
Análisis del sistema constructivo de un proyecto de ejecución de vivienda unifamiliar con tecnología BIM

07 jul. 18

AUTOR:

ADRIÁN LEÓN PÉREZ

TUTOR ACADÉMICO:

Begoña Fuentes Giner [Dpto. Construcciones Arquitectónicas]



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

Resumen

Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo en la cual centralizamos toda la información del proyecto en un modelo de información digital, facilitando su gestión.

El principal objetivo de la creación del modelo de información digital es tener un mayor control del proyecto de ejecución, favoreciendo la detección de incidencias que se puedan presentar durante la fase de diseño. Es beneficioso detectar y corregir dichas incidencias en esta primera fase ya que durante la ejecución del proyecto las soluciones a tomar son más costosas y provocan un retraso en la construcción del proyecto, produciendo un aumento de costes.

En este trabajo, se analizará de una forma teórica en qué consiste el Building Information Modeling (BIM) y sus principales características, así como los beneficios que nos plantea frente a la metodología tradicional de elaboración de un proyecto de ejecución. También se realizará una presentación del proyecto, con el cual se va a trabajar, y del software utilizado.

Por último, se procederá al estudio de un caso práctico de un proyecto de ejecución real de una vivienda unifamiliar mediante la metodología BIM, para detectar las posibles incidencias en la fase de diseño y solventarlas antes de iniciar la fase de ejecución.

Palabras clave: BIM, Revit, Building Information Modeling, Gestión integral de proyectos, Control de calidad de proyectos, Project Management.

Abstract

Building Information Modeling (BIM) is a working methodology in which all Project information is compiled into a digital information model, making easy its management.

The main focus of creating a digital information model is to have more control of the Execution Project, favoring the detection of incidents that may surge during the design phase. Detect and correct those incidents is beneficial in an early stage because during the execution of the project solutions are more expensive and may provoke a delay in the construction of the project, making the cost rise.

In this thesis, a theoretical approach to Building Information Modeling (BIM) and its main characteristics will be analyzed as the benefits it represents versus the traditional elaboration of an Execution Project. A presentation of the contents of the project and the software used will be carried out as well.

Finally, a case study of a real execution project about a single-family house will be done using BIM methodology in order to detect possible incidences during the design phase and solving them before the construction.

Keywords: BIM, Revit, Building Information Modeling, Gestión integral de proyectos, Control de calidad de proyectos, Project Management.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a las siguientes personas la vinculación que han tenido para que este trabajo pueda realizarse:

- A mis padres Francisco y María, pilares fundamentales en el desarrollo de este trabajo y en toda mi vida.
- A mi hermano Sergio, porque siempre ha sido mi referente.
- A Noelia, por su apoyo incondicional en el día a día durante todos estos años de carrera.
- A Begoña Fuentes Giner, mi tutora de TFG, por orientarme en todo momento y sobre todo por enseñarme y ayudarme a comenzar en el mundo BIM.
- Al estudio de arquitectura “MBVB arquitectos”, por facilitarme uno de sus proyectos para poder desarrollar este trabajo.
- A todos los profesores, que han contribuido en mi desarrollo como Arquitecto Técnico.

Acrónimos utilizados

BIM: Building Information Modeling

CAD: Computer Aided Design / Diseño asistido por ordenador

IFC: Industry Foundation Classes

LOD: Level of Detail (nivel de detalle) / Level of Development (nivel de desarrollo)

FM: Facility Management

IAI: International Alliance for Interoperability

AIA: American Institute of Architects

Índice

Resumen	1
Abstract	2
Agradecimientos.....	3
Acrónimos utilizados	4
Índice	5
Capítulo 1.....	7
Building Information Modeling	7
1 ¿Qué es BIM?.....	7
2 Características BIM	11
3 Beneficios de BIM	15
4 Diferencias entre BIM y CAD	17
5 Niveles de información del modelo (LOD).....	21
6 Usos de BIM	29
7 Uso.....	31
Capítulo 2.....	36
Metodología	36
1 Presentación del proyecto.....	36
2 Memoria constructiva	43

3	Software	48
	Capítulo 3.....	49
	Caso práctico de vivienda unifamiliar.....	49
1	Introducción	49
2	Flujo de trabajo utilizado para la detección de incidencias en el proyecto.....	50
3	Clasificación de incidencias	50
4	Análisis de Incidencias detectadas	51
	Capítulo 4.....	93
	Conclusiones.....	93
	Capítulo 5.....	96
	Referencias Bibliográficas.....	96
	Capítulo 6.....	99
	Índice de Figuras.....	99
	Anexos	102

Capítulo 1.

Building Information Modeling

1 ¿Qué es BIM?

Hoy en día la palabra BIM, acrónimo de Building Information Modeling (modelado de la información de la construcción), empieza a estar muy presente en el mundo de la construcción pero sabemos realmente ¿qué significa?, ¿en qué consiste?

Para estas incógnitas no existe una definición universal, sino que según la fuente existen diversas definiciones coincidentes en aspectos generales. A continuación, se citaran las más representativas:

“BIM es una metodología de trabajo colaborativo que documenta todo el ciclo de vida de la edificación y las infraestructuras, haciendo uso de herramientas informáticas con el fin de generar un repositorio único con toda la información útil para todos los agentes que participan en él y durante todo su ciclo de vida”. (es.BIM, 2016).

“BIM es el conjunto de metodologías de trabajo y herramientas caracterizado por el uso de información de forma coordinada, coherente, computable y continua; empleando una o más bases de datos compatibles que contengan toda la información en lo referente al edificio que se pretende diseñar, construir o usar. Esta información puede ser de tipo formal, pero también puede referirse a aspectos como los materiales empleados y sus calidades físicas, los usos de cada espacio, la eficiencia energética de los cerramientos, etc.” (Eloi Coloma Picó, 2008).

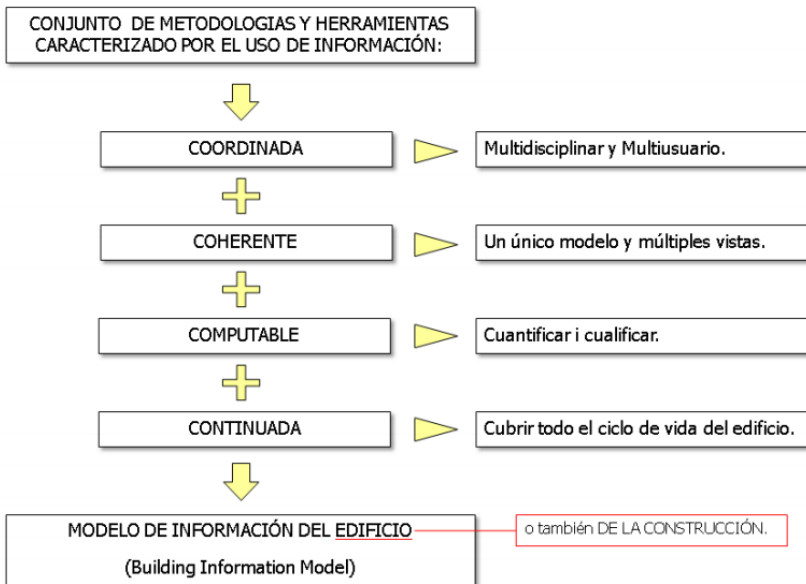


Figura 1: Características generales del entorno BIM para el tratamiento de la información del proyecto Fuente: Introducción a la tecnología BIM (Eloi Coloma Picó, 2008)

“BIM es un proceso que implica la creación y el uso de un modelo 3D inteligente para informar y comunicar las decisiones del proyecto. Diseño, visualización, simulación y colaboración habilitada por soluciones BIM brindan mayor claridad para todas las partes interesadas en todo el ciclo de vida del proyecto. BIM hace que sea más fácil alcanzar las metas del proyecto y de negocios”. (Carla Monfort Pitarch, 2015).

“BIM, Modelado de la Información de la Construcción, es una metodología de trabajo que consiste en la creación, gestión y almacenamiento de información sobre todas las propiedades o características de cada una de las partes de una construcción, no solo las geométricas o visuales, las relaciones entre dichas partes, las relaciones de las partes con el edificio o construcción, las propiedades del propio edificio o construcción como suma de las partes y del edificio o construcción como entidad en sí misma, en una determinada ubicación y con un determinado entorno. (Alberto Cerdán, 2013) Fuente: Impacto de BIM en el proceso constructivo español (Begoña Fuentes, 2014).

De todas estas definiciones podemos abstraer que la representación BIM consiste en el empleo de un modelo 3D relacionado con bases de datos inteligentes, que se actualizan con cada modificación que se realiza en el proyecto, integrando así a todos los agentes que participan en un proyecto de edificación o infraestructuras.

Su principal objetivo es aumentar la eficiencia y sostenibilidad de una edificación en todo su ciclo de vida ya que afecta desde la primera fase de diseño del proyecto, así como a las decisivas fases de ejecución y posterior mantenimiento del edificio.



*Figura 2: Ciclo de vida. Fuente: entornobim.org
(Fundación laboral de la construcción)*

2 Características BIM

Las características de BIM más representativas son:

Contenedor único

Toda la información relativa al proyecto queda reflejada en un modelo 3D, el cual tiene asociado distintas bases de datos interrelacionadas entre sí formando un contenedor único, que puede ser consultado y modificado en cualquier momento por todos los agentes intervinientes en el proceso de construcción.

Interoperatividad

La interoperatividad es una ventaja muy importante en BIM ya que la información es bidireccional y multidisciplinar, es decir, la información relativa al proyecto puede ser compartida con otros agentes y otros programas diferentes, y estos generar una información nueva que se integra en el modelo original.

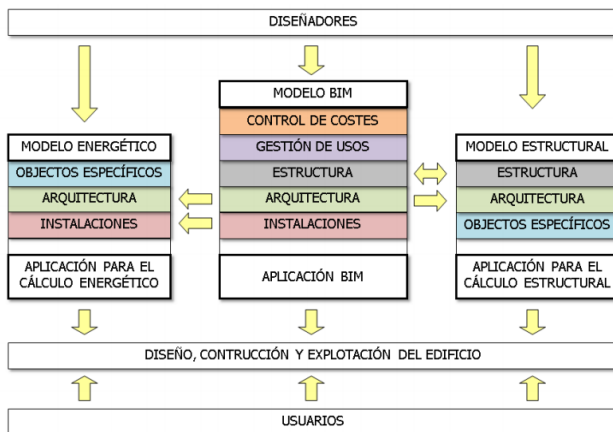


Figura 3: Esquema BIM Multidisciplinar. Fuente: *Introducción a la tecnología BIM (Eloi Coloma Picó, 2008)*

Para hacer posible la bidireccionalidad de la información entre las aplicaciones BIM y las aplicaciones conectables empleadas en el proceso de diseño es necesaria la existencia de un formato universal que permita la comunicación entre todas las plataformas. Dicho formato fue denominado Industry Foundation Classes (IFC) y fue creado por el IAI (International Alliance for Interoperability).

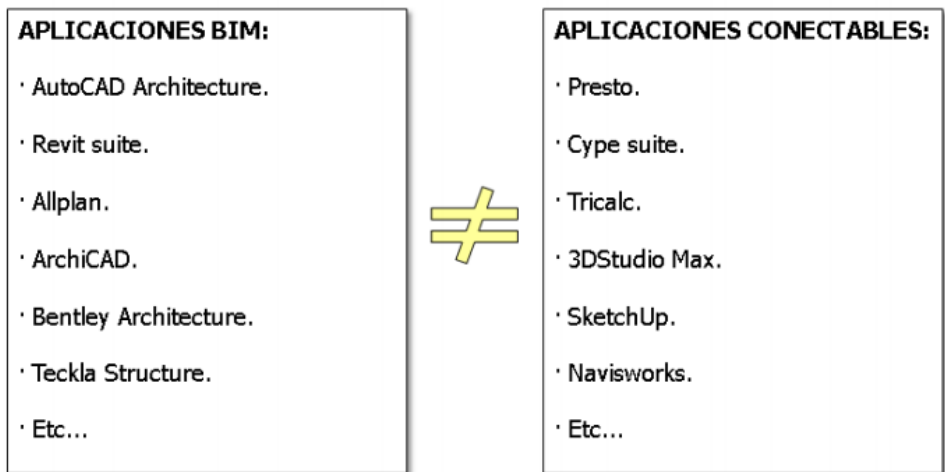


Figura 4: Aplicaciones BIM y Conectables. Fuente: Introducción a la tecnología BIM (Eloi Coloma Picó, 2008)

Diseño paramétrico

La información es parametrizada, por tanto, editable y agregable, como base para la bidireccionalidad (Begoña Fuentes, 2014):

- *Cada objeto tiene entidad de elemento constructivo del proyecto y se comporta como tal.*
- *Cada objeto tiene agregadas sus relaciones con respecto a otros elementos constructivos del proyecto.*
- *Cada objeto tiene la información de su situación en el proyecto.*
- *El modelo virtual que vemos en la pantalla del ordenador es lo que vamos a obtener en la realidad cuando se ejecute. BIM implica la visualización del edificio y su proceso frente a la representación esquemática de la idea del edificio.*

Multivista

Es una de las características más importantes ya que toda la información está recogida en un mismo modelo cuyas representaciones de sus diferentes aspectos son automatizadas, es decir, con esto conseguimos que todas las vistas de un mismo modelo siempre estén coordinadas entre sí y actualizadas de forma inmediata cuando se produce una variación en el proyecto, además de ser personalizables y compatibilizarlas con representaciones literales no automatizadas.

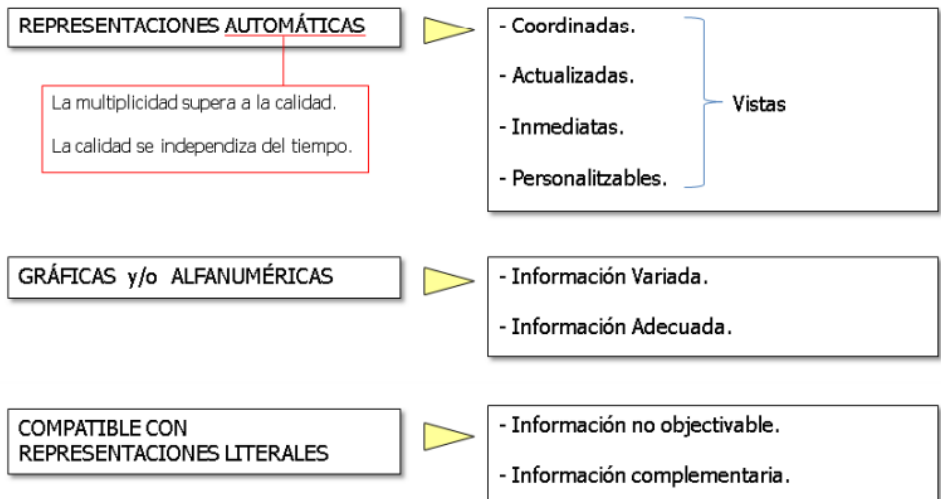


Figura 5: Esquema del concepto Multivista. Fuente: Introducción a la tecnología BIM (Eloi Coloma Picó, 2008)

3 Beneficios de BIM

La metodología BIM aporta muchas ventajas a la hora de desarrollar un proyecto de construcción, desde sus fases más tempranas (diseño) hasta la ejecución del mismo. Algunas de las ventajas son:

- **Visualización 3D:** el poder visualizar un modelo virtual 3D del edificio antes de construirlo nos facilita el entendimiento del proyecto por parte de todos los agentes que van a intervenir en él, además podemos detectar conflictos e incoherencias de diseño antes de su construcción, pudiendo aportar soluciones. Así como tomar decisiones de materiales y acabados antes de la ejecución.
- **Cumplimiento de plazos y costos:** gracias a la ventaja de poder visualizar el modelo en 3D y detectar conflictos e incoherencias de diseño, esto nos permite evitar retrasos y costos adicionales en la ejecución del proyecto.
- **Visualización cambios simultáneos:** toda la información está recogida en un modelo único, por lo que todos los cambios del proyecto se harán sobre este modelo, evitando así errores derivados de distintas versiones del proyecto, es decir, el modelo siempre se mantendrá actualizado de forma instantánea.

- Mejor control del proyecto: utilizando el modelo 3D se puede realizar una mejor organización y seguimiento de la ejecución del proyecto ya que se puede hacer una simulación de construcción del edificio y así evitar interferencias de trabajos.
- Sostenibilidad del edificio: con el modelo virtual se puede realizar un cálculo de la eficiencia energética del edificio y sus instalaciones antes de construirlo y así poder cambiar materiales si fuera necesario.

Como podemos ver son muchos los beneficios que nos aporta el empleo de la metodología BIM. Pero hoy en día también existen algunas limitaciones temporales ya que en un futuro estas limitaciones no existirán debido a la expansión y normalización del empleo de BIM. Estas limitaciones son el cambio de mentalidad a la hora de trabajar, ya que se tienen que aprender otras herramientas nuevas, y la formación necesaria para aprender estas nuevas herramientas.

4 Diferencias entre BIM y CAD

La metodología de trabajo utilizada en las últimas décadas para generar la documentación gráfica de los proyectos ha sido el sistema CAD. También fue el encargado de substituir al dibujo tradicional con lápiz y papel en los años 80 ya que permitía tener un mayor rendimiento, gracias a la velocidad y eficacia de esta tecnología. Hoy en día se está experimentando otro nuevo cambio de metodología de trabajo en busca de un rendimiento aún mayor, es aquí donde aparece el BIM.

“BIM permite obtener representaciones inteligentes de todos los aspectos de construcción de un proyecto. La diferencia entre BIM y el CAD 2D, es que en el BIM todos los planos y aspectos del proyecto están relacionados entre sí, por lo tanto, si en algún momento se modifica una parte del mismo, estos cambios afectarán a la totalidad de este, creando un vínculo completo entre las partes del proyecto. Mientras que en el CAD 3D, solo obtendremos un modelo virtual en tres dimensiones sin ninguna relación entre sus partes”. (Duque Carmona, Simón David, 2014).

Con la metodología CAD (Computer Aided Design, Dibujo Asistido por Computadora) solamente podemos realizar figuras simples mediante puntos, líneas, tramas... y sin ninguna relación entre ellos ni entre el resto de documentos que conforman el proyecto por lo que cuando se realiza un cambio en el diseño, debe revisarse y modificarse cada una de las figuras. Por lo que se puede decir que imita al proceso tradicional de lápiz y papel.

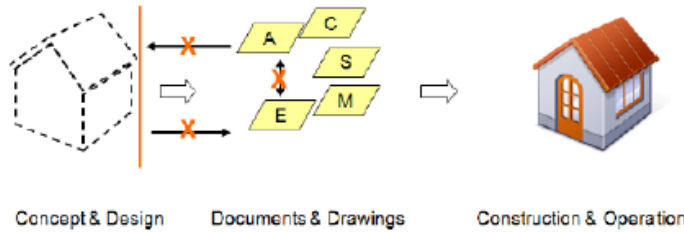


Figura 6: Metodología CAD. Fuente: *Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD)*. Caso de estudio de detección de incongruencias en un proyecto de edificación (Simón David Duque Carmona, 2014)

Sin embargo, con la metodología BIM toda la información del proyecto se encuentra relacionada entre sí, permitiendo automatizar la obtención de la documentación. Ya que al estar todas las representaciones de un modelo relacionadas, si se produce un cambio en una de las vistas automáticamente todas las demás vistas se actualizan. Además, se puede decir que BIM de manera virtual imita la construcción de un edificio, es decir, en vez de emplear líneas para crear las representaciones se utilizan elementos reales de construcción como muros, forjados, puertas..., incluso pudiendo añadir a estos elementos constructivos información de materiales, características técnicas, precios, etc.

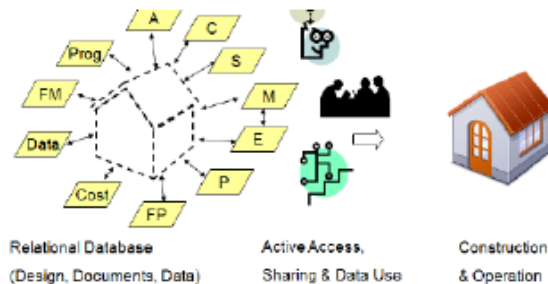


Figura 7: Metodología BIM. Fuente: *Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD)*: Caso de estudio de detección de incongruencias en un proyecto de edificación (Simón David Duque Carmona, 2014)

En el siguiente cuadro podemos ver un resumen de las principales diferencias entre BIM y CAD.

Concepto	CAD	BIM
Dibujo	Entidades geométricas: <ul style="list-style-type: none"> • Líneas • Círculos • Polígonos • Sólidos • Superficies • ... 	Elementos constructivos con propiedades <ul style="list-style-type: none"> • Muros • Puertas/ventanas • Pilares • Cubiertas • Terrenos • ...
Relación plantas-secciones-alzados-modelo 3D	Son entidades independientes. → hay que aplicar cambios por separado <ul style="list-style-type: none"> • En el mismo archivo • Distintos archivos (con o sin referencias) 	Existe un único modelo del que se extraen representaciones → cualquier cambio en el modelo, cambia las representaciones
Datos asociados	Bloques con atributos (poco utilizados, tienen limitaciones)	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades de los elementos (Precios unitarios, Materiales, gravedad...) • Calculados (superficies) • Propiedades de los planos
Informes	Calcular datos y exportarlos a otros software (Excel)	Generados automáticamente y vinculados (pueden cambiarse datos en informe o en modelo)
Trabajo en grupo	No hay. Soluciones improvisadas: un archivo, una persona y relacionar archivos con xRef.	Métodos cambian según la aplicación: <ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de trabajar en zonas/capas concretas • permisos/usuarios

Figura 8: Diferencias entre BIM y CAD. Fuente: (Carlos Cámara, 2011)

Por último, en la siguiente gráfica podemos ver una de las principales diferencias entre trabajar con BIM o CAD, mientras que con CAD el tiempo de trabajo es mayor y abarca todas las fases de diseño, documentación y coordinación a la hora de la ejecución, con BIM entorno al 50-80% del tiempo de trabajo se produce durante la fase de diseño, es decir, se invierte más tiempo al principio pero posteriormente consigues un rendimiento de trabajo superior.

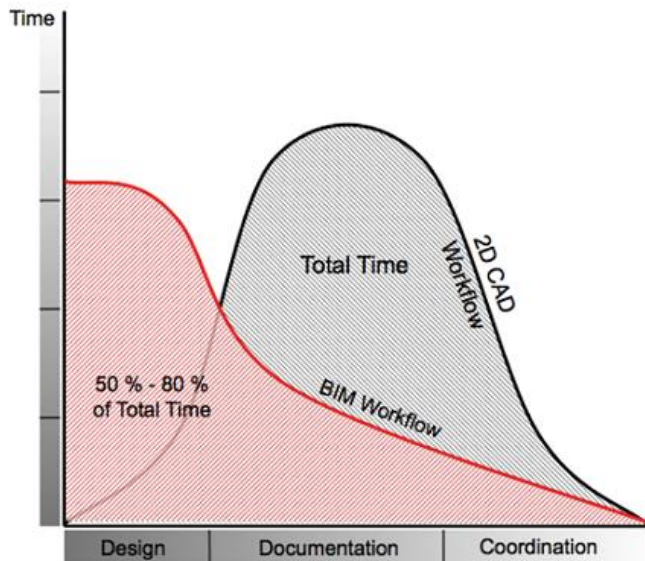


Figura 9: CAD vs. BIM. Fuente: arquIPARADOS.

<https://www.arquiparados.com/t583-cad-vs-bim-quien-ganara-esta-querra>

5 Niveles de información del modelo (LOD)

“Un modelo es una abstracción de la realidad. El carácter y nivel de detalle requerido para compartir su información dependerá del propósito del proyecto y del nivel de entendimiento de quien está visionándolo.” (Kymmell, 2008) Fuente: Impacto de BIM en el proceso constructivo español (Begoña Fuentes, 2014)

Por ello debemos de tener claro el nivel de definición del proyecto antes de iniciar su desarrollo, ya que no es el mismo nivel de desarrollo el que se necesita para realizar un proyecto básico que para un proyecto de ejecución.

A lo largo de la historia se han establecido dos definiciones distintas para el acrónimo LOD y que pueden llegar a generar confusiones: Level of Detail (nivel de detalle) y Level of Development (nivel de desarrollo).

LOD como Nivel de Detalle

El concepto de Nivel de Detalle (Level of Detail) fue introducido primeramente por la empresa Vico Software, ya que necesitaban de este concepto para desarrollar sus funciones en el campo de las mediciones y presupuestos empleando BIM. La cantidad de información del modelo será mayor en función del nivel de detalle en el que nos encontremos como podemos apreciar en la siguiente figura.

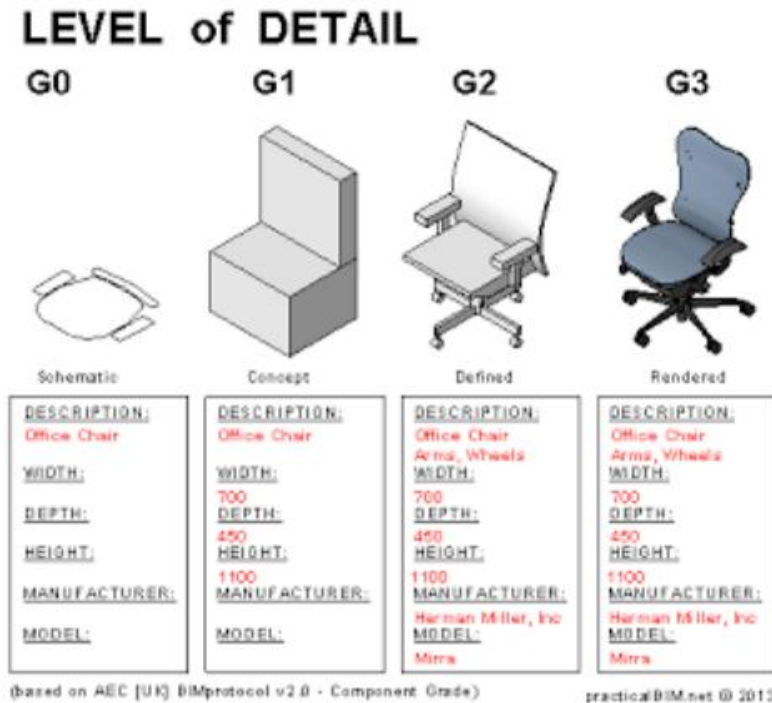


Figura 10: Level of Detail (Nivel de Detalle). Fuente: practicalBIM.net (2013)

LOD como Nivel de Desarrollo

El nivel de detalle (Level of Detail) es un concepto que solo engloba la cantidad de información que se proporciona en un modelo virtual. Por eso, el AIA decidió que este sistema sería una buena opción para desarrollarlo y empezar a medir tanto la cantidad como la calidad de la información contenida en un modelo BIM, creando así el concepto de Nivel de Desarrollo (Level of Development) ya que no sólo se refería a la parte gráfica del modelo sino que permite valorar además la información contenida en él, para así satisfacer mucho mejor el trabajo que se va a desarrollar en cada uno de los niveles del modelo.

LEVEL of DEVELOPMENT

LOD 100



Concept (Presentation)

DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels
WIDTH: 700
DEPTH: 450
HEIGHT: 1100
MANUFACTURER: Herman Miller, Inc.
MODEL: Mirra
LOD: 100

(Only data in red is useable)

LOD 200



Design Development

DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels
WIDTH: 700
DEPTH: 450
HEIGHT: 1100
MANUFACTURER: Herman Miller, Inc.
MODEL: Mirra
LOD: 200

LOD 300



Documentation

DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels
WIDTH: 700
DEPTH: 450
HEIGHT: 1100
MANUFACTURER: Herman Miller, Inc.
MODEL: Mirra
LOD: 300

LOD 400



Construction

DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels
WIDTH: 685
DEPTH: 430
HEIGHT: 1085
MANUFACTURER: Herman Miller, Inc
MODEL: Mirra
LOD: 400

LOD 500



Facilities Management

DESCRIPTION: Office Chair Arms, Wheels
WIDTH: 685
DEPTH: 430
HEIGHT: 1085
MANUFACTURER: Herman Miller, Inc
MODEL: Mirra
PURCHASE DATE: 01/02/2013

practicalBIM.net © 2013

Figura 11: Level of Development (Nivel de Desarrollo). Fuente: practicalBIM.net (2013)

Determinación de los Niveles de Desarrollo

La clasificación numeral de los LOD se desarrollan inicialmente en el documento E-202 del año 2008 por el AIA (American Institute of Architects), posteriormente se amplía su definición en el año 2013 mediante el documento G202, también del AIA, hasta la última definición popularmente admitida de Diciembre del 2014 elaborada en el BIMForum, con permisos para estar basados en las anteriores e incluyendo nuevos detalles. (Javier Alonso Madrid).

LOD en España

En España estos niveles de desarrollo aún no están estandarizados, pero se pretende crear un documento por parte de una iniciativa llamada uBIM, nacida en EUBIM 2013 (encuentro de usuarios BIM), que sirva como referente para todos los usuarios de BIM en español.

Clasificación de LOD

A continuación veremos las diferentes nomenclaturas y propiedades de los niveles de LOD establecidas, en el documento anteriormente nombrado, por el AIA en el año 2008. Fuente: Impacto de BIM en el proceso constructivo español (Begoña Fuentes, 2014).

- *LOD 100: Es un diseño meramente conceptual. El modelo aportará una visión general. Básicamente su área, altura, volumen, localización y orientación. El AIA autoriza su uso para consideraciones del rendimiento general del edificio donde solo sea necesario su volumen, cálculo de costes basados en superficie total o técnicas similares de aproximación y una programación estimada de tiempo de ejecución global.*
- *LOD 200: Aporta una visión general con magnitudes. Los elementos del modelo son sistemas o montajes genéricos, con cantidades aproximadas de tamaño, forma, localización y orientación. También se puede adicionar información no geométrica. La utilización de su información será igual que el nivel 100 salvo que en la programación temporal se puede realizar una división en los capítulos más importantes que componen el edificio.*
- *LOD 300: Aporta información y geometría precisa, pendiente de algún detalle constructivo no completo. Este nivel de información permite generar los documentos convencionales que componen un proyecto, toda su justificación técnica normativa, el presupuesto estimado de ejecución material y la programación inicial por unidades de obra.*

- **LOD 400:** *Contiene el detalle necesario para la fabricación o construcción y el nivel de mediciones es exacto. Además de la información incluida en los anteriores niveles de desarrollo, en este nivel debe aparecer explícitamente toda la información necesaria sobre la fabricación, montaje, ensamblaje y detalles necesarios para la construcción del edificio. La información que contienen cada uno de los elementos del modelo se consideran representaciones virtuales de la realidad que va a ser construida. El presupuesto y programación temporal han reducido el grado de incertidumbre al máximo dada la exactitud y calidad de la información contenida.*
- **LOD 500:** *El último nivel de desarrollo representa el proyecto "as-built" (ya construido). Son las condiciones conforme a obra. El modelo es adecuado para el mantenimiento y explotación del edificio. Es el nivel de modelo que se facilitará al FM para la fase de explotación del edificio.*

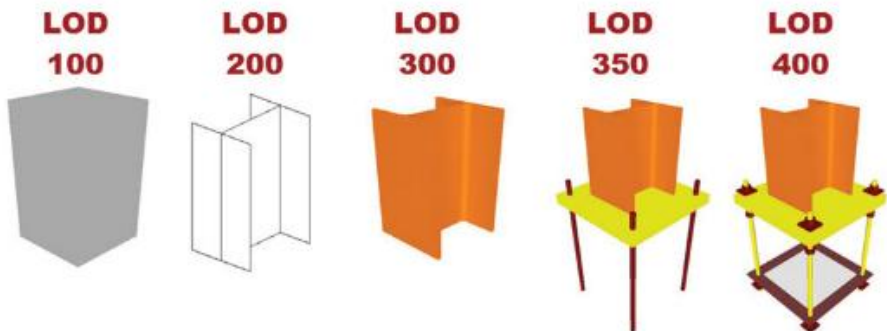


Figura 12: Niveles LOD. Fuente: <http://www.structuremag.org/?p=558>

Adecuación de niveles LOD a España

Como hemos visto anteriormente los niveles de desarrollo establecidos por el AIA no están estandarizados en España, por ello quería hacer una comparativa con las fases de proyecto a las que correspondería cada nivel LOD.

- **LOD 100:** este nivel correspondería a una fase temprana del diseño del proyecto donde solamente se definirían formas básicas, sistemas constructivos generales y se daría una aproximación económica, es decir, hacernos una idea básica del proyecto por lo que estaríamos hablando de un **Anteproyecto**.
- **LOD 200:** en este nivel empezamos a definir con mayor precisión la geometría del proyecto y los usos de los espacios por lo que se nos permite realizar un presupuesto más aproximado. Estaríamos hablando de un **Proyecto Básico**.
- **LOD 300 y 400:** estos niveles los podemos unir porque ambos entrarían dentro de lo que denominamos **Proyecto de Ejecución**. El LOD 400 correspondería a la última fase del proyecto donde todo queda definido (sistemas, materiales, instalaciones, etc.) para proceder a la construcción del mismo y donde la valoración económica es mucho más exacta. El LOD 300 podríamos decir que es un paso intermedio en el cual aún no se han incluido las instalaciones y que se emplea para que los calculistas de estructuras hagan su trabajo.

- **LOD 500:** este nivel es equiparable a los **Planos As-Built**, es decir, la documentación en la que se refleja lo realmente ejecutado al final de la fase de construcción.

Está correspondencia que he realizado es solamente para entender un poco mejor los niveles LOD, no tiene ninguna validez oficialmente.

6 Usos de BIM

BIM es una metodología de trabajo en la que se utiliza un modelo único tridimensional (3D), el cual tiene asociado una base de datos con toda la información relevante al proyecto. Pero BIM no solo se queda ahí, sino que se le pueden ir añadiendo diferentes usos para completar el valor de BIM.

- BIM 4D: en este uso se hace referencia al tiempo. Podemos realizar una planificación de la ejecución del proyecto, así como simulaciones que nos permiten tener una coordinación dinámica de la obra, es decir, nos permite antepoernos y dar solución a conflictos espaciales y de espacios de trabajo. Esto nos permite aumentar la productividad y así cumplir con los plazos previstos.
- BIM 5D: en este uso se hace referencia al área de costes. Los modelos BIM son utilizados para la generación de presupuestos, estudios de viabilidad económica y sobre todo para llevar un mayor control de costes durante la ejecución, lo que nos permite mejorar la rentabilidad del proyecto.
- BIM 6D: hace referencia a la sostenibilidad del edificio. Este uso nos ayudará a realizar análisis y simulaciones de comportamientos energéticos, en función de los materiales, sistemas constructivos e instalaciones empleados. Esto nos permitirá reducir considerablemente el consumo de energía

del proyecto, respetando mucho más el medioambiente, por eso esta dimensión también es conocida como GreenBIM.

- **BIM 7D:** este uso es denominado Facility Management. Una vez se ha terminado la construcción del edificio se genera un documento as-built (LOD 500) del proyecto tal y como se ha construido, y con el cual podemos gestionar su mantenimiento a lo largo de su ciclo de vida, así como realizar reparaciones de manera más efectiva, lo que supone una gran ventaja para los futuros propietarios.

Como podemos ver al modelo BIM se le puede asociar cualquier tipo de información por eso no podemos descartar la opción de que aparezcan nuevos usos como por ejemplo de la que ya se empieza hablar y que hace referencia a la Seguridad y Salud (BIM 8D).



Figura 13: Dimensiones BIM. Fuente:

<https://antoniofloresarquitectura.wordpress.com/2015/07/15/las-dimensiones-del-bim/>

7 Uso

BIM a nivel Internacional

La situación del BIM en el mundo ha ido evolucionando exponencialmente, con un crecimiento de la participación económica de países como EE.UU., Canadá, Reino Unido, Alemania o Francia, que ya apuestan por integrar el BIM en su estrategia dentro del sector. Se estima que para 2020, el mercado BIM crecerá hasta un 12% en Norte América, 13% en Europa y Asia, y 11% en el resto del mundo según un estudio de mercado. (Autodesk, 2016).

El empleo de la metodología BIM se impulsa ya sea a nivel legislativo por el estado o por iniciativas de la propia industria del país. Algunos de los países a nivel mundial que podemos destacar por ser pioneros en el uso de la metodología BIM son:

- Estados Unidos: desde 2007, BIM es obligatorio en todos los proyectos del gobierno. Además el cuerpo de ingenieros del ejército de EE.UU. lo emplean para todos sus proyectos.
- Canadá: para el diseño, construcción y gestión de todos los proyectos canadienses, el Institute for BIM de Canadá es el encargado de dirigir y facilitar el empleo de BIM.
- Australia: es uno de los países donde el BIM está en proceso de implantación por lo que desde el gobierno se está incentivando a las empresas del sector a su uso. La Ópera de Sídney es uno de los principales ejemplos de la gestión con BIM.

- Singapur: desde 2008 es uno de los pioneros en desarrollar proyectos en BIM y desde 2015 su uso es obligatorio para proyectos del sector público.
- Corea del Sur: desde 2016 es obligatorio el uso de BIM para proyectos públicos o de más de 50M \$. Y es el país donde se celebró la primera conferencia BIM del mundo.
- China: es uno de los pocos países que ha implantado el estudio de BIM en las universidades, como por ejemplo en la universidad de Tsinghua, y en el que ya existe un estándar nacional unificado para su uso.
- Irán: en este país se ha creado la Iran Building Information Modeling Association (IBIMA) que se encarga de compartir con la industria de la construcción toda la información y los conocimientos que ayudan a una posterior toma de decisiones.



BIM a nivel Europeo

El Parlamento Europeo emitió una directiva en 2014 por la cual instaba a los 28 países miembro de la Unión a implementar la metodología BIM en todos aquellos proyectos constructivos de financiación pública.

En Europa podemos diferenciar tres zonas en función del nivel de uso de BIM:

- En los países del norte de Europa es donde hay una mayor implantación de uso de la metodología dentro de la industria de la construcción. Entre los cuales podemos destacar a Finlandia que desde 2007 es obligatorio que cualquier proyecto gubernamental sea entregado en archivos IFC, es decir, empleando BIM. También tenemos que hacer referencia a Suecia y Noruega cuyo nivel de desarrollo en BIM es tan alto que se está empezando a implementar desde las universidades. Y por último señalar que en Dinamarca todo proyecto público cuyo presupuesto sea superior a 1M \$ están obligados a emplear BIM.
- En el centro y este de Europa la utilización de BIM difiere mucho en función de los países, destacando entre ellos Reino Unido que está implantando BIM de manera progresiva. En Francia y Alemania existen diferentes organizaciones, Plan Transition Numérique dans le Bâtiment y el Planen Bauen 4.0 respectivamente, que son las encargadas de desarrollar la metodología BIM.

- En los países del sur de Europa a diferencia con el resto su implantación va muy atrasada ya que solamente avanza por iniciativa privada de las empresas.

BIM en España

España en uno de los países con un importante atraso (8-10 años) en la implantación de la metodología BIM. Pero a día de hoy ya se ve un cambio inevitable de CAD a BIM.

Dentro de España, BIM está más desarrollado en las comunidades autónomas como Madrid, Cataluña y Comunidad Valenciana, ya que existen iniciativas privadas para potenciar el intercambio de información. Algunas de estas iniciativas privadas son el Grupo de Usuarios Revit de Valencia (GURV), y el manifiesto BIMCAT firmado en Barcelona el 13 de Febrero de 2015 por parte del colegio de aparejadores de Barcelona, Bim Academy, la Generalitat de Cataluña y el Ayuntamiento de Barcelona con el que se espera implantar progresivamente BIM en todo el sector de la construcción.

A nivel general, España se ha puesto las pilas y en agosto de 2015 el Ministerio de Fomento creaba la "Comisión BIM" la cual establece una hoja de ruta que convertirá el uso de BIM en obligatorio para toda licitación pública en dos fases: 17 de diciembre de 2018 en el caso de Licitaciones Públicas de Edificación, ampliándose el 26 de julio de 2019 para Licitaciones Públicas de Infraestructuras. (CICE - La escuela profesional de nuevas tecnologías).

Capítulo 2.

Metodología

1 Presentación del proyecto

Introducción

Se trata de una vivienda unifamiliar entre medianeras que se organiza de forma racional y sencilla en base a esquemas requeridos por el cliente y adaptándose a la geometría y topografía del solar. El solar objeto de proyecto se encuentra calificado dentro de la Ordenanza 1ª, Casco Histórico según el P.G.O.U. de Almansa por lo que es afectado por el Plan Especial de Conservación y Mejora del Conjunto Histórico de Almansa.

Situación y Emplazamiento

La vivienda unifamiliar estará situada en la plaza Santa María nº 11 de Almansa (Albacete). Esta plaza pertenece al Casco Histórico de Almansa.

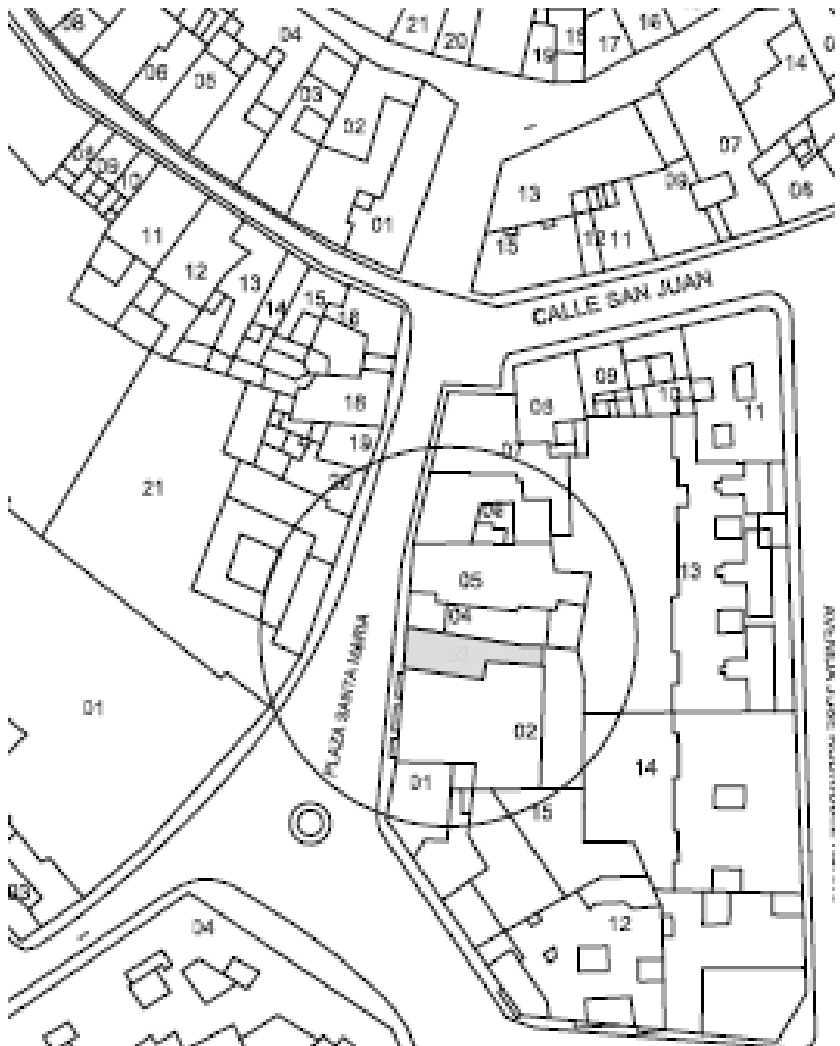


Figura 15: Plano situación. 2017. Fuente: Proyecto Vivienda Unifamiliar situada en plaza Santa María nº 11 de Almansa (Albacete)

Forma

La superficie delimitada claramente por solares urbanos y señalada como disponible dentro del solar es de 98,29 m². La parcela donde se ubicará el edificio tiene forma irregular con una dimensión de fachada de 6,40 metros y un fondo de 20,54 metros.

Acceso

El acceso se produce por la única fachada del solar, coincidente con la fachada oeste, comunicando el espacio público (acera y acceso rodado) con los espacios privados de la vivienda.

Estudio de la vivienda

La vivienda unifamiliar está constituida por tres plantas y bajo cubierta sobre rasante y una planta más bajo rasante. A continuación veremos el uso que cada una de las plantas tiene destinado.

Bajo Rasante

- Planta Sótano constituida por una bodega y un trastero.

Sobre Rasante

- Planta Baja, destinada principalmente al acceso de la vivienda (peatonal y rodado) y almacenaje ya que la vivienda está en planta primera y segunda para que dispongan de las condiciones de salubridad, ventilación e iluminación necesarias, por lo que esta planta solamente este constituida por el acceso, garaje, trastero y aseo.

- Planta Primera, constituida por cocina con salida al patio interior, baño y salón-estar.
- Planta Segunda, constituida por tres dormitorios y un baño.
- Planta Bajo Cubierta, constituida por una cámara-buhardilla con salida a una terraza.



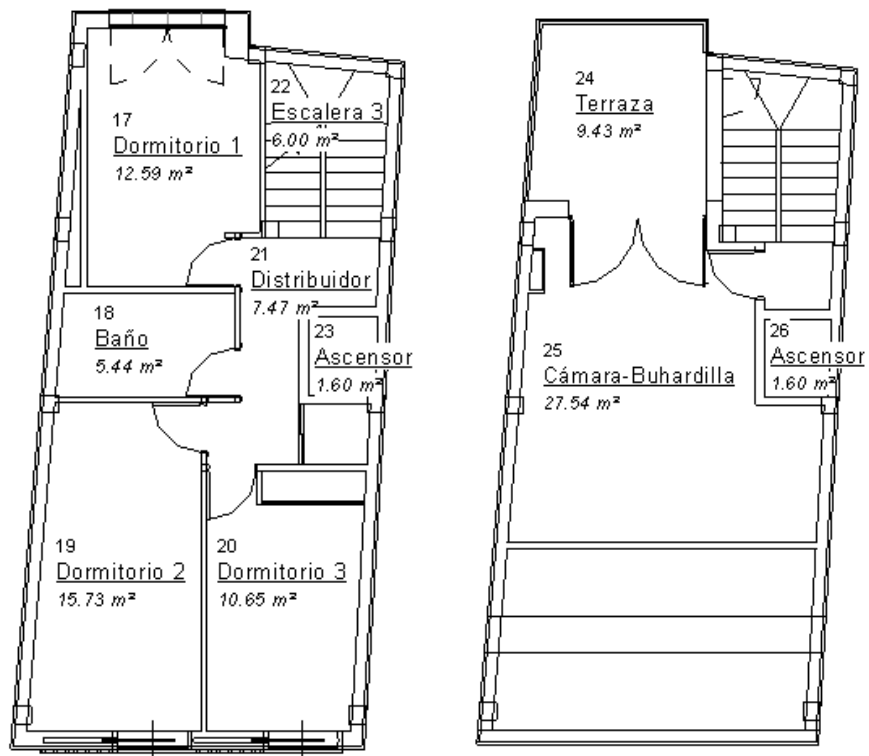


Figura 16: Planos planta vivienda. Fuente: Elaboración propia con software Revit 2017

	Dependencia	Sup. Útil		Sup. Construida	
PLANTA SOTANO					
	Bodega	56,58	m2	98,29	m2
	Trastero	18,93			
	Ascensor	1,25	m2		
	SUBTOTAL	76,76		98,29	
PLANTA BAJA					
	GARAJE	24,55	m2	28,81	m2
	Trastero 2 y aseo	34,12	m2	41,01	m2
	VIVIENDA				
	Acceso	2,28	m2	28,47	m2
	Hall de acceso	8,40	m2		
	distribuidor	3,57	m2		
	Escalera 1	5,80	m2		
	Ascensor	1,25	m2		
	SUBTOTAL	79,97			
PLANTA PRIMERA					
	Distribuidor	3,57	m2	73,8	m2
	Escalera 2	6,08	m2		
	Ascensor	1,25	m2		
	Baño 1	5,45	m2		
	Cocina	15,27	m2		
	Salón-estar	29,20	m2		
	SUBTOTAL	60,82		73,8	
PLANTA SEGUNDA					
	Distribuidor	9,73	m2	73,8	m2
	Escalera 3	6,08	m2		
	Ascensor	1,25	m2		
	Dormitorio 1	13,50			
	Dormitorio 2	15,65			
	Dormitorio 3	11,81			
	Baño 2	5,44	m2		
	SUBTOTAL	63,46		73,80	
PLANTA BAJO CUBIERTA					
	Ascensor	1,25	m2	35,56	
	Cámara	26,16	m2		
	SUBTOTAL	27,41		35,56	
TOTAL SUPERFICIE UTIL				308,42	m2
TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA				379,74	m2

Figura 17: Tabla superficies útiles y construidas. Fuente: Proyecto Vivienda Unifamiliar situada en plaza Santa María nº 11 de Almansa (Albacete)

2 Memoria constructiva

En este apartado, se definirán las soluciones constructivas, materiales, colores y acabados empleados del proyecto a estudiar, que son los propios de la Arquitectura Popular de la zona, enriquecida con los materiales y soluciones que se practican actualmente.

Características del suelo

El solar se encuentra edificado, debiéndose proceder al derribo de la vivienda actual para la construcción de la definida en el presente proyecto de ejecución.

Sistema estructural

- **Cimentación:** se realizará mediante una losa armada, según las especificaciones relativas a materiales y dimensiones detalladas en la correspondiente documentación gráfica (Anexo). La losa apoyara en el nivel II Arcillas marrones, es decir, la cota de apoyo de la losa de cimentación es de -3,55 m.
- **Estructura portante:** el tipo estructural proyectado será de muros de contención de hormigón armado en sótano y pilares de hormigón armado y vigas del mismo material, con forjados solidarios mediante encadenados resistentes a la tracción, a la flexión y al cortante (normalmente de hormigón armado), y monolíticos, sea a partir de una losa de hormigón in situ o de otro procedimiento que tenga los mismos efectos.

- Estructura horizontal: la estructura horizontal se ha resuelto mediante forjados unidireccionales de viguetas armadas de canto 25+5 cm, con un intereje de 70 cm, y bovedillas de hormigón aligerado. En planta cubierta se ejecuta un forjado inclinado con las mismas características que los forjados planos definidos con anterioridad.

Sistema envolvente

- Cubierta: Existen dos tipos de cubiertas en la edificación a ejecutar:
 - Cubierta plana formada con aislamiento a base de poliestireno extruido de 10 cms de espesor, hormigón de pendientes con arlita, lamina impermeable capa separadora y pavimento a base de gres colocado con mortero en la zona de la terraza sobre planta baja y en la terraza de planta bajo cubierta.
 - Cubierta inclinada ejecutada con forjado inclinado de hormigón armado sobre el que se colocará una capa de mortero de regularización, sobre esta capa se colocará el aislamiento a base de panel rígido de poliestireno extruido de 10cms de espesor, sobre este se colocará otra capa de compresión de 4 cms de hormigón con mallazo y sobre dicha capa de compresión se colocará la teja cerámica árabe.

- Fachadas y medianeras: El cerramiento de la vivienda se proyectan de dos hojas, constituido por: una hoja exterior de 1/2 pie de ladrillo enfoscado exteriormente con mortero maestreado en preparación para recibir el aplacado de piedra caliza blanca en la zona de la fachada principal y doble enfoscado de mortero de cemento con fibra de vidrio fratasado, bruñido y pintado de color blanco en las fachadas interiores, revestido interiormente con mortero de cemento hidrófugo, cámara de aire donde se alojará el aislamiento termoacústico con panel flexible de lana de vidrio PV Acustiver 60 de Isover y hoja interior de tabicón de ladrillo hueco doble. Las medianerías tendrán la misma solución constructiva que las fachadas.
- Muros bajo rasante: los muros de sótano se proyectan mediante muros de hormigón hidrófugo armado de 30 cms de espesor.
- Suelos: Los espacios habitables sobre rasante, al tratarse de una vivienda de tres plantas están formados por los forjados ya descritos y un acabado de gres porcelánico recibido con mortero de cemento sobre cama de arena. En el sótano se utilizará la misma solución si bien el pavimento se colocará sobre la losa de cimentación. Sobre el forjado de planta baja y sobre la losa de sótano, para un correcto aislamiento respecto del terreno el primero y del sótano el segundo, se dispondrá una plancha de 4cm de espesor de poliestireno extruido.

- Carpintería exterior: Para los huecos se utilizarán carpinterías de aluminio lacado, con doble acristalamiento 5+12+5 mm con la luna exterior de baja emisividad. Porcentaje de huecos < 20%. En el faldón trasero de la cubierta de la vivienda se colocarán dos ventanas tipo Velux o similar para permitir la iluminación y ventilación de la cámara y la zona de escaleras de la vivienda.

Sistema de compartimentación

- Particiones interiores: las particiones se realizarán con tabicón de ladrillo hueco doble.
- Carpintería interior: La carpintería interior será en general de madera de DM lacada en blanco y de madera maciza chapada en haya vaporizada, con puertas de paso lisas, guarniciones y sobremarcos de la misma madera, sobre premarco de pino.

Acabados

- Revestimientos exteriores: Parte de la fachada principal se reviste con piedra caliza blanca de 3cms de espesor fijado con anclaje de tipo oculto.
El resto de paramentos se resolverán mediante un revestimiento a base de doble enfoscado de mortero de cemento fratasado con fibra de vidrio en la mezcla y pintado en blanco.

- **Revestimientos interiores:** Los acabados se han escogido siguiendo criterios de confort y durabilidad. En pavimentos se dispondrá baldosa de gres. Los revestimientos verticales se resuelven con pintura plástica lisa sobre enlucido de yeso en todas las estancias, excepto en los locales húmedos en los que se dispondrá un alicatado cerámico.
Falso techo continuo de placas de cartón yeso en cocinas, baños y distribuidores así donde la dirección facultativa considere necesario por facilitar el paso de instalaciones.

Instalaciones y Equipamiento

No se analizará la parte de instalaciones, ni equipamiento. Si se desea conocer con mayor profundidad se adjuntan la memoria constructiva en el Anexo.

3 Software

Introducción

Dentro de BIM, podemos elegir numerosos software con el que desempeñar el proceso. En este caso el software BIM empleado para el desarrollo de este trabajo final de grado es el de Revit (Autodesk).

Hay que destacar que para poder desarrollar el trabajo, primeramente he tenido que llevar a cabo un proceso de aprendizaje autodidacta del programa Revit, que es una dificultad añadida.

Revit (Autodesk)

Es una herramienta informática de modelado en 3D que permite diseñar elementos constructivos paramétricos.

Revit trabaja de forma bidireccional, es decir, gracias a su motor de cambios paramétricos, cualquier cambio que se produzca en el proyecto, conllevará una actualización instantánea en todos los lugares de este. Dentro de Revit encontramos tres vertientes: Revit Architecture, Revit Structure y Revit MEP (instalaciones).

Capítulo 3.

Caso práctico de vivienda unifamiliar

1 Introducción

En este capítulo se llevara a cabo el estudio y modelización de la vivienda unifamiliar anteriormente descrita, y se hará empleo de la metodología BIM (Building Information Modeling) para la detención de incidencias e incoherencias en el proyecto.

El principal objetivo de este trabajo es realizar una comparativa entre el coste de solventar las incidencias o incoherencias encontradas en fase de diseño a través del uso de la metodología BIM o en fase de ejecución.

2 Flujo de trabajo utilizado para la detección de incidencias en el proyecto

En primer lugar, se realizó un estudio exhaustivo de toda la documentación del proyecto (memoria descriptiva, memoria constructiva, presupuesto y planos) dentro de la fase de estudio y análisis del proyecto.

En segunda lugar, se inició el modelado de la vivienda unifamiliar, que en este caso se empleó el software Autodesk Revit 2017, partiendo de los planos desarrollados con Autodesk AutoCad y empleando toda la información de los diferentes documentos (acabados, sistemas constructivos...) hasta alcanzar un nivel de desarrollo catalogado dentro de la metodología BIM como LOD 300.

A lo largo del proceso de modelado se han ido detectando incidencias e incoherencias entre los diferentes documentos del proyecto, que gracias a BIM y al modelizado 3D son más fáciles de visualizar que con el sistema tradicional de trabajar los proyectos.

3 Clasificación de incidencias

La clasificación se va a realizar en función del nivel de desarrollo en el que se haya encontrado la incidencia (LOD 100, LOD 200 y LOD 300). Una vez realizada esta primera clasificación se llevarán a cabo dos más, la primera de ellas en función de si la incidencia corresponde a la parte de arquitectura, estructura o mezcla ambas del modelo (ARQ, STR o ARQ-STR) y la segunda en función del nivel de gravedad de la incidencia (1, 2 y 3), donde 1 es lo menos grave y 3 lo más grave.

4 Análisis de Incidencias detectadas

En primer lugar se citarán todas las incidencias encontradas en cada uno de los niveles de desarrollo para tener una visión general de todas ellas.

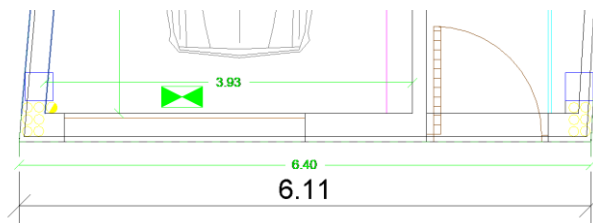
A continuación, se realizarán unas fichas de incidencias donde se expondrán las más relevantes del proyecto. En dichas fichas se procede a describir y localizar las incidencias, así como desarrollar una comparativa del coste que conlleva solventarlas en la fase de diseño, mediante la metodología BIM, o en la fase de ejecución.

LOD 100

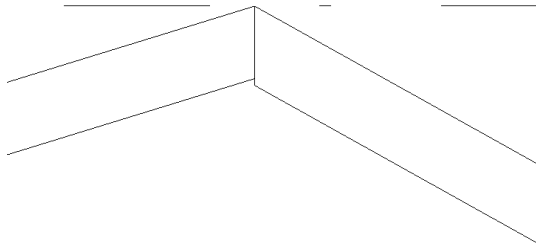
En este primer nivel de desarrollo del modelo se han encontrado diferentes incidencias en el proyecto y que podemos agrupar en 4 grupos:

Geometría: En este grupo destacaremos todas aquellas incidencias que afectan a la geometría de la vivienda.

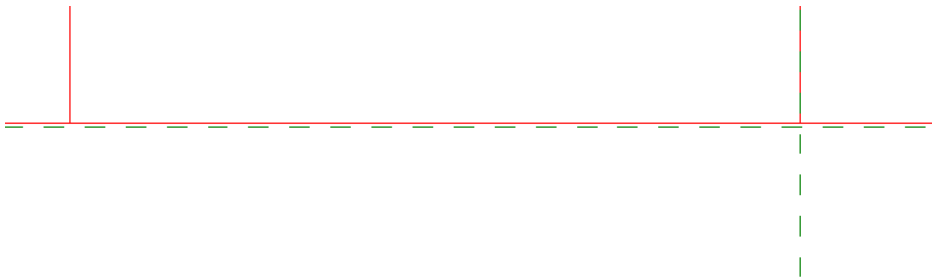
- **Ancho fachada:** Esta incidencia afecta tanto a la arquitectura como a la estructura del modelo de la vivienda por lo que se considera de una gravedad 3. La incidencia consiste en que en la memoria descriptiva y la cota del modelo dicen que el ancho de la fachada es de 6,40 metros pero la medición exacta del plano es de 6,11 metros.



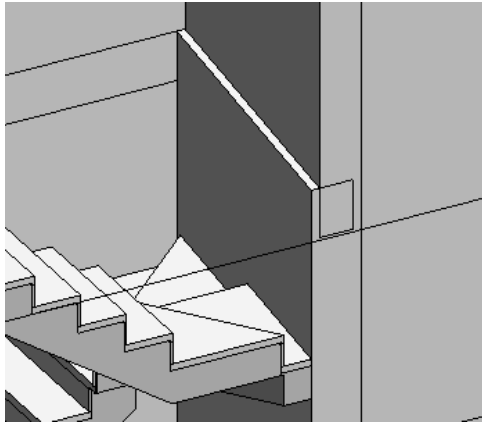
- Cumbre cubierta: Esta incidencia afecta tanto a la arquitectura (cubierta) como a la estructura (forjado inclinado cubierta) del modelo de la vivienda por lo que se considera de una gravedad 3. En dicha incidencia el problema es que ambos faldones son de 30 cm y con diferentes pendientes por lo que en la cumbre no coinciden.



- Alineación hueco escalera: Esta incidencia afecta tanto a la arquitectura (acabado suelo o muros) como a la estructura (forjado y losa de escalera) del modelo pero se trata de un error leve de apenas unos centímetros en el plano por lo que se considera de gravedad 1. La incidencia es que la alineación del hueco de la escalera en la planta baja no coincide. (La línea roja debería de estar encima de la línea verde a rayas).

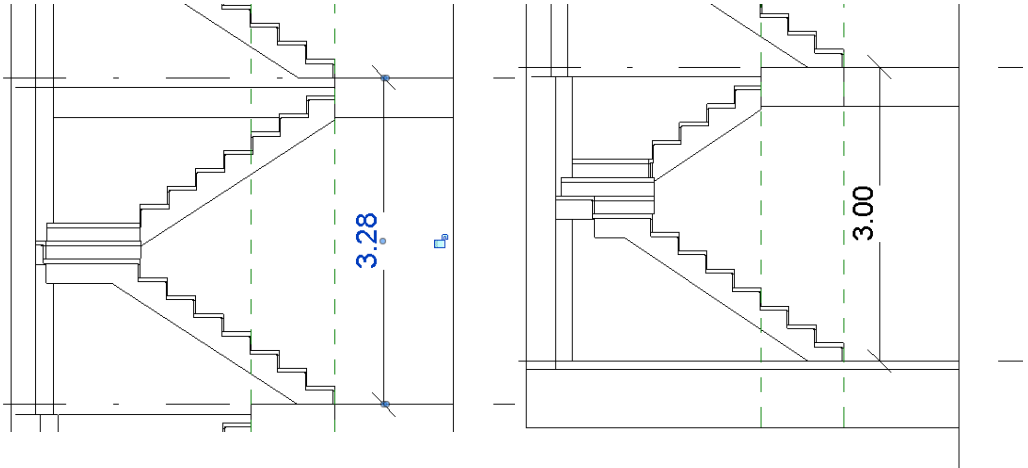


- Alineación muro escalera: Esta incidencia solamente afecta a la parte de arquitectura y consiste en que la alineación del muro de sótano (30cm) y el muro de planta baja (25cm) no coincide. Ha sido clasificada con una gravedad 1 ya que es leve, solamente es un error a nivel visual de la estancia.

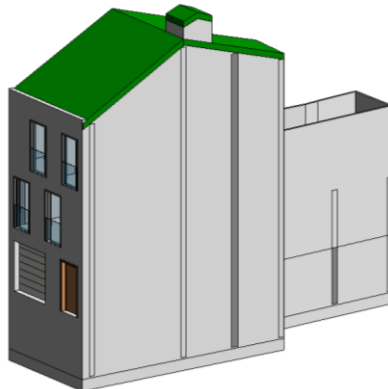


- Replanteo escalera: Esta incidencia solo afecta a la disciplina de arquitectura y no tiene una gran repercusión por lo que es clasificada con una gravedad 1. La incidencia consiste en que la escalera de planta sótano-baja, en el plano de estructura, está formada por 16 escalones de 0,19 metros de contrahuella y una altura a salvar de 3,04 metros pero en plano la altura a salvar es de 3,00 metros por lo que está formada por 16 escalones de 0,1875 metros. El resto de escaleras también sufren el mismo problema pero en este caso en el plano de estructura pone que la altura a salvar son 3,27 metros (18 escalones de 0,172

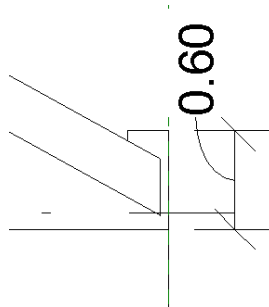
metros, que da 3,096 metros a salvar) y en los planos la altura a salvar es de 3,28 metros (18 escalones de 0,1820 metros).



- Pilares estructurales: Esta incidencia engloba las disciplinas de arquitectura y estructura pero no es de gravedad por lo que se ha clasificado con el rango 1. La incidencia consiste en que la alineación de los pilares estructurales no coincide con la de los muros medianeros por lo que se sobresalen hacia el exterior.

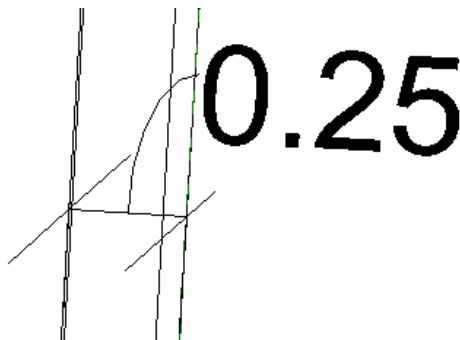


- **Altura peto fachada:** La incidencia afecta solamente a la disciplina de arquitectura y cuya gravedad es de 1. El peto de fachada en el presupuesto tiene una altura de 0,40 metros pero en los planos dicha altura asciende hasta los 0,5976 metros.

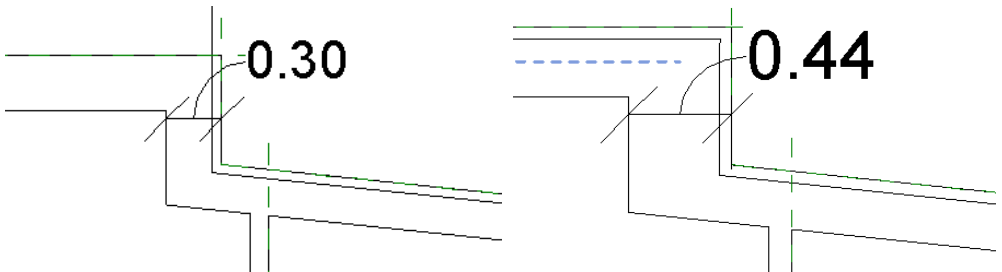


Sección muros: En este grupo destacaremos todas aquellas incidencias que afectan a la sección de los muros de la vivienda.

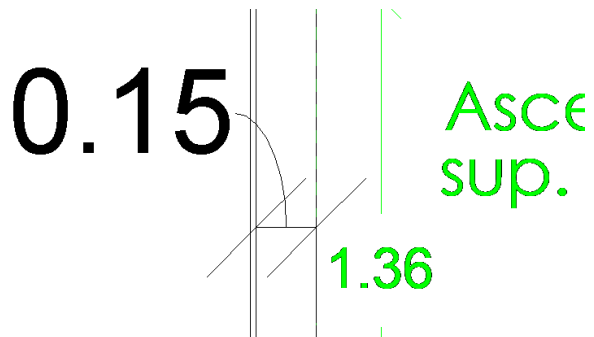
- **Sección muro:** La incidencia afecta a la disciplina de arquitectura y es muy leve por lo que está clasificada con una gravedad 1. La incidencia consiste en que los muros de la medianera derecha son de 25 centímetros y en el plano la sección es algo menos de 25 centímetros. (En la parte de la izquierda se puede observar una doble línea más interior que es la del plano).



- Incoherencia sección muro: La incidencia afecta a la disciplina de arquitectura y está clasificada con una gravedad 2. La incidencia consiste en que un muro de planta primera y segunda en los planos de tipo de muros está marcado como que es de 25 centímetros pero en los planos dicho muro en planta primera es de 30 centímetros y en planta segunda el mismo muro es de 44 centímetros por lo que todo esto ocasionara un problema a la hora de definir la sección constructiva del muro.

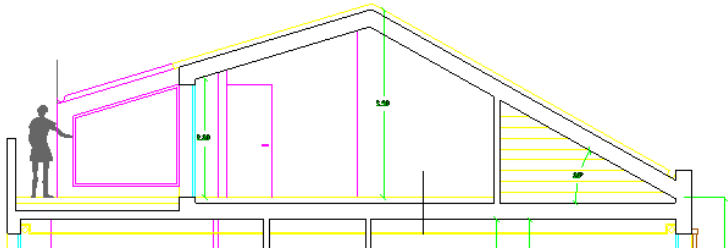


- Sección muro ascensor: La incidencia afecta solamente a la disciplina de arquitectura y está clasificada con una gravedad de 1. La incidencia consiste en que el muro del ascensor de planta primera es de 15 centímetros y en el plano esta dimensión es superior.

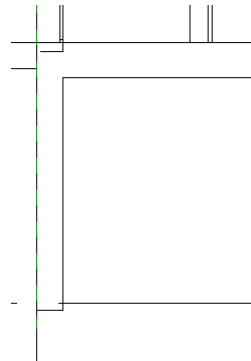


Elementos que faltan en la vivienda: En este grupo destacaremos todas aquellas incidencias que consisten en la falta de elementos constructivos de la vivienda.

- Casetón ascensor: La incidencia afecta tanto a la disciplina de arquitectura (faltan muros y cubierta) como a la de estructura (faltan vigas y forjado) por lo que está clasificada con una gravedad 3. La incidencia consiste en que falta el casetón del ascensor donde se alberga el motor del ascensor.

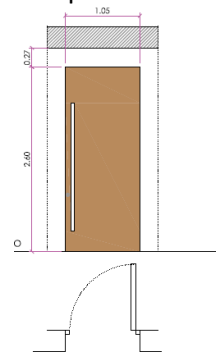
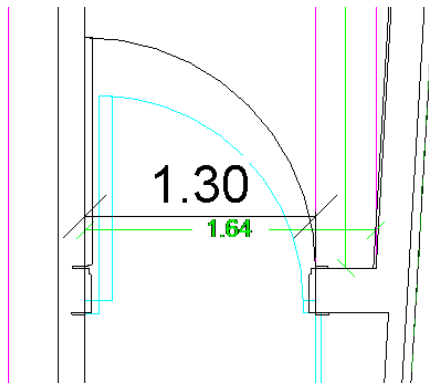


- Falso techo planta sótano: La incidencia afecta solamente a la disciplina de arquitectura y su nivel de gravedad es 3. La incidencia consiste en que en el sótano hay presupuestado un falso techo continuo pero que en los planos no aparece reflejado. Con la colocación del falso techo la altura libre de la planta bajaría hasta 2,324 metros.



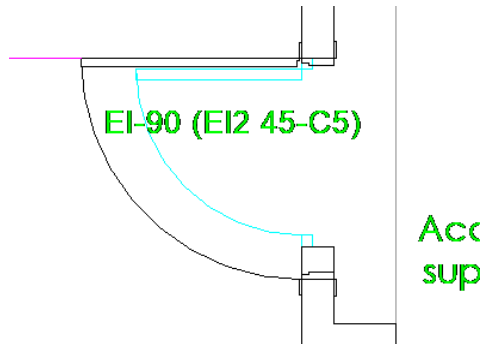
Puertas y ventanas: En este grupo destacaremos todas aquellas incidencias que afectan a las puertas y ventanas de la vivienda.

- Puerta entrada vivienda: La incidencia afecta solamente a la disciplina de arquitectura y su nivel de gravedad es 3. La puerta en el plano es de 1,30 metros de ancho, en el plano de carpintería y en el presupuesto es de 1,05 metros de ancho y además en el plano cambia la dirección de apertura de la puerta que se marca en el plano de puertas.

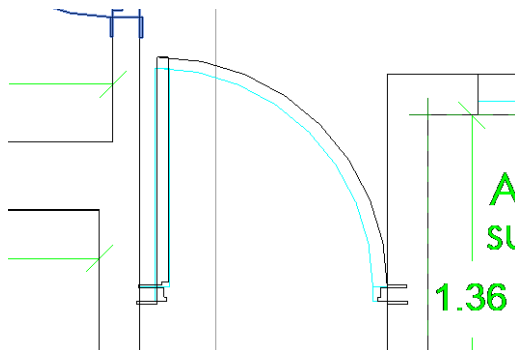


P-01
1 uds.
1 HOJAS ABATIBLE BLINDADA
TIPO JANSEN CHAPA DE ACERO
LACADA EN OXICOBRE
POMO VERTICAL ACERO INOX
(situación: planta baja)

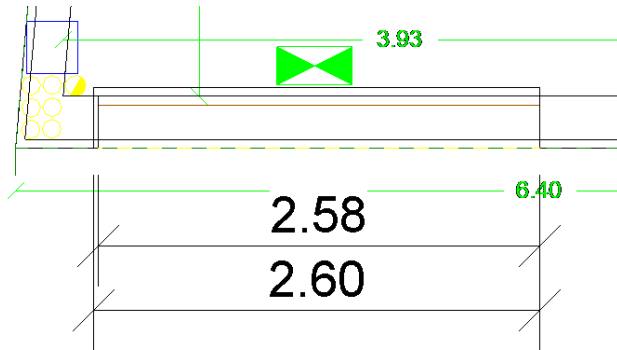
- Puerta garaje – casa: La incidencia afecta solamente a la disciplina de arquitectura y su nivel de gravedad es 3. La puerta en el plano es de 0,85 metros de ancho, en el plano de carpintería y en el presupuesto es de 1,00 metro de ancho.



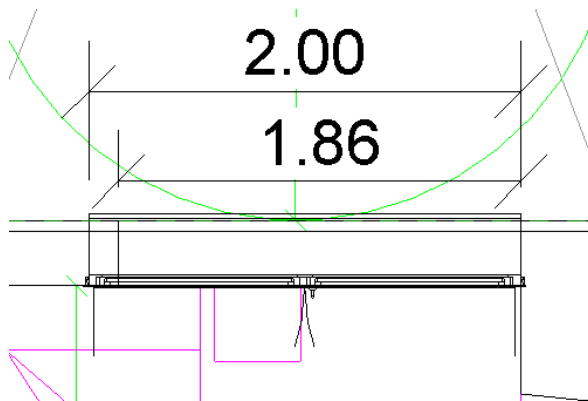
- P-05 Planta Baja: La incidencia afecta solamente a la disciplina de arquitectura y su nivel de gravedad es 3. La puerta en el plano es de 0,90 metros de ancho, en el plano de carpintería es de 0,85 metros y en el presupuesto no aparecen las dimensiones de la puerta.



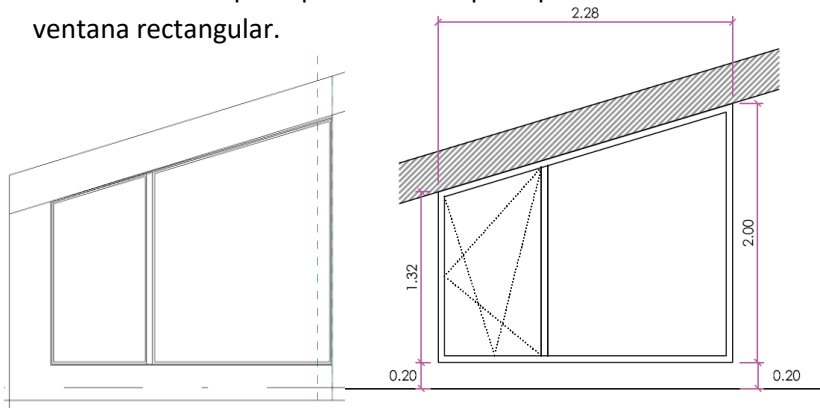
- Puerta garaje: La incidencia afecta solamente a la disciplina de arquitectura y su nivel de gravedad es 3. La puerta en el plano es de 2,58 metros de ancho, en el plano de carpintería y en el presupuesto es de 2,60 metros de ancho.



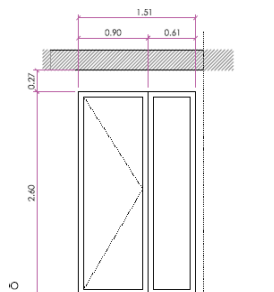
- Ventana V-02: La incidencia afecta solamente a la disciplina de arquitectura y su nivel de gravedad es 3. La ventana en el plano es de 1,86 metros de ancho, en el plano de carpintería y en el presupuesto es de 2,00 metros de ancho.



- Ventana V-03: La incidencia afecta solamente a la disciplina de arquitectura y su nivel de gravedad es 3. En esta ventana, en planta sí que corresponden las dimensiones del plano con el plano de carpintería pero es una ventana con forma peculiar y la pendiente de uno de los lados de la carpintería no coincide con la cubierta como se representa en el plano de carpintería y además en el presupuesto está presupuestada como una ventana rectangular.



- Ventana PV-03: La incidencia afecta solamente a la disciplina de arquitectura y su nivel de gravedad es 2. Esta ventana está presupuestada y aparece en el plano de carpintería pero no está situada en ningún plano del proyecto.



PV-03

1 uds.

2 HOJAS ABATIBLE+FIJO

CARPINTERÍA THECNAL UNICITY

ALUMINIO LACADA GRIS SEGÚN DF

ACRISTALAMIENTO CLIMALIT

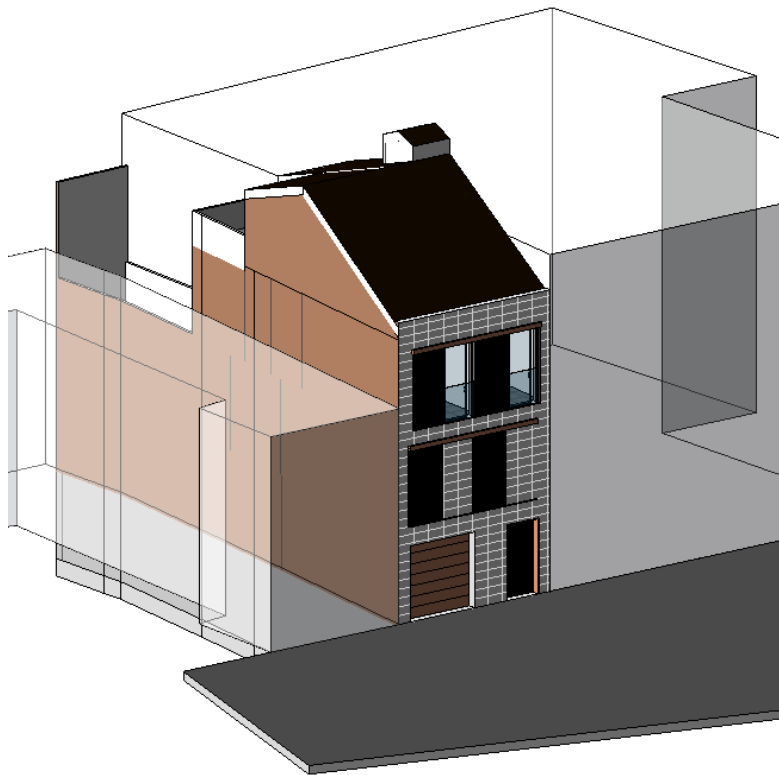
VIDRIO TRANSPARENTE

SIN persiana

(situación: planta baja)

LOD 200

En el segundo nivel de desarrollo que consiste en la aplicación de pinturas al modelo para darle la apariencia de revestimientos que tendrá finalmente la vivienda, la principal incidencia que se ha encontrado ha sido que no existen revestimientos en las medianeras que sobresalen por encima de la medianera de la vivienda colindante. Es una incidencia que solo afecta a la disciplina de arquitectura y se clasifica con una gravedad 2.



LOD 300

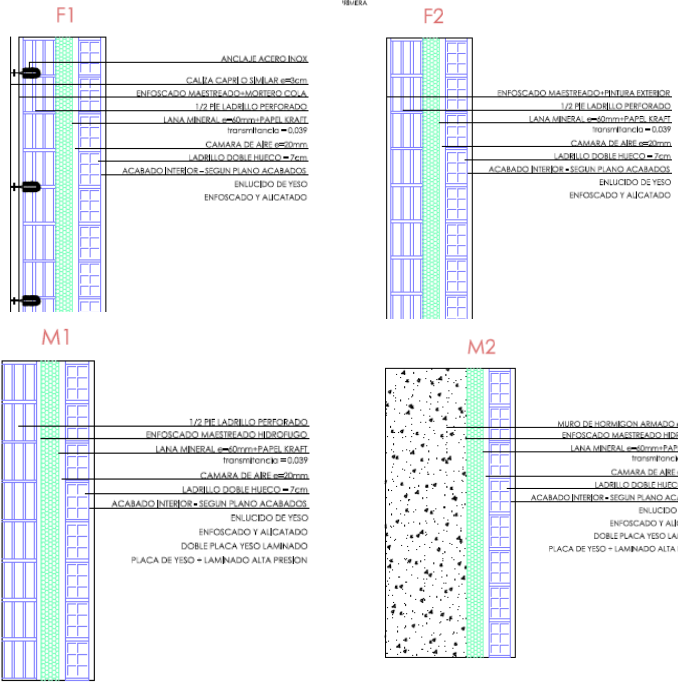
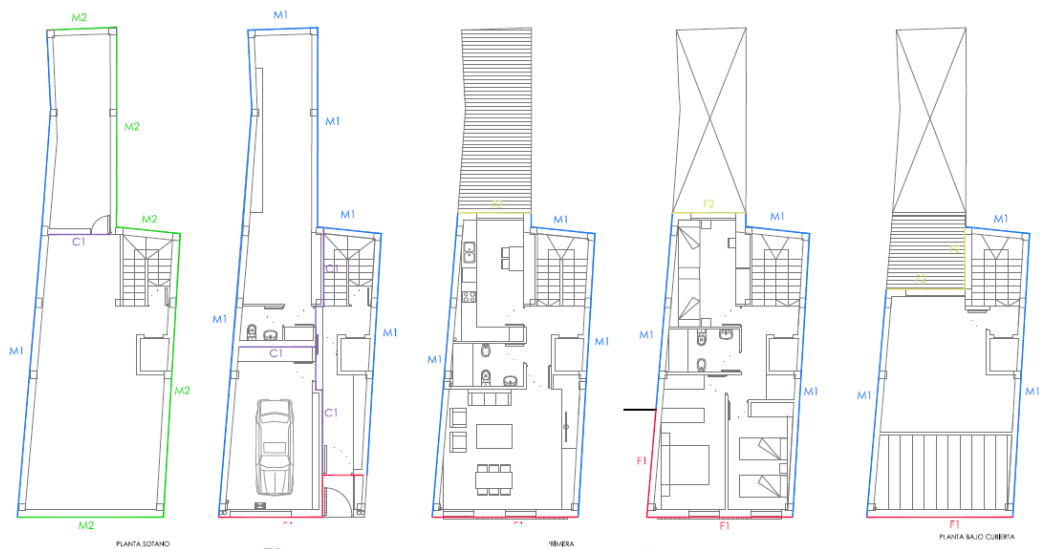
En este nivel de desarrollo se empieza a incorporar los sistemas constructivos de la vivienda y son numerosas las incidencias que se encuentran.

- Sección muros: A la hora de aplicar los sistemas constructivos en los muros surgen muchas discrepancias entre los planos de muros y los planos de planta de la vivienda. Estas incidencias solo afectan a la disciplina de arquitectura y se clasifica con una gravedad 3.

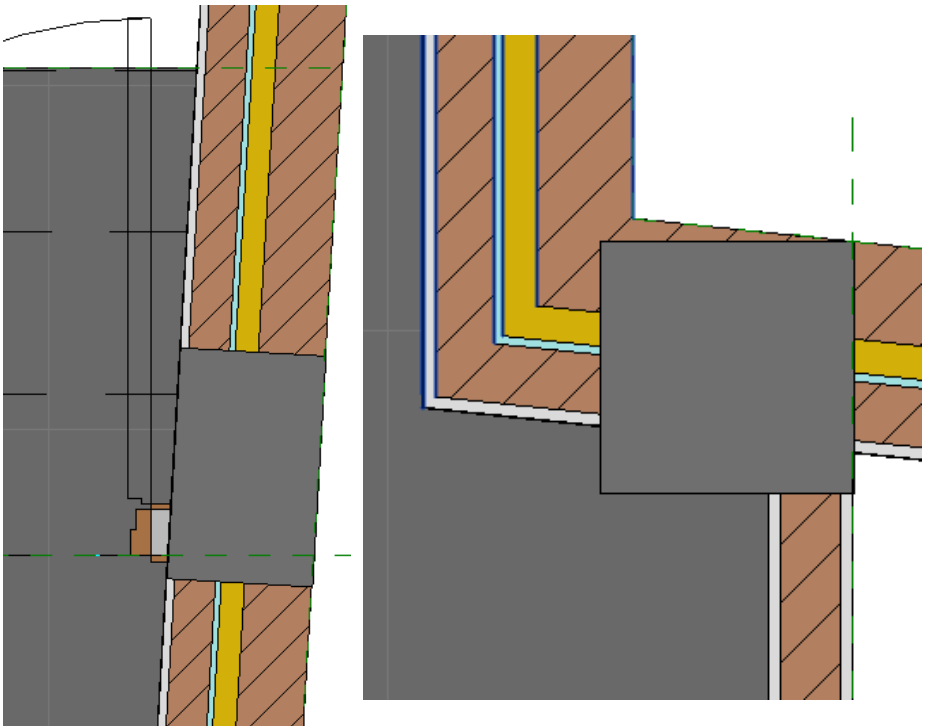
	SECCIÓN MUROS	
	PLANO MUROS	PLANO PLANTA
M1	29,5 cm	25 cm*
M2	48 cm	30 cm
F1	32,5 cm	30 cm
F2	29,5 cm	30 cm

(*) Hay un muro M1 que en planta primera es de 30 cm y otro que en planta segunda es de 44 cm.

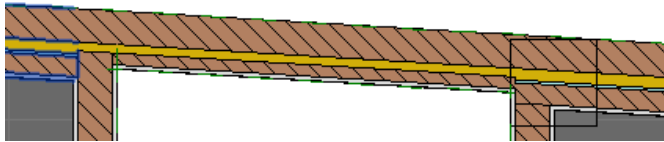
Se ha optado por tomar la sección de los planos de planta y se ha tenido que adaptar las soluciones constructivas a dicha sección, normalmente jugando con la sección de los tabiques de ladrillo o la cámara de aire ya que el aislamiento y los revestimientos se han conservado su sección.



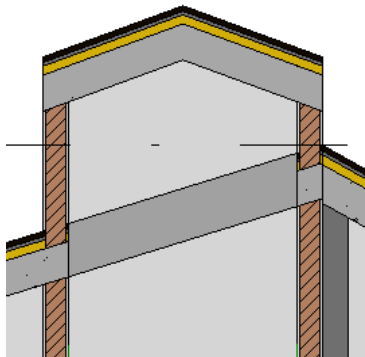
- Revestimientos y aislamientos: Una de las incidencias más destacadas en este nivel de desarrollo del modelo es la falta de continuidad de los revestimientos y los aislamientos cuando el muro se encuentra con un pilar. Estas incidencias afectan solamente a la disciplina de arquitectura y se clasifican con una gravedad 3.



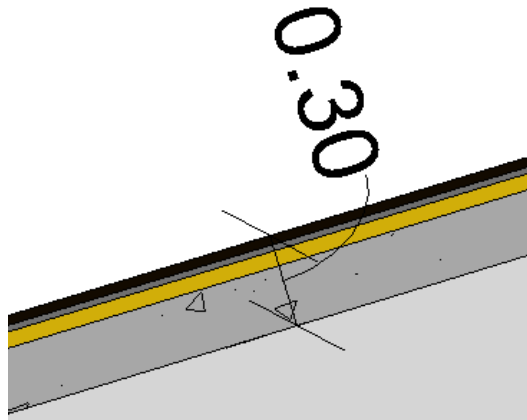
- Medianera ascensor: Más que una incidencia es un punto a tener en cuenta durante la ejecución de la vivienda porque se puede cometer un error fácilmente ya que la medianera pasa de 25 centímetros a 20 centímetros en la parte del ascensor, donde se utilizan otras secciones de material. La incidencia afecta solamente a la disciplina de arquitectura y está clasificada con una gravedad 1.



- Casetón ascensor: La incidencia afecta tanto a la disciplina de arquitectura como a la de estructura y está clasificada con una gravedad 3. La incidencia consiste en la falta del casetón de ascensor por lo que durante la ejecución de la vivienda nos encontramos con que hay que hacer un forjado más donde albergar el motor del ascensor y los muros para recubrirlo.

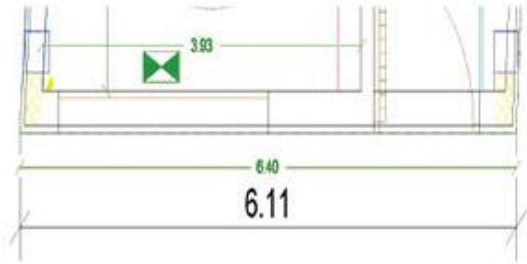


- Sección cubierta: La incidencia afecta a las disciplinas de arquitectura y estructura y está clasificada con una gravedad 3. La incidencia consiste en que en el presupuesto se da una solución constructiva con una sección de 47 centímetros (forjado + cubierta) pero en los planos la sección es de 30 centímetros (forjado + cubierta).



PD: Todas las figuras insertadas en este último apartado de análisis de incidencias detectadas son de elaboración propia y han sido extraídas del modelo realizado en Revit 2017.

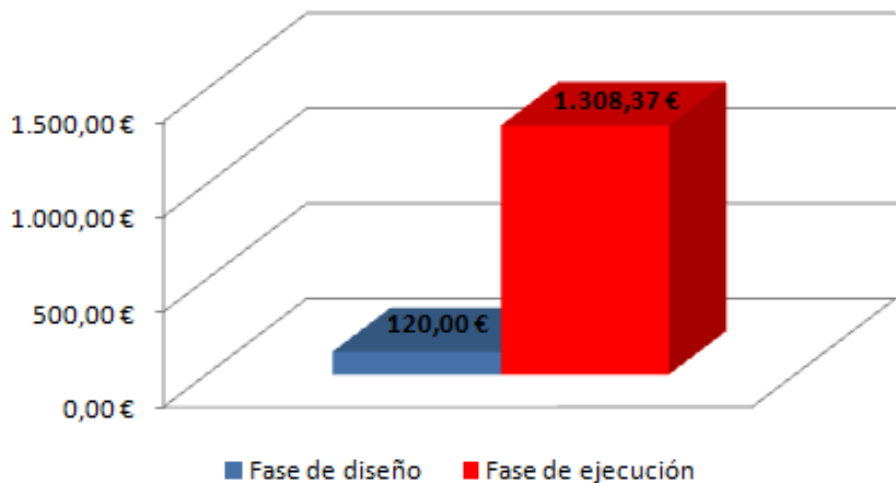
A continuación, se procede a realizar de las incidencias más relevantes una ficha de comparación de costes de fases.

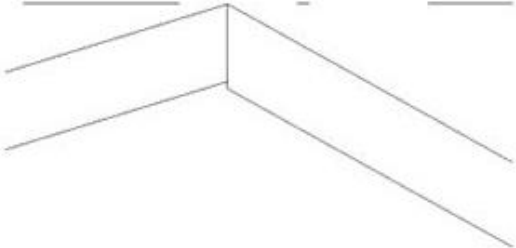
FICHA DE INCIDENCIAS		LOD 100	
ARQ - STR	NOMBRE: ANCHO FACHADA	GRAVEDAD	3
DESCRIPCIÓN			
			
<p>En la memoria descriptiva y la cota del modelo dicen que el ancho de la fachada es de 6,40 metros pero la medición exacta del plano es de 6,11 metros.</p>			
UBICACIÓN			
<p>Fachada de todas las plantas.</p>			
SOLUCIÓN			
<p>Consultar al agente responsable del diseño y definir cuál es el ancho de fachada correcto y adecuar los planos a ello. También habrá que ir a medirlo a la obra para ver cual es el ancho de fachada real.</p>			
MEDIDAS PARA LA MEJORA CONTINUA			
<p>Con el empleo de la metodología BIM esta incidencia no se ocasionaría porque al trabajar con un sistema paramétrico, todos los documentos coincidirán en el ancho de fachada. Tampoco se podría manipular manualmente la cota del ancho de fachada.</p>			

FICHA DE VALORACIÓN			LOD 100	
SUPUESTO A: FASE DE DISEÑO			TOTAL: 120,00 €	
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Descripción	El diseñador va a la obra para medir cual es el ancho de fachada real y así modificar todos los planos respecto a esa cota.			
Agente	Número de agentes	Precio por hora de trabajo	Horas perdidas	TOTAL
Diseñador	1	30,00 €	4	120,00 €
TOTAL			4	120,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE BIENES MATERIALES U OTROS ASPECTOS RELEVANTES				
Descripción	En este caso, la detección se realiza antes de imprimir los documentos terminados, ya que aún los agentes se encuentran diseñando el proyecto. Por lo tanto, no hay ningún gasto material relevante.			
MATERIAL/ASPECTO	CANTIDAD	PRECIO UN	TOTAL €	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	120 €
FASE EJECUCIÓN	1.308,37 €

Diferencia de costes según fase



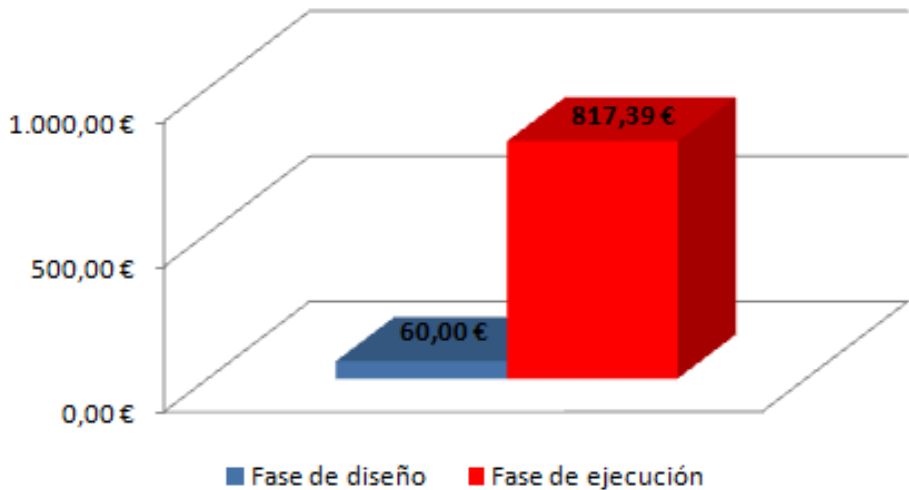
FICHA DE INCIDENCIAS		LOD 100	
ARQ - STR	NOMBRE: CUMBRERA CUBIERTA	GRAVEDAD	3
DESCRIPCIÓN			
			
<p>Los faldaes de la cubierta en la cumbrera no coinciden ya que ambos faldaes son de 30 cm y con diferentes pendientes.</p>			
UBICACIÓN			
Cubierta.			
SOLUCIÓN			
<p>Consultar al agente responsable del diseño para definir otras pendientes a los faldaes de la cubierta o cambiar las secciones constructivas para que no se produzca esta incidencia.</p>			
MEDIDAS PARA LA MEJORA CONTINUA			
<p>Con el empleo de la metodología BIM nos podemos anticipar a este tipo de incidencias ya que modelamos lo que luego se va a construir.</p>			

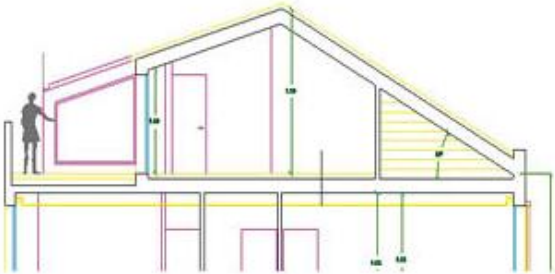
FICHA DE VALORACIÓN		LOD 100		
SUPUESTO A: FASE DE DISEÑO		TOTAL: 60,00 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Descripción		Durante el modelado de la vivienda el diseñador se da cuenta de la incidencia y procede a variar las secciones constructivas o las pendientes de los faldones de la cubierta para que se unan correctamente.		
Agente	Número de agentes	Precio por hora de trabajo	Horas perdidas	TOTAL
Diseñador	1	30,00 €	2	60,00 €
TOTAL			2	60,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE BIENES MATERIALES U OTROS ASPECTOS RELEVANTES				
Descripción		En este caso, la detección se realiza antes de imprimir los documentos terminados, ya que aún los agentes se encuentran diseñando el proyecto. Por lo tanto, no hay ningún gasto material relevante.		
MATERIAL/ASPECTO	CANTIDAD	PRECIO UN	TOTAL €	

FICHA DE VALORACIÓN			LOD 100	
SUPUESTO B: DURANTE LA EJECUCIÓN			TOTAL: 817,39 €	
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Descripción		Durante la fase de ejecución los obreros se darían cuenta en la fase de estructura ya que a la hora de colocar el encofrado no coincidiría en la cumbreira como tiene que hacerlo, entonces pararían la obra y llamarían al diseñador para resolverlo.		
Agente	Número de agentes	Precio por hora de trabajo	Horas perdidas	TOTAL
Oficial	2	20,80 €	10	416,00 €
Peón	1	20,23 €	10	202,30 €
Diseñador	1	30,00 €	4	120,00 €
TOTAL			24	738,30 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE BIENES MATERIALES U OTROS ASPECTOS RELEVANTES				
Descripción		El diseñador tiene que rehacer los planos, por lo que tiene que volver a imprimirlos y entregarlos a todos aquellos agentes que los necesiten.		
MATERIAL/ASPECTO	CANTIDAD	PRECIO UN €	TOTAL €	
Papel Rollo A1	1 Ud	18,15 €	18,15 €	
Tinta Plotter	1/30 Ud	28,30 €	0,94 €	
Tiempo impresión/reparto	2	30,00 €	60,00 €	
TOTAL			79,09 €	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	60 €
FASE EJECUCIÓN	817,39 €

Diferencia de costes según fase



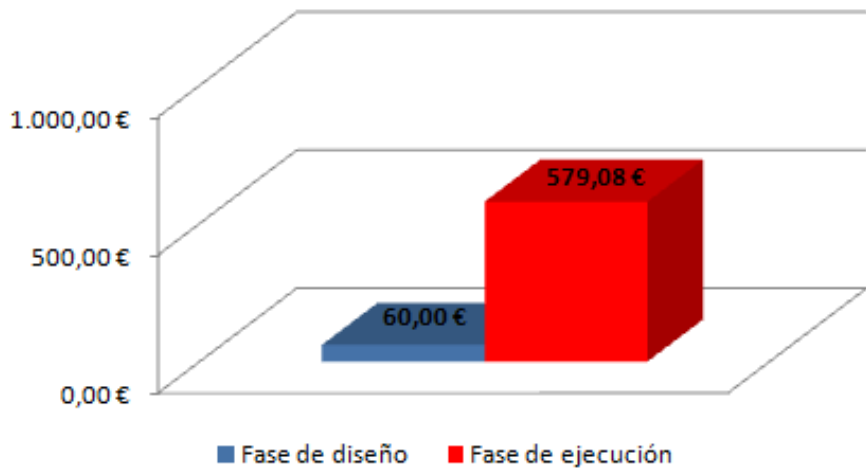
FICHA DE INCIDENCIAS		LOD 100	
ARQ - STR	NOMBRE: CASETÓN ASCENSOR	GRAVEDAD	3
DESCRIPCIÓN			
			
<p>No se contempla en el proyecto la construcción del casetón del ascensor donde se albergará el motor del ascensor.</p>			
UBICACIÓN			
<p>Cubierta.</p>			
SOLUCIÓN			
<p>El diseñador del proyecto se tiene que encargar de contemplar en el proyecto los elementos constructivos que faltan para la construcción del casetón del ascensor.</p>			
MEDIDAS PARA LA MEJORA CONTINUA			
<p>Con el empleo de la metodología BIM nos permite darnos cuenta con antelación de la falta del casetón del ascensor ya que modelamos lo que luego se va a construir.</p>			

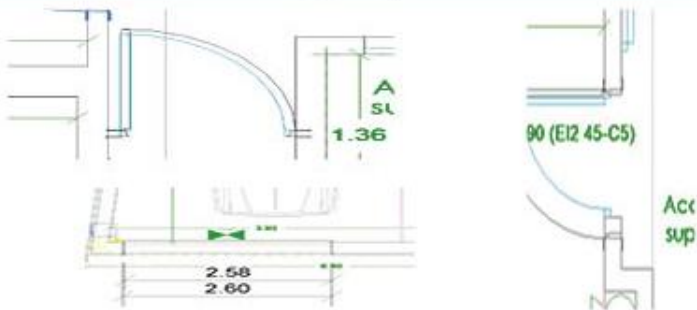
FICHA DE VALORACIÓN		LOD 100		
SUPUESTO A: FASE DE DISEÑO		TOTAL: 60,00 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Descripción	Durante el modelado de la vivienda el diseñador se da cuenta de la falta del casetón del ascensor y procede a incluirlo en el proyecto.			
Agente	Número de agentes	Precio por hora de trabajo	Horas perdidas	TOTAL
Diseñador	1	30,00 €	2	60,00 €
TOTAL			2	60,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE BIENES MATERIALES U OTROS ASPECTOS RELEVANTES				
Descripción	En este caso, la detección se realiza antes de imprimir los documentos terminados, ya que aún los agentes se encuentran diseñando el proyecto. Por lo tanto, no hay ningún gasto material relevante.			
MATERIAL/ASPECTO	CANTIDAD	PRECIO UN	TOTAL €	

FICHA DE VALORACIÓN		LOD 100		
SUPUESTO B: DURANTE LA EJECUCIÓN		TOTAL: 579,08 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Descripción		Durante la fase de ejecución los obreros se darían cuenta que a la hora de instalar el ascensor no tienen el espacio para colocar el motor. Por lo que deben de llamar al diseñador y este encargarse de cambiar el tipo de ascensor.		
Agente	Número de agentes	Precio por hora de trabajo	Horas perdidas	TOTAL
Diseñador	1	30,00 €	2	60,00 €
TOTAL			2	60,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE BIENES MATERIALES U OTROS ASPECTOS RELEVANTES				
Descripción		Se cambia el tipo de ascensor por lo que esto supone una penalización del 10% del precio del ascensor que ya estaba en obra y a esto sumarle el precio del nuevo ascensor. Y todo esto conlleva un retraso en la obra.		
MATERIAL/ASPECTO	CANTIDAD	PRECIO UN €	TOTAL €	
Ascensor a retirar	10 %	5.190,82 €	519,08 €	
TOTAL			519,08 €	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	60,00 €
FASE EJECUCIÓN	579,08 €

Diferencia de costes según fase

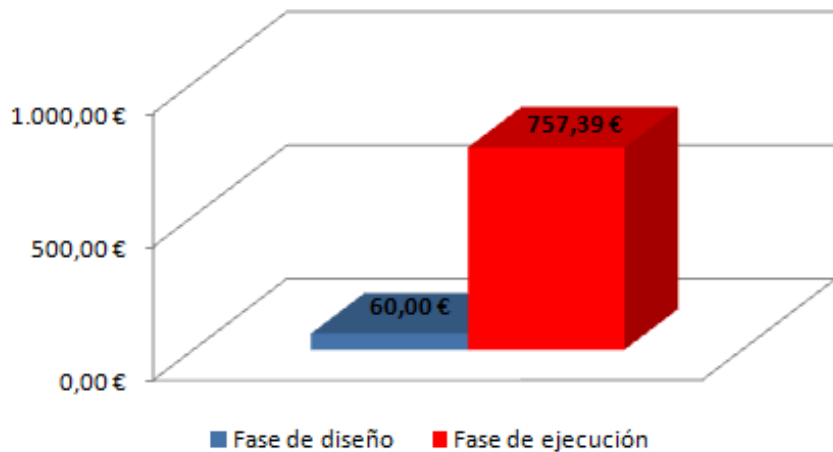


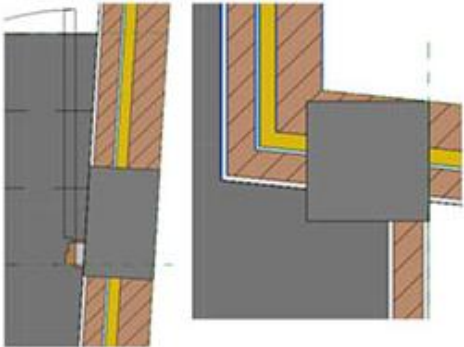
FICHA DE INCIDENCIAS		LOD 100	
ARQ	NOMBRE: PUERTAS	GRAVEDAD	3
DESCRIPCIÓN			
			
<p>Hay diferentes tipos de puerta pero que todas sufren la misma incidencia y es que no coincide el ancho de la puerta en los planos con las dimensiones que hay presupuestadas. También hay que destacar que existe una puerta presupuesta y que no existe en el proyecto.</p>			
UBICACIÓN			
<p>La mayor parte de incidencias se sitúan en la planta baja de la vivienda.</p>			
SOLUCIÓN			
<p>Se consulta al agente responsable del diseño del proyecto cual es el ancho de puertas correcto. Una vez definido, cambiar el ancho en todos aquellos documentos que lo precisen.</p>			
MEDIDAS PARA LA MEJORA CONTINUA			
<p>El empleo de un sistema BIM impide que se produzcan dichas incidencias ya que gracias a trabajar con un sistema paramétrico, existe una relación entre todos los documentos del proyecto.</p>			

FICHA DE VALORACIÓN			LOD 100	
SUPUESTO A: FASE DE DISEÑO			TOTAL: 60,00 €	
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Descripción		El diseñador se daría cuenta de esta incidencia y procedería a cambiar las dimensiones en aquellos documentos que lo precisen.		
Agente	Número de agentes	Precio por hora de trabajo	Horas perdidas	TOTAL
Diseñador	1	30,00 €	2	60,00 €
TOTAL			2	60,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE BIENES MATERIALES U OTROS ASPECTOS RELEVANTES				
Descripción		En este caso, la detección se realiza antes de imprimir los documentos terminados, ya que aún los agentes se encuentran diseñando el proyecto. Por lo tanto, no hay ningún gasto material relevante.		
MATERIAL/ASPECTO	CANTIDAD	PRECIO UN	TOTAL €	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	60,00 €
FASE EJECUCIÓN	757,39 €

Diferencia de costes según fase



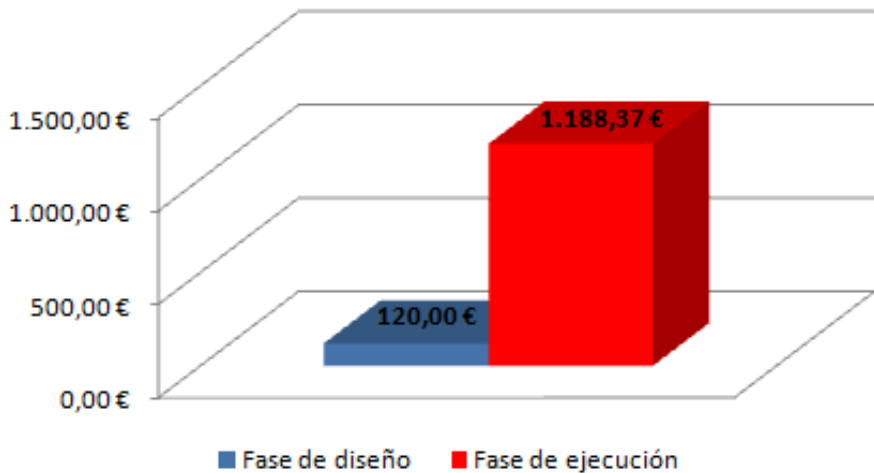
FICHA DE INCIDENCIAS		LOD 100	
ARQ	NOMBRE: AISLAMIENTO	GRAVEDAD	3
DESCRIPCIÓN			
			
<p>El aislamiento de la vivienda cuando se encuentra con un pilar no tiene continuidad produciendo puentes térmicos en la vivienda.</p>			
UBICACIÓN			
<p>Todas las plantas de la vivienda, donde se cruza el aislamiento con un pilar.</p>			
SOLUCIÓN			
<p>Se consulta al agente responsable del diseño del proyecto para que determine una solución, que sería bordear el pilar por el interior, pero hay en algunos casos donde esta solución es imposible de realizar ya que si no nos meteríamos en la escalera.</p>			
MEDIDAS PARA LA MEJORA CONTINUA			
<p>El empleo de un sistema BIM nos facilitaría la coherencia entre las diferentes disciplinas y nos ayudaría a detectar este tipo de incidencias.</p>			

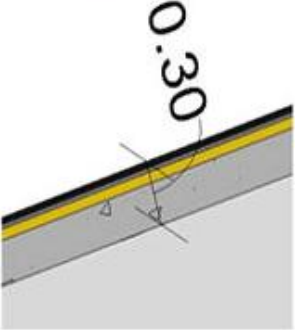
FICHA DE VALORACIÓN			LOD 100	
SUPUESTO A: FASE DE DISEÑO			TOTAL: 120,00 €	
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Descripción		El diseñador se daría cuenta de esta incidencia y procedería a aportar otra solución para evitar los puentes térmicos en los cerramientos.		
Agente	Número de agentes	Precio por hora de trabajo	Horas perdidas	TOTAL
Diseñador	1	30,00 €	4	120,00 €
TOTAL			4	120,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE BIENES MATERIALES U OTROS ASPECTOS RELEVANTES				
Descripción		En este caso, la detección se realiza antes de imprimir los documentos terminados, ya que aún los agentes se encuentran diseñando el proyecto. Por lo tanto, no hay ningún gasto material relevante.		
MATERIAL/ASPECTO	CANTIDAD	PRECIO UN	TOTAL €	

FICHA DE VALORACIÓN		LOD 100		
SUPUESTO B: DURANTE LA EJECUCIÓN		TOTAL: 1.188,37 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Descripción	Los obreros durante la fase de ejecución se dan cuenta que el aislamiento no tiene continuidad cuando se encuentra con un pilar, entonces le consultan al diseñador del proyecto para que de solución en todos aquellos lugares donde se pueda resolver el problema. El agente responsable del diseño se encarga de cambiar en los planos las soluciones constructivas.			
Agente	Número de agentes	Precio por hora de trabajo	Horas perdidas	TOTAL
Oficial	2	20,80 €	16	665,60 €
Peón	1	20,23 €	16	323,68 €
Diseñador	1	30,00 €	4	120,00 €
TOTAL			36	1.109,28 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE BIENES MATERIALES U OTROS ASPECTOS RELEVANTES				
Descripción	Al cambiar los planos, hay que volver a imprimirlos y repartir a todos aquellos agentes que lo necesiten.			
MATERIAL/ASPECTO	CANTIDAD	PRECIO UN €	TOTAL €	
Papel rollo A1	1 Ud	18,15 €	18,15 €	
Tinta Plotter	1/30 Ud	28,30 €	0,94 €	
Tiempo impresión/reparto	2	30,00 €	60,00 €	
TOTAL			79,09 €	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	120,00 €
FASE EJECUCIÓN	1.188,37 €

Diferencia de costes según fase



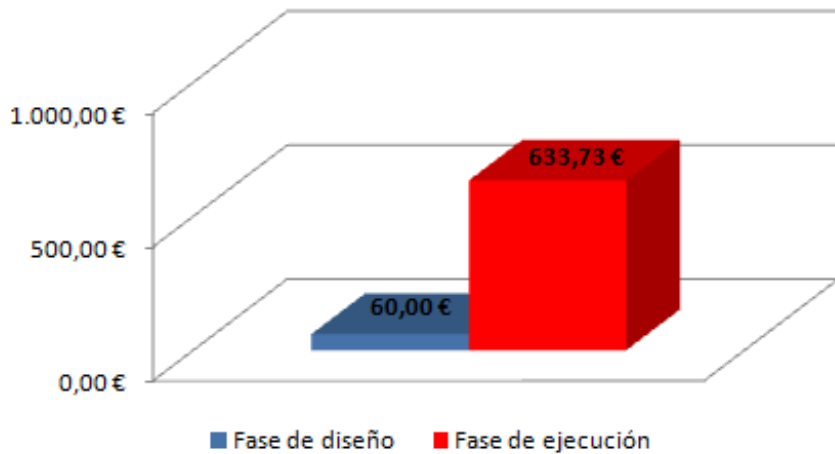
FICHA DE INCIDENCIAS		LOD 100	
ARQ-STR	NOMBRE: SECCIÓN CUBIERTA	GRAVEDAD	3
DESCRIPCIÓN			
			
<p>En los planos nos encontramos con una sección constructiva de cubierta de 30 centímetros (forjado + cubierta) y en el presupuesto se da una solución constructiva de cubierta de 47 centímetros (forjado + cubierta).</p>			
UBICACIÓN			
Cubierta.			
SOLUCIÓN			
Se consulta al agente responsable del diseño del proyecto para que determine cual es la solución constructiva correcta.			
MEDIDAS PARA LA MEJORA CONTINUA			
El empleo de un sistema BIM nos facilitaría la coherencia entre los diferentes documentos de un proyecto.			

FICHA DE VALORACIÓN			LOD 100	
SUPUESTO A: FASE DE DISEÑO			TOTAL: 60,00 €	
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Descripción		El diseñador se daría cuenta de la incoherencia y decidiría cual es la solución constructiva correcta.		
Agente	Número de agentes	Precio por hora de trabajo	Horas perdidas	TOTAL
Diseñador	1	30,00 €	2	60,00 €
TOTAL			2	60,00 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE BIENES MATERIALES U OTROS ASPECTOS RELEVANTES				
Descripción		En este caso, la detección se realiza antes de imprimir los documentos terminados, ya que aún los agentes se encuentran diseñando el proyecto. Por lo tanto, no hay ningún gasto material relevante.		
MATERIAL/ASPECTO	CANTIDAD	PRECIO UN	TOTAL €	

FICHA DE VALORACIÓN		LOD 100		
SUPUESTO B: DURANTE LA EJECUCIÓN		TOTAL: 633,73 €		
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA				
Descripción	Los obreros durante la fase de ejecución se dan cuenta que la sección constructiva que marca en los planos para la cubierta no es correcta, ya que es muy difícil resolverla en 30 cm y avisan al encargado de diseñar el proyecto para que establezca una solución constructiva correcta. El agente se encarga de corregir los planos.			
Agente	Número de agentes	Precio por hora de trabajo	Horas perdidas	TOTAL
Oficial	2	20,80 €	8	332,80 €
Peón	1	20,23 €	8	161,84 €
Diseñador	1	30,00 €	2	60,00 €
TOTAL			18	554,64 €
TABLA DE CUANTIFICACIÓN DE BIENES MATERIALES U OTROS ASPECTOS RELEVANTES				
Descripción	Al cambiar los planos, hay que volver a imprimirlos y repartir a todos aquellos agentes que lo necesiten.			
MATERIAL/ASPECTO	CANTIDAD	PRECIO UN €	TOTAL €	
Papel rollo A1	1 Ud	18,15 €	18,15 €	
Tinta Plotter	1/30 Ud	28,30 €	0,94 €	
Tiempo impresión/reparto	2	30,00 €	60,00 €	
TOTAL			79,09 €	

ETAPA	COSTE TOTAL
FASE DISEÑO	60,00 €
FASE EJECUCIÓN	633,73 €

Diferencia de costes según fase

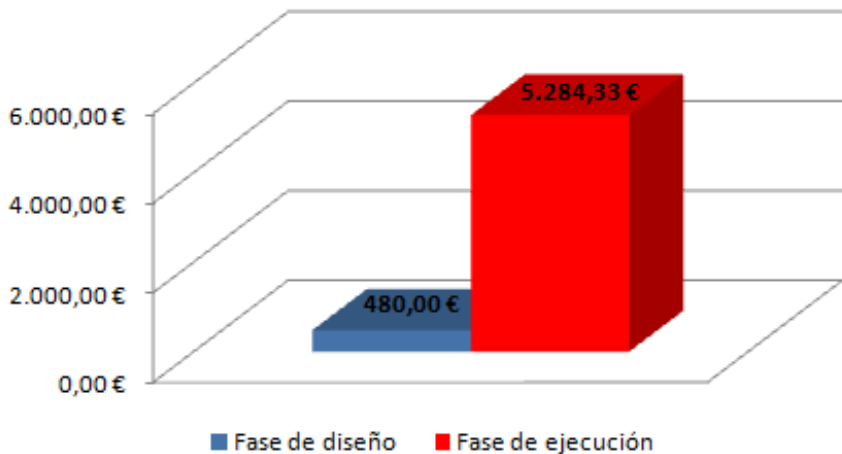


Resultado

Aquí mostramos la diferencia total de costes según fase de todas las incidencias estudiadas.

Como podemos ver la detección y corrección de dichas incidencias en la fase de diseño, gracias al uso de la metodología BIM, conlleva un ahorro considerable en los costes de la ejecución del proyecto.

Total diferencia de costes según fase



Capítulo 4.

Conclusiones

La implementación de la metodología BIM en el ciclo de vida de un proyecto como hemos visto a lo largo del desarrollo del trabajo puede ser muy beneficiosa ya que aporta una mejora continua.

Podemos destacar tres grandes conclusiones a tener en cuenta.

Modelar en BIM

El proceso de modelar en BIM la vivienda durante la fase de diseño aporta numerosas ventajas al proyecto.

- **Adelantarse a la ejecución:** nos permite adelantarnos a la ejecución ya que al modelar la vivienda en 3D, es como una construcción virtual, podemos detectar posibles incidencias en el proyecto con una mayor rapidez y en una fase más temprana por lo que esto nos lleva a la segunda ventaja.
- **Economizar costes:** al detectar las incidencias en una fase temprana de proyecto los costes de solventar dichas incidencias son menores que si nos encontráramos con ellas en la fase de ejecución.
- **Coherencia información:** tendremos una mayor coherencia entre toda la información del proyecto al disponer de un modelo BIM que sirve de base de datos única.

Ahorro costes y plazos

La segunda conclusión que podemos sacar tras el desarrollo del trabajo es que aplicando la metodología BIM se consigue un **ahorro** tanto en los **costes** como en los **plazos del proyecto**.

El tener un mayor control sobre el proyecto desde sus fases iniciales y detectar las posibles incidencias lo antes posible es lo que nos permite tener un ahorro en costes y plazos ya que si las incidencias fueran detectadas en la fase de ejecución, las soluciones a tomar serían más costosas y provocarían un retraso en el proyecto.

Después de ver las fichas de incidencias se podría estimar que detectar las incidencias en la fase de ejecución es 10 veces más costoso.

Valor añadido

El empleo de la metodología BIM también aporta un **valor añadido** a la fase de proyecto.

- **Visualización cliente:** al tener un modelo 3D de la vivienda permite al cliente hacerse una mejor idea de cómo quedará y de la distribución de espacios pudiendo tomar decisiones de posibles cambios, los cuales con la metodología tradicional no se tomarían hasta la fase de ejecución que es cuando el cliente comienza hacerse una idea de los espacios reales que no percibía en los planos. Ejemplo: me consta que en la fase de ejecución de esta vivienda el cliente decidió hacer cambios en la distribución, suprimiendo habitaciones para poder ampliar otras que veía pequeñas.

- **Mejor planificación de trabajos:** al tener el modelo BIM que es como una construcción virtual nos permite desarrollar una mejor planificación de los trabajos, ya que estamos viendo como se ejecutaría cosa que con la metodología tradicional tenemos que imaginarnos. Esto nos permite también tomar decisiones que afectan a la fase de ejecución como por ejemplo el número de recursos (materiales, maquinaria, obreros...) que vas a tener que emplear.

Como conclusión final me gustaría apuntar que la metodología BIM es el presente y futuro y que va a ocasionar una gran revolución en el mundo de la construcción.

Capítulo 5.

Referencias Bibliográficas

ALONSO MADRID, JAVIER. Nivel de desarrollo LOD. Definiciones, innovaciones y adaptación a España. http://escuelaedificacion.org/images/zoo/uploads/PDF/PRESENCIALES/MBIM/Revista_Building_Smart_JAM_Art.pdf

ASIDEK. La situación del BIM en el mundo evoluciona exponencialmente, 2016. <http://www.asidek.es/la-situacion-del-bim-mundo/>

AVILES JIMENEZ, OSCAR. BIM Building Information Modeling, 2015. <https://prezi.com/8w3fwlwbdbwr/bim-building-information-modeling/>

BIM AREA. Evolución del CAD al BIM, 2017. <http://bimarea.es/evolucion-del-cad-al-bim/>

BUILDING SMART ESPAÑA. ¿Qué es BIM?. <https://www.buildingsmart.es/bim/qu%C3%A9-es/>

CÁMARA MENOYO, CARLOS. Del CAD al BIM (III): comparativa, 2011. <https://carloscamara.es/blog/2011/03/16/del-cad-al-bim-iii-comparativa>

CICE – LA ESCUELA PROFESIONAL DE NUEVAS TECNOLOGÍAS. BIM, obligatorio en España desde 2018. <https://www.cice.es/noticia/landing-blog/bim-obligatorio-espana-2018/>

COLOMA PICÓ, ELOI. Introducción a la tecnología BIM, 2008.

DUQUE CARMONA, SIMÓN DAVID. Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD): Caso de estudio de detección de incongruencias en un proyecto de edificación, 2014.

ENTORNO BIM. Las dimensiones BIM para los no iniciados en la materia. <http://blog.entornobim.org/las-dimensiones-bim-los-no-iniciados-la-materia/>

FLORES, ANTONIO. Las dimensiones del BIM, 2015. <https://antoniofloresarquitectura.wordpress.com/2015/07/15/las-dimensiones-del-bim/>

FUENTES GINER, BEGOÑA. Impacto de BIM en el proceso constructivo español, 2014.

FUNDACIÓN LABORAL DE LA CONSTRUCCIÓN. ¿Qué es BIM?. <http://www.entornobim.org/entorno-bim/que-es-bim>

GRAPHISOFT. Acerca de BIM. https://www.graphisoft.es/archicad/open_bim/about_bim/

HILDEBRANDT GRUPPE. ¿En qué consiste el modelo BIM?, 2015. <http://www.hildebrandt.cl/en-que-consiste-el-modelo-bim/>

HILDEBRANDT GRUPPE. ¿Qué es Revit y para qué sirve en el modelado BIM?, 2015. <http://www.hildebrandt.cl/que-es-revit-y-para-que-sirve-en-el-modelado-bim/>

ITEC. ¿Qué es el BIM?. <https://itec.es/servicios/bim/>

MOLINARE ALEXANDRA. Las ventajas más importantes del BIM, 2012. <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-156508/las-ventajas-mas-importantes-del-bim>

MONFORT PITARCH, CARLA. *Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura. Un proyecto con Revit, 2015.*

SANCHEZ MATAMOROS. Breve introducción a los niveles LOD en modelos bim, 2015. <https://www.sanchez-matamoros.com/blog/2015/1/14/breve-introduccion-a-los-niveles-lod-en-modelos-bim>

SÁNCHEZ ORTEGA, AGUSTÍN. BIM y las 7 dimensiones, 2016. <https://www.espaciobim.com/bim-3d-4d-5d-6d-7d/>

S. ORTEGA, BORJA. Qué es Revit, o mejor, qué es BIM, 2015. <https://www.espaciobim.com/que-es-revit/>

STUDIO SEED. Del 3D al 7D: Las dimensiones del BIM, 2016. <http://www.studioseed.net/variado/del-3d-al-7d-las-dimensiones-del-bim/>

Capítulo 6.

Índice de Figuras

Figura 1: Características generales del entorno BIM para el tratamiento de la información del proyecto Fuente: Introducción a la tecnología BIM (Eloi Coloma Picó, 2008).....	8
Figura 2: Ciclo de vida. Fuente: entornobim.org (Fundación laboral de la construcción)	10
Figura 3: Esquema BIM Multidisciplinar. Fuente: Introducción a la tecnología BIM (Eloi Coloma Picó, 2008).....	11
Figura 4: Aplicaciones BIM y Conectables. Fuente: Introducción a la tecnología BIM (Eloi Coloma Picó, 2008).....	12
Figura 5: Esquema del concepto Multivista. Fuente: Introducción a la tecnología BIM (Eloi Coloma Picó, 2008).....	14

Figura 6: Metodología CAD. Fuente: Building Information Modelin (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD). Caso de estudio de detección de incongruencias en un proyecto de edificación (Simón David Duque Carmona, 2014)18

Figura 7: Metodología BIM. Fuente: Building Information Modeling (BIM) e Integrated Project Delivery (IPD): Caso de estudio de detección de incongruencias en un proyecto de edificación (Simón David Duque Carmona, 2014)18

Figura 8: Diferencias entre BIM y CAD. Fuente: (Carlos Cámara, 2011) 19

Figura 9: CAD vs. BIM. Fuente: arquIPARADOS.
<https://www.arquiparados.com/t583-cad-vs-bim-quien-ganara-esta-guerra>20

Figura 10: Level of Detail (Nivel de Detalle). Fuente: practicalBIM.net (2013).....22

Figura 11: Level of Development (Nivel de Desarrollo). Fuente: practicalBIM.net (2013).....23

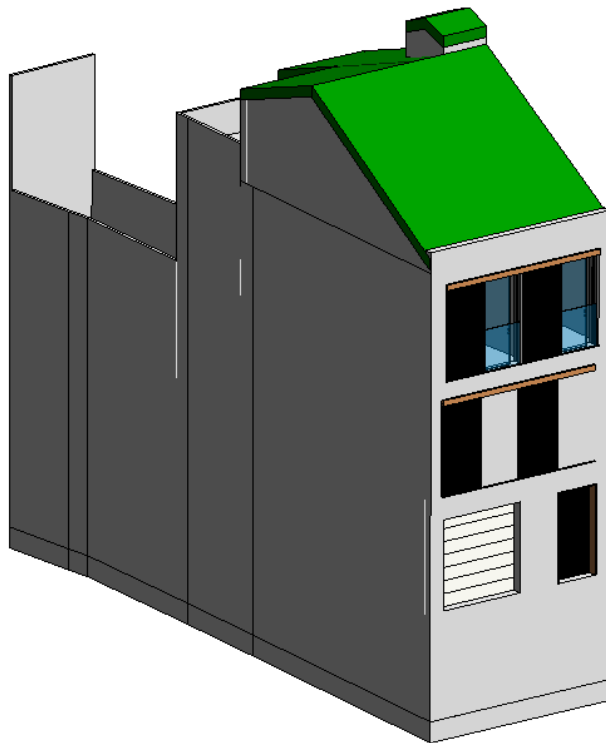
Figura 12: Niveles LOD. Fuente: <http://www.structuremag.org/?p=558>26

Figura 13: Dimensiones BIM. Fuente: https://antoniofloresarquitectura.wordpress.com/2015/07/15/las-dimensiones-del-bim/	30
Figura 14: Crecimiento de BIM en el Mundo. Fuente: ASIDEK – AUTODESK, 2016	33
Figura 15: Plano situación. 2017. Fuente: Proyecto Vivienda Unifamiliar situada en plaza Santa María nº 11 de Almansa (Albacete).....	37
Figura 16: Planos planta vivienda. Fuente: Elaboración propia con software Revit 2017.....	41
Figura 17: Tabla superficies útiles y construidas. Fuente: Proyecto Vivienda Unifamiliar situada en plaza Santa María nº 11 de Almansa (Albacete)	42

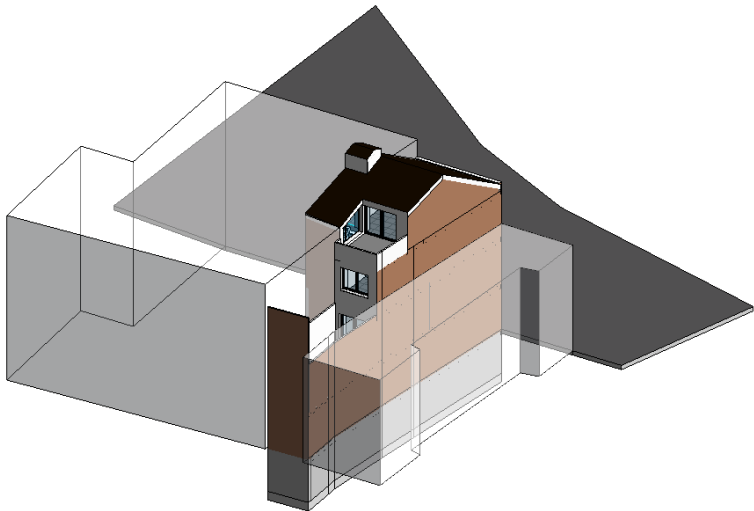
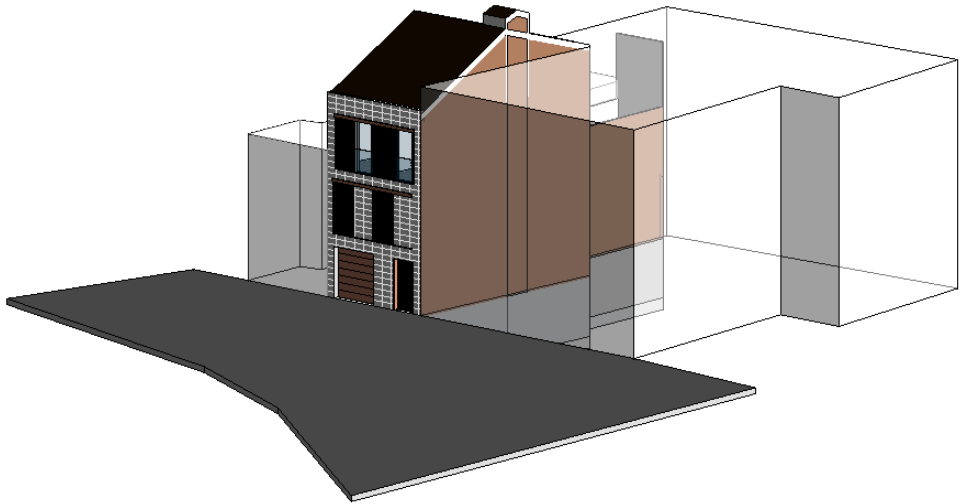
Anexos

En este anexo os dejo algunos 3D del modelo de la vivienda en los diferentes niveles de desarrollo en los que se ha llevado a cabo.

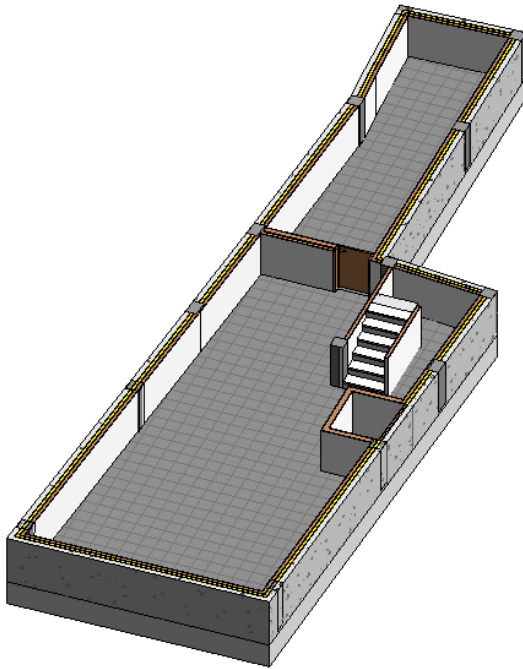
LOD 100



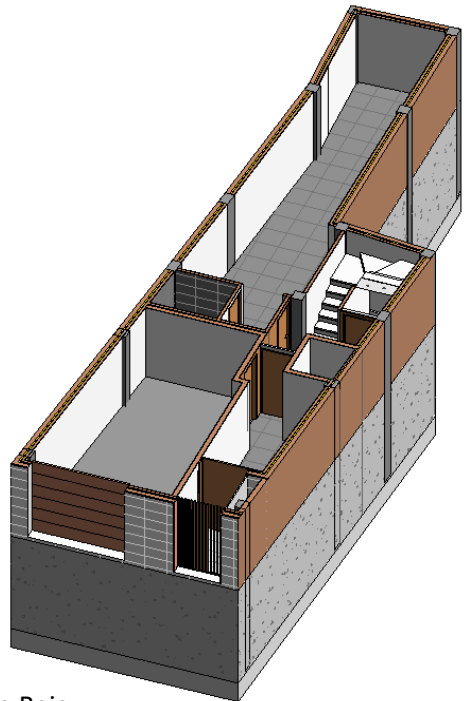
LOD 200



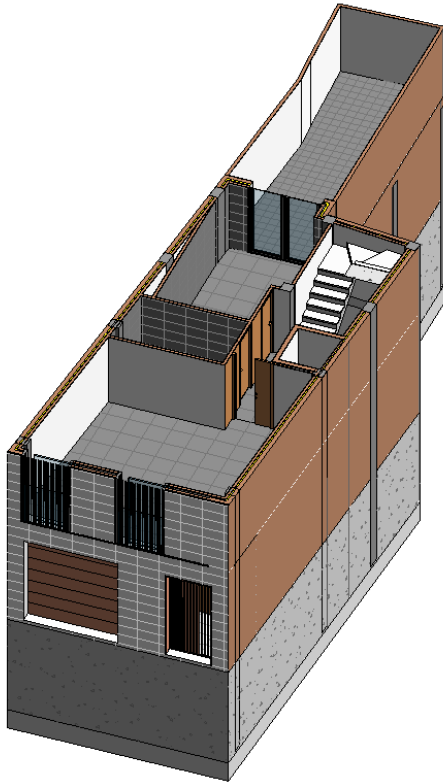
LOD 300



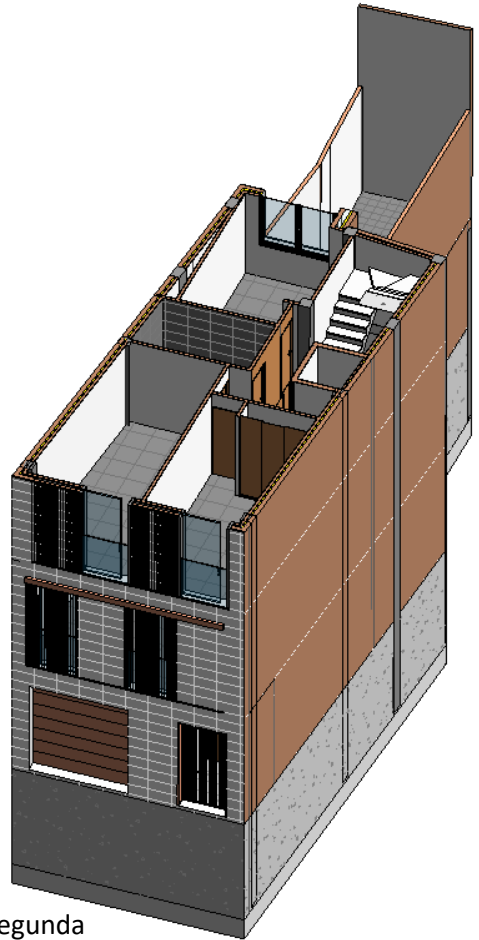
Planta Sótano



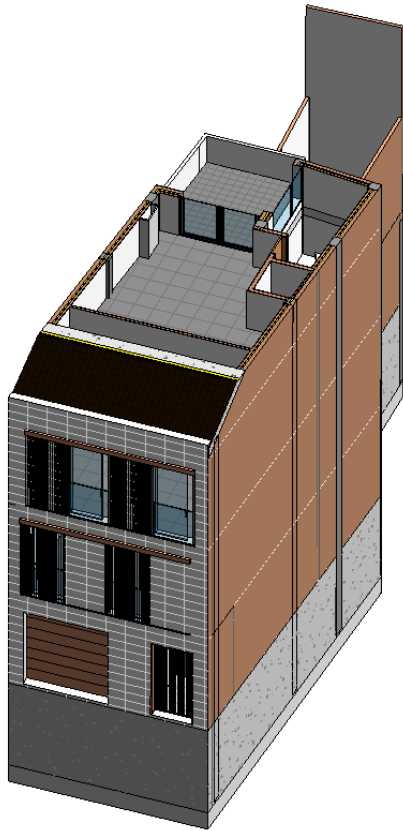
Planta Baja



Planta Primera



Planta Segunda



Planta Bajo-Cubierta



Sección Escalera