiones

El uso del sistema BIM, Building Information Modeling, permite la gestión completa de un proyecto de viviendas a lo largo de toda su vida (diseño, ejecución, mantenimiento y demolición) pudiendo participar de ello todos los agentes de la construcción, propietarios, agentes de la seguridad, bomberos, etc.

Dominar y hacer un correcto uso de esta metodología ayuda a la calidad de la futura construcción evitando tener que aplicar soluciones de menor entidad a los errores que van surgiendo en el transcurso de los trabajos. Los fallos cometidos en fase de ejecución, guiados por un diseño incoherente en algunos puntos, se traducen en elevadas penalizaciones que afectan a los objetivos finales. La construcción de un modelo tridimensional que contiene toda la información permite una revisión constante del proyecto, mejorando en todo momento los elementos que lo definen para que en obra estén todos los puntos claros y exista un flujo de trabajo continuo, limitando el tiempo empleado en su ejecución y el dinero invertido.

Los niveles de desarrollo LOD son otra forma de corrección constante del proyecto, puesto que a medida que se definen las propiedades y componentes del edificio, se vuelve a construirse elemento. Como hemos observado en el caso práctico, mediante un LOD 100 o 200 hemos ido tomando las decisiones iniciales y más genéricas del proyecto ayudándonos de la visión en tres dimensiones del proyecto, pudiendo modificar volúmenes, distribuciones, aprovechamiento solar, etc.

En esta fase podemos tener un presupuesto general aproximado, probando diferentes acabados, con el fin de ajustarse a la economía del cliente final. También se puede realizar un estudio de cumplimiento de la normativa sin tener que avanzar más en el diseño, ahorrando mucho tiempo perdido, útil en el desarrollo del proyecto.

Al ser un modelo único que contiene la información del proyecto cualquier modificación que realicemos del diseño se mostrará en todas las vistas, no existen varios archivos ni documentos, si no que las vistas son planos que nos muestran el contenido del modelo definido.

Mediante un nivel de desarrollo LOD 300, donde hemos compuesto los elementos con sus materiales, espesores reales y acabados, observamos los encuentros constructivos (arquitectura-arquitectura, estructura-estructura y arquitectura-estructura) y podemos resolver las incongruencias que nos surjan puesto que el programa nos avisa de las restricciones que no se cumplen. Gracias a esta tecnología podemos adelantarnos a estos problemas y tener un control mayor del proyecto, minimizando el grado de incertidumbre.

Por último, trabajar con el sistema BIM mejora la comunicación entre los diferentes agentes intervinientes del proyecto, puesto que van a estar en contacto continuo para definir el modelo en un mismo marco temporal. Cada agente, por su parte, añade al modelo los datos que gestiona y éstos se actualizan en todos los planos y vistas que “miran” al modelo y lo actualiza al instante para todos los demás agentes.

No sabemos si el empleo de la tecnología BIM acorta el tiempo empleado en el diseño de un proyecto, pero lo que si queda demostrado es que sí consigue un flujo de trabajo continuado y dota de mayor calidad constructiva a la vivienda a gracias a la temprana localización de errores, lagunas e incongruencias, haciendo del mismo un documento más completo que el elaborado mediante con el sistema tradicional.

## Capítulo 4.

### Referencias Bibliográficas

Impacto de BIM en el proceso constructivo español. Autora: Begoña Fuentes Giner.

dic. 2010 - Blog dedicado a la gestión y dirección de la empresa constructora.

Retrieved from

<http://laempresaconstructora.blogspot.com.es/2010/12/responsabilidad-en-los-errores-de-obra.html>

Sep. 2014 - "Construction in Developing Countries Advancing and Integrating Construction Education, Research & Practice." (Azhar, Hein & Sketo, 2007).

Retrieved from

[http://www.academia.edu/11765097/Building\\_Information\\_Modeling\\_BIM\\_e\\_Integrated\\_Project\\_Delivery\\_IPD\\_Caso\\_de\\_estudio\\_de\\_detecci%C3%B3n\\_de\\_incongruencias\\_en\\_un\\_proyecto\\_de\\_edificaci%C3%B3n](http://www.academia.edu/11765097/Building_Information_Modeling_BIM_e_Integrated_Project_Delivery_IPD_Caso_de_estudio_de_detecci%C3%B3n_de_incongruencias_en_un_proyecto_de_edificaci%C3%B3n)

mar. 2013 - BIM en Español.: DATAEDRO: FASES DE UN PROYECTO EN BIM

Retrieved from <http://dataedro.blogspot.com.es/2013/03/bimque-es-el-lod-nivel-de-detalle-nivel.html>

Mar. 2016 - LAFER ARQUITECTURA: Gestión Integral de Obras - CURSO DE REVIT.

Retrieved from <http://www.laferarquitectura.com/cursos/curso-de-revit/>

26 may. 2014 - Qué es IFC - IFC Workshop

Retrieved from [http://www.ifcworkshop.es/secciones/ifc/que\\_es.html](http://www.ifcworkshop.es/secciones/ifc/que_es.html)

27 mar. 2013 - La evolución del CAD: el BIM (Building Information Model) Blog de Arquitectura

Retrieved from <http://elarquitectohamuerto.blogspot.com.es/2013/03/la-evolucion-del-cad-el-bim.html>

2016 - esBIM | Implantación del BIM en España

Retrieved from <http://www.esbim.es/>

2016 - What Is BIM | Building Information Modeling | Autodesk

Retrieved from [www.autodesk.com/solutions/bim/overview](http://www.autodesk.com/solutions/bim/overview)

2016 - Acerca de BIM – Graphisoft

Retrieved from [https://www.graphisoft.es/archicad/open\\_bim/about\\_bim/](https://www.graphisoft.es/archicad/open_bim/about_bim/)

21 may. 2015 - ¿Qué es el BIM?

Retrieved from [itec.es/servicios/bim/](http://itec.es/servicios/bim/)

2008 - introducción a la tecnología bim – UPCommons

Retrieved from

<http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/12226/Introducci%F3n+a+la+Tecnolog%EDa+BIM.pdf;jsessionid=7A8A081BB4D38B36E0E94DC15C701CD5?sequence=1>

24 nov. 2006 - BIM: Adios al CAD. | Plataforma Arquitectura

Retrieved from <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-1284/bim-adios-al-cad>

18 feb. 2009 - Del CAD al BIM: Arquitectos, ingenieros y constructores.

Retrieved from <http://arqa.com/disenotecnologia-informatica-esp/del-cad-al-bim-arquitectos-ingenieros-y-constructores-frente-a-un-nuevo-salto-tecnologico.html>

nov. 2013 - QUE ES LA TECNOLOGIA BIM Building Information Modelling (BIM)

Retrieved from <http://caminahora.com/tecnologia-bim/>

dic. 2013 - Necesito reciclarme (empezando con BIM) | Foros Sólo Arquitectura

Retrieved from <http://www.soloarquitectura.com/foros/threads/necesito-reciclarme-empezando-con-bim.84690/>

2016 - Descripción del sistema BIM | revit.es

Retrieved from <http://revit.es/que-es-bim/>

mar. 2009 - Del CAD al BIM II: la profundidad del cambio | DeConstrumatica

Retrieved from <http://de.construmatica.com/del-cad-al-bim-ii-la-profundidad-del-cambio/>

nov. 2014 - BIM: un sistema cada vez más de moda

Retrieved from <http://www.jovenesat.com/#!BIM-un-sistema-cada-vez-m%C3%A1s-de-moda-pero-%C2%BFen-qu%C3%A9-consiste/c3sl/FDEB4F2F-B63F-4E6B-A0DB-407193587D96>

ene. 2009 - Del CAD al BIM | Carlos Cámara Menoyo

Retrieved from <http://carloscamara.es/blog/2009/01/08/del-cad-al-bim>

mar. 2016 - 1 - La tecnología BIM - Gestion Revit - Universo BIM

Retrieved from [http://www.universobim.com/gestionrevit/index.php?title=1-La\\_tecnolog%C3%ADa\\_BIM](http://www.universobim.com/gestionrevit/index.php?title=1-La_tecnolog%C3%ADa_BIM)

## Capítulo 5.

### Índice de Figuras

<i>Figura 1. Photocall EUBIM 2016. Fuente propia</i> .....	6
<i>Figura 2. Uso de la metodología BIM en diferentes fases de proyecto. Fuente propia. 2016</i> .....	8
<i>Figura 3. Nivele de operabilidad. Fuente interoperability-definition.info.2016</i> .....	9
<i>Figura 4. Interoperabilidad entre agentes BIM. Fuente construsoft. 2016</i> .....	10
<i>Figura 5. Estandarización de procesos IFC. Fuente cadenas. 2016</i> .....	11
<i>Figura 6. Implantación del sistema BIM. Fuente Algomad. 2013</i> .....	13
<i>Figura 7. Niveles de implementación BIM en Norte América. Fuente McGraw-Hill. 2012</i> .....	13
<i>Figura 8. Diferencias de usuarios BIM entre Estados Unidos y Europa. Fuente McGraw-Hill.2010</i> ...	14
<i>Figura 9. Sistema CAD. Fuente: “Construction in Developing Countries”, 2008.</i> .....	15
<i>Figura 10. Relación entre diferentes vistas con el sistema BIM. Fuente propia.2016</i> .....	16
<i>Figura 12: Niveles de detalle o LOD. Fuente: “Development or detail &amp; why it matters”. 2014</i> .....	19
<i>Figura 13. Desarrollo del modelo de la información BIM. Fuente elarquitecto. 2013</i> .....	20
<i>Figura 14. Comparativa del flujo de trabajo entre BIM y CAD. Fuente Graphisoft.2014</i> .....	21
<i>Figura 15: Acceso al modelo desde diferentes vistas mediante software Autodesk® Revit®. Fuente propia. 2016</i> .....	24
<i>Figura 16: Detección de pilares fuera del eje de fachada. Fuente propia. 2016.</i> .....	25
<i>Figura 17. Interfaz del software Revit. Fuente Revit. 2015</i> .....	26
<i>Figura 18. Interfaz del software ArchiCAD. Fuente GetIntoPC. 2015</i> .....	27
<i>Figura 19. Interfaz del software Tekla. Fuente Teckla. 2016</i> .....	28
<i>Figura 20. Interfaz del software Naviswors. Fuente Navisworks. 2016</i> .....	28
<i>Figura 21. Resultados del software Lumion. Fuente Lumion. 2016</i> .....	29
<i>Figura 22. Software Medit. Fuente Medit. 2016</i> .....	29
<i>Figura 23. Interfaz del software Cost-It. Fuente Cost-It. 2016</i> .....	30
<i>Figura 24. Vivienda unifamiliar objeto de estudio. Fuente propia. 2015</i> .....	31
<i>Figura 25: Fachada principal C/ Alicante 11, Alaquàs, Valencia. Fuente propia. 2016</i> .....	32
<i>Figura 26: Fachada posterior C/ Alicante 11, Alaquàs, Valencia. Fuente propia. 2016</i> .....	33
<i>Figura 27. Emplazamiento. Fuente Catastro. 2016</i> .....	34

<i>Figura 28: Plano Arquitectónico A-1. Planta Sótano. Fuente propia. 2016</i> .....	36
<i>Figura 29: Plano Arquitectónico A-2. Planta Baja. Fuente propia. 2016</i> .....	37
<i>Figura 30. Plano Arquitectónico A-3. Planta Primera. Fuente propia. 2016</i> .....	38
<i>Figura 31. Plano Arquitectónico A-4. Planta Segundo. Fuente propia. 2016</i> .....	39
<i>Figura 32. Plano de Superficies. Planta Sótano. Fuente propia. 2016</i> .....	40
<i>Figura 33. Plano de Superficies. Planta Baja. Fuente propia. 2016</i> .....	42
<i>Figura 34. Plano de Superficies. Planta Primera. Fuente propia. 2016</i> .....	43
<i>Figura 35. Plano de Superficies. Planta Segunda. Fuente propia. 2016</i> .....	44
<i>Figura 36. Fachada principal. Fuente propia. 2016</i> .....	46
<i>Figura 37. Fachada posterior. Fuente propia. 2016</i> .....	47
<i>Figura 38. Fachada estudio aislado del cuerpo principal. Fuente propia. 2016</i> .....	48
<i>Figura 39. Sección Transversal. Fuente propia. 2016</i> .....	49
<i>Figura 40. Levantamiento del modelo tridimensional desde planos CAD. Fuente propia. 2016</i> .....	51
<i>Figura 41. Nivel de desarrollo LOD 100. Fuente propia. 2016</i> .....	52
<i>Figura 42. Nivel de desarrollo LOD 200. Fuente propia.</i> .....	52
<i>Figura 43. Nivel de desarrollo LOD 300. Fuente propia. 2016</i> .....	53
<i>Figura 44. Certificado BIM en la superación del curso “Iniciación al BIM con Revit”. Fuente propia. 2015</i> .....	111
<i>Figura 45. Render fachada principal. Fuente propia. 2016</i> .....	112
<i>Figura 46. Render fachada posterior. Fuente propia. 2016</i> .....	112
<i>Figura 47. Render Planta Garaje. Fuente propia. 2016</i> .....	113
<i>Figura 48. Render Planta Garaje. Fuente propia. 2016</i> .....	113
<i>Figura 49. Render Doble altura. Fuente propia. 2016</i> .....	114
<i>Figura 50. Render Salón-Comedor. Fuente propia. 2016</i> .....	114
<i>Figura 51. Render Cocina. Fuente propia. 2016</i> .....	115
<i>Figura. 52. Render Doble altura. Fuente propia. 2016</i> .....	115
<i>Figura 53. Render Distribuidor Planta 1. Fuente propia. 2016</i> .....	116
<i>Figura 54. Render Acceso a zona noche Planta 1. Fuente propia. 2016</i> .....	116
<i>Figura 55. Render Habitación 2. Fuente propia. 2016</i> .....	117
<i>Figura 56. Render Habitación 3. Fuente propia. 2016</i> .....	117
<i>Figura 57. Render Habitación 1. Fuente propia. 2016</i> .....	118
<i>Figura 58. Render Vestidor 1. Fuente propia. 2016</i> .....	118
<i>Figura 59. Render Baño 3. Fuente propia. 2016</i> .....	119
<i>Figura 60. Render Baño 2. Fuente propia. 2016</i> .....	119
<i>Figura 61. Render Cubierta. Fuente propia. 2016</i> .....	120
<i>Figura 62. Render Acceso a vivienda. Fuente propia. 2016</i> .....	120

*Figura 63. Render Jardín. Fuente propia. 2016 .....121*

*Figura 64. Render Comedor exterior. Fuente propia. 2016 .....121*

*Figura 65. Render Solarium. Fuente propia. 2016 .....122*

*Figura 66. Render Jardín. Fuente propia. 2016 .....122*

Anexos



Figura 44. Certificado BIM en la superación del curso "Iniciación al BIM con Revit". Fuente propia. 2015

## Renderizados en Lumion



*Figura 45. Render fachada principal. Fuente propia.2016*



*Figura 46. Render fachada posterior. Fuente propia. 2016*



*Figura 47. Render Planta Garaje. Fuente propia. 2016*



*Figura 48. Render Planta Garaje. Fuente propia. 2016*



Figura 49. Render Doble altura. Fuente propia. 2016



Figura 50. Render Salón-Comedor. Fuente propia. 2016



Figura 51. Render Cocina. Fuente propia. 2016

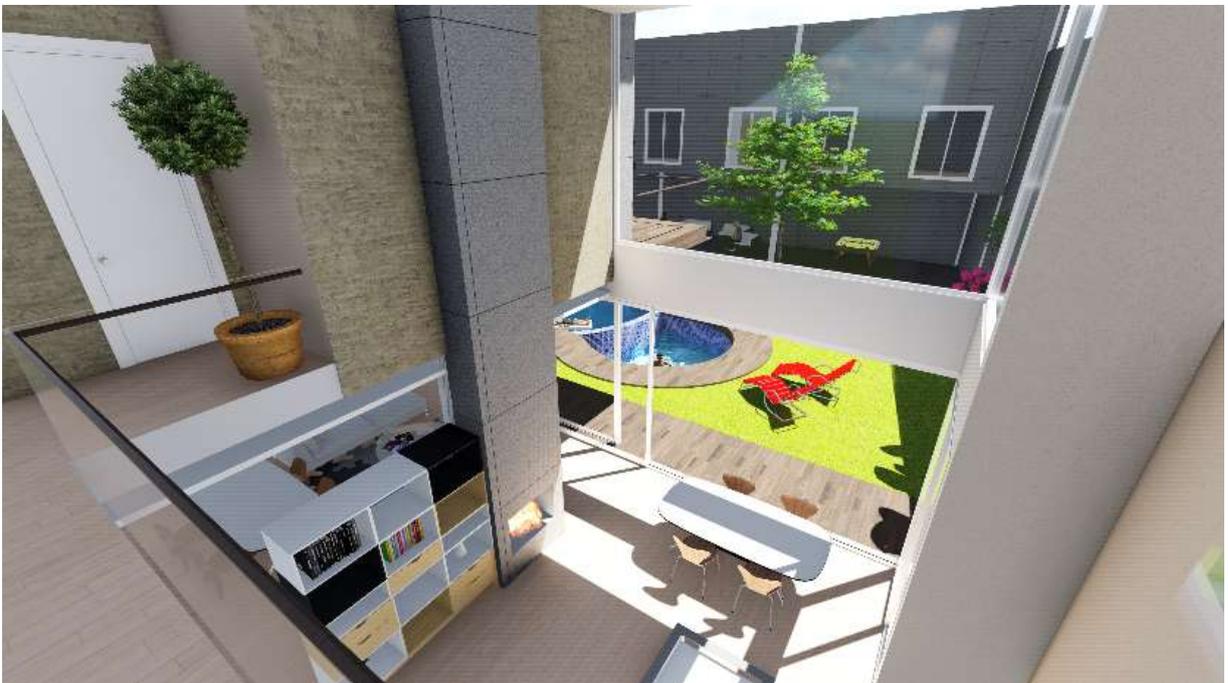


Figura. 52. Render Doble altura. Fuente propia. 2016



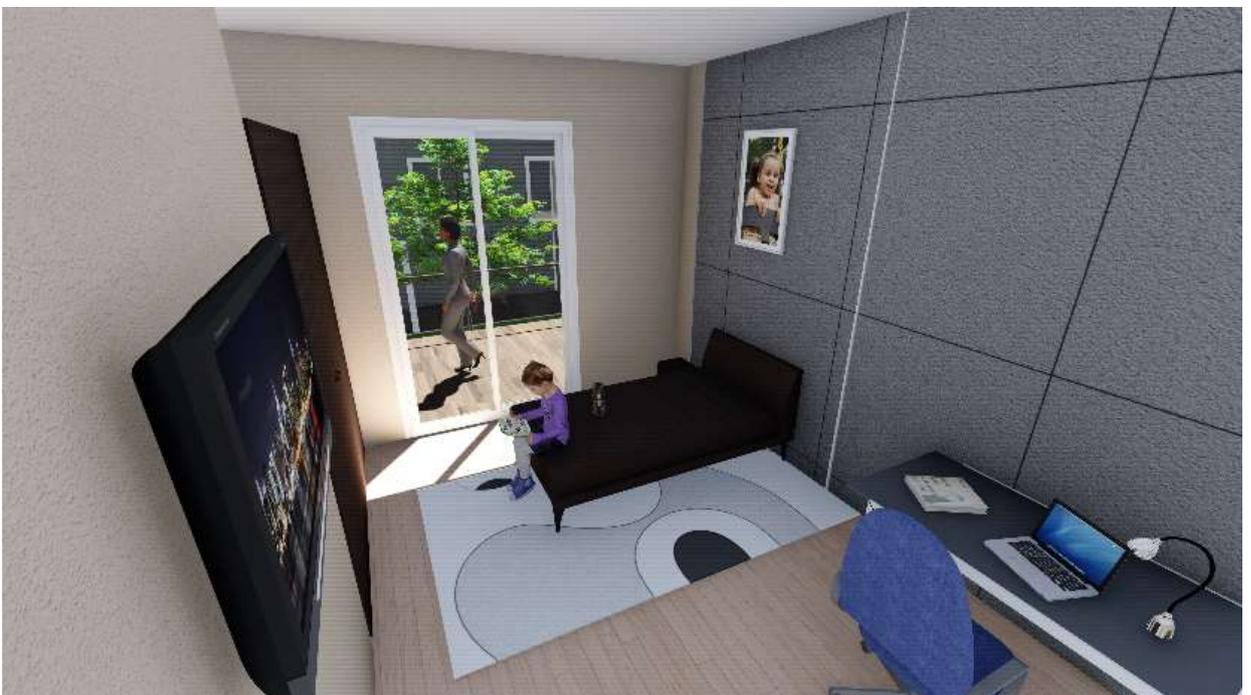
*Figura 53. Render Distribuidor Planta 1. Fuente propia. 2016*



*Figura 54. Render Acceso a zona noche Planta 1. Fuente propia. 2016*



*Figura 55. Render Habitación 2. Fuente propia. 2016*



*Figura 56. Render Habitación 3. Fuente propia. 2016*



*Figura 57. Render Habitación 1. Fuente propia. 2016*



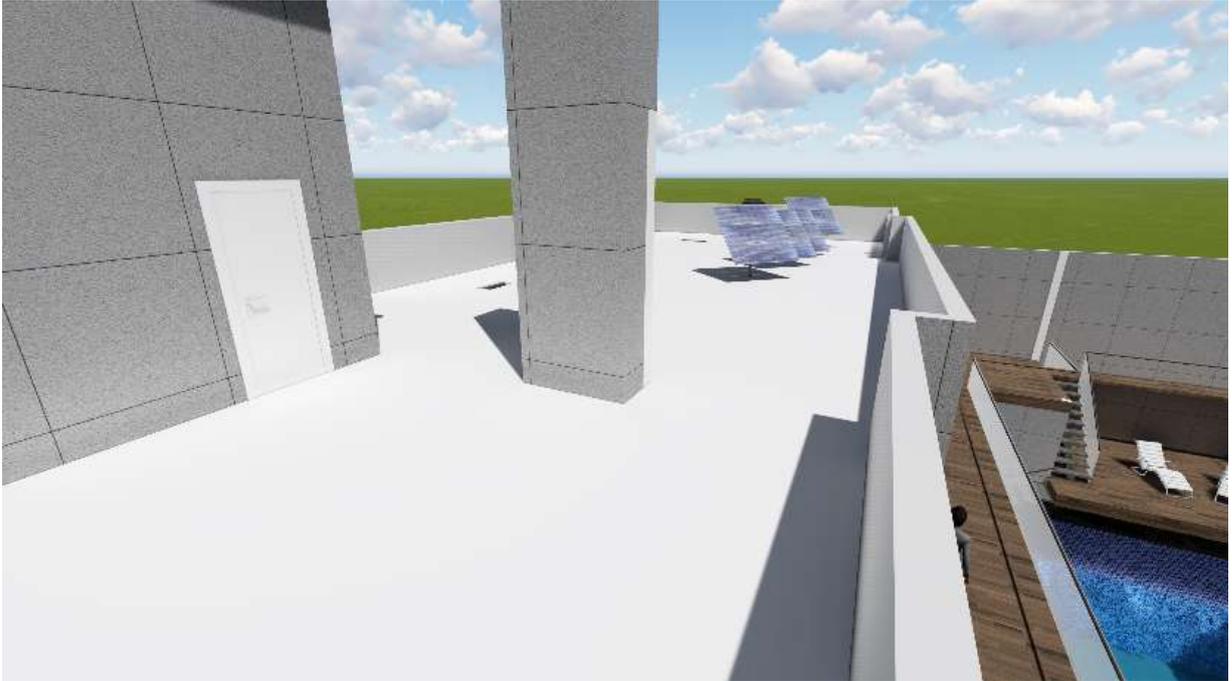
*Figura 58. Render Vestidor 1. Fuente propia. 2016*



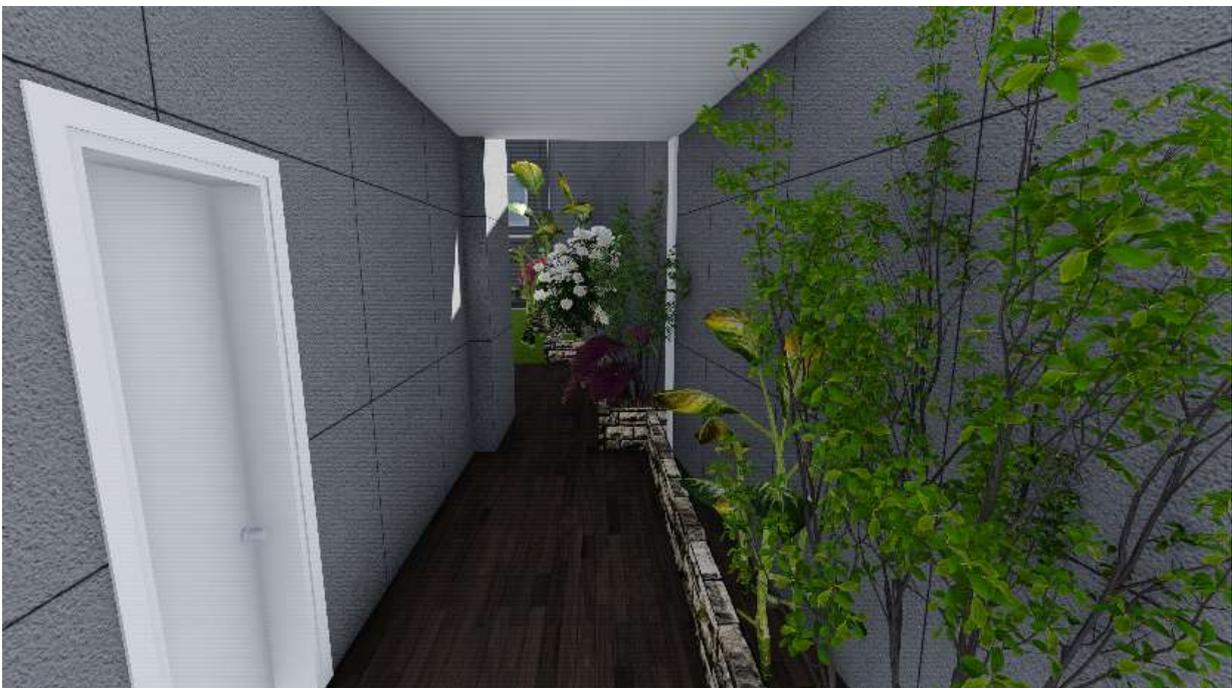
*Figura 59. Render Baño 3. Fuente propia. 2016*



*Figura 60. Render Baño 2. Fuente propia. 2016*



*Figura 61. Render Cubierta. Fuente propia. 2016*



*Figura 62. Render Acceso a vivienda. Fuente propia. 2016*



*Figura 63. Render Jardín. Fuente propia. 2016*



*Figura 64. Render Comedor exterior. Fuente propia. 2016*



*Figura 65. Render Solarium. Fuente propia. 2016*



*Figura 66. Render Jardín. Fuente propia. 2016*