

# UTILIDAD DE BIM EN OBRA

Noviembre 2024





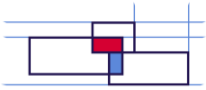
**Bilba.**

**CULMIA**

**INGENNUS**

KRONOSHOMES





# INTEGRANTES



Rubén San León Toledo  
Responsable área BIM en  
Valladares Ingeniería



MªEugenia López Pérez  
BIM Manager en Ingennus



Aitor Otero Olmos  
Responsable área BIM  
en Arpada



José Valverde Hernández  
BIM Manager en VÍA  
ÁGORA



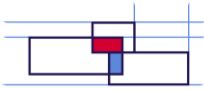
Adrián García Naranjo  
BIM Manager en Bilba



Fernando Iglesias Gamella  
Responsable de innovación  
y BIM manager en Kronos

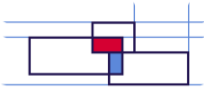


Fabrizio Pásara Gonzales  
Responsable área BIM en  
CULMIA



# ÍNDICE

OBJETO .....	5
ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA .....	5
PROPUESTA.....	6
ALCANCE DEL MODELO POR FASES .....	8
CONCURSO .....	8
ANTEPROYECTO.....	111
PROYECTO BÁSICO .....	13
FASE DE EJECUCIÓN .....	15
AUDITORÍA DE MODELOS .....	19
HITOS DE ENTREGA: .....	20
NIVELES DE MEDICIÓN: .....	20
TIPOS DE AUDITORÍA:.....	21
CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES.....	211
CONTROL DE CALIDAD Y MEDICIONES .....	222
COORDINACIÓN Y REVISIÓN DE INTERFERENCIAS.....	24
RESPONSABILIDADES .....	26
CONCLUSIONES.....	28



# OBJETO

El presente documento tiene como objetivo definir un alcance mínimo y claro de la usabilidad del BIM en la fase de obra. No se plantea únicamente como la definición de unos requerimientos únicos para esta fase de ejecución si no que, para llegar a ello, se van a plantear unos requisitos mínimos de modelado a cumplir durante toda la fase de diseño. Todo ello, especialmente enfocado a la extracción de mediciones para la obtención de un presupuesto con trazabilidad a los modelos BIM y desde fases tempranas de diseño.

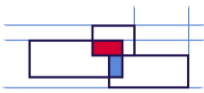
## ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

La aplicación de la tecnología según las premisas citadas en el anterior apartado no es inmediata y, ni mucho menos automática. A lo largo de los últimos 7 o 10 años venimos escuchando el término BIM y su potencial a la hora de aplicarlo en las fases de diseño. La realidad hoy en día es que pocos modelos BIM llegan a manos de las constructoras en fase de licitación con la calidad suficiente para su utilización en fase de obra. Esto último implica, siempre que se quiera continuar una estrategia de aplicación de la metodología BIM en obra, a *remodelar* y definir de mejor manera estos modelos. Tarea que implica tiempo y recursos técnicos a la constructora en momentos críticos previos al inicio de la obra.

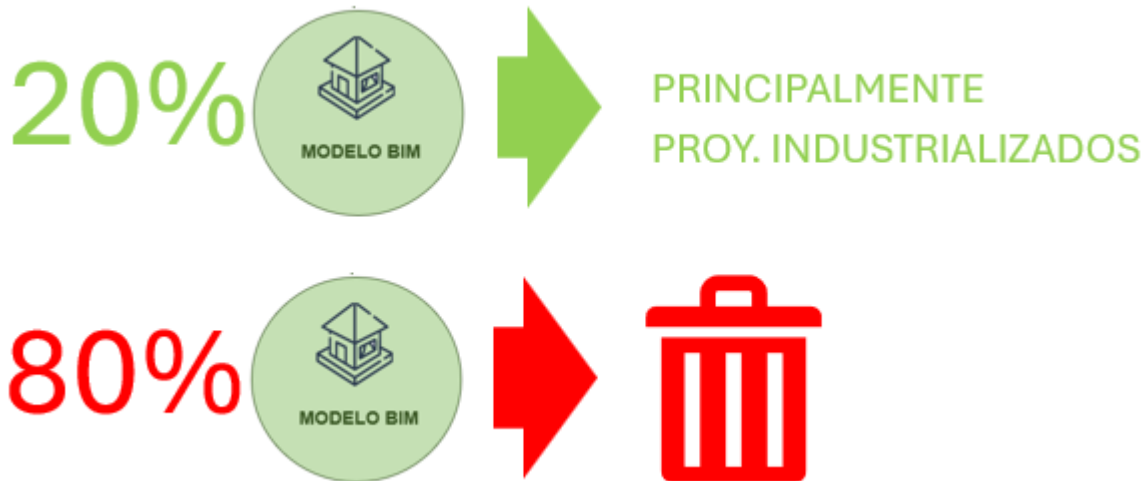
El modelo tradicional de trabajo en el cual existe poca colaboración entre agentes dificulta la obtención de modelos BIM adaptados a las necesidades de la obra. Cabe destacar el hecho de que es muy habitual que se produzcan, de forma sistemática, cambios de criterios constructivos para alcanzar un objetivo económico, en muchas ocasiones propuestos por la constructora. Entre estos cambios encontramos propuestas de sistemas constructivos completamente opuestos a lo diseñado en origen, lo cual impacta de forma directa en el desarrollo del modelo BIM, y por tanto en la planificación.

Además, en este tipo de casos la constructora asume un rol de oficina técnica/diseño, que no debería asumir. Es preferible proponer todos los posibles cambios en una fase temprana y que cada agente cumpla exclusivamente su función.

Solucionar esta necesidad sólo se puede acometer desde la definición y acuerdo, por todas las partes implicadas, de unos requerimientos específicos de calidad gráfica e información para todas aquellas partidas que definen un presupuesto y que tengan esa representación digital (ya sea 3D, 2D o únicamente información) en los modelos BIM de las fases de diseño. Definir el cuándo y cómo se modelan cada partida del presupuesto es lo que persigue este grupo de trabajo para sentar las bases de una estrategia común a la hora de plantear la utilización de los modelos BIM para la obtención de mediciones y estimación de costes y garantizar, en consecuencia, la utilización de este modelo durante la fase de obra y finalizar con un modelo *as-built*.



En estos momentos estimamos, que en torno a un 80% de los modelos BIM, en obra residencial, que llegan a fase de obra, no se pueden utilizar de forma directa, y hay que recurrir a adaptaciones importantes del modelo. Sólo un 20% de los modelos se utilizan pese a pequeños cambios, y suelen pertenecer a proyectos destinados a industrialización.

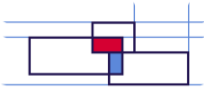


## PROPUESTA

Una vez entendemos la problemática, exponemos la propuesta que desde el CLUSTER DE LA EDIFICACIÓN proporcionamos para llegar a obtener información aprovechable en todas fases de un proyecto.

Con un equipo de trabajo formado por los diferentes agentes que intervienen, contamos con varios puntos de vista a la hora de afrontar el desarrollo. Cada uno, tiene unas necesidades y unas responsabilidades, por un lado, lo que necesita para realizar su trabajo de la mejor manera posible, y por el otro lado, lo que entrega a cambio para que el siguiente agente o fase continúe de manera óptima. Toda esta información compartida y estudiada nos permite establecer vínculos para generar un contenedor de información único.

Dado que es de vital importancia el seguimiento del presupuesto en sus distintas fases y su vinculación con el modelo, mediante el desarrollo de un presupuesto tipo que contiene lo mínimo necesario para que el proyecto sea adecuado se definió el alcance de modelo, los elementos que debe contener el archivo en geometría e información para poder utilizarlo durante toda la fase de desarrollo y construcción, además de establecer algunas buenas prácticas a la hora de generar estos elemento contenidos en el modelo.



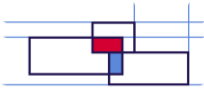
Como parte de la solución, es importante señalar que el formato tradicional de un presupuesto de edificación contiene capítulos y partidas que en ocasiones no pueden relacionarse con el modelo y gestionarlos adecuadamente en obra (teniendo en cuenta la secuencia de obra y el responsable de cada tajo), y que además en algunos casos estas partidas deben desdoblarse en partidas independientes, o incluso elevar descompuestos a nivel de partidas, este trabajo se ha hecho y se ha listado en el anexo entregado.

Debemos tener en cuenta además que es conveniente simplificar los criterios de medición de la constructora para cada uno de los industriales (varía entre empresas), tomando como válida la medición neta del elemento geométrico BIM y aplicando una repercusión de condicionantes a través del precio unitario. Un ejemplo claro sería una fachada de ladrillo visto, donde debemos tener en cuenta la dimensión de cada hueco y en función de la misma se paga el hueco a cinta corrida, se paga la mitad, o directamente no se paga porque el hueco es muy grande.

Con toda esta información, generamos un procedimiento de trabajo para desarrollar un modelo único aprovechable por todos los agentes, cumpliendo los requisitos y estableciendo los alcances necesarios para su uso en las diferentes etapas del proyecto.

Para ello, además de desarrollar el flujo de trabajo para que los proyectos se desarrollen con metodología BIM de forma que obtengamos un modelo ejecutable, de forma complementaria a este documento, se facilita el siguiente archivo anexo:

**-ANEXO 1.** Base de presupuestos, con capítulos y las partidas necesarias en cada fase de desarrollo del proyecto, incluyendo una codificación, y especificando cómo debe ser representado en el modelo BIM, ya sea geométrica o paramétricamente.



# ALCANCE DEL MODELO POR FASES

Aunque en los entregables no se contemplan las especificaciones que debe tener un modelo BIM en fase de concurso y anteproyecto, es conveniente recalcar que el flujo BIM arranca en estas fases y por tanto se van a introducir algunas buenas prácticas que pueden ser aplicables en los proyectos.

Erróneamente se piensa que hay que modelar un proyecto en BIM porque nos obligan a ello o porque es más llamativo debido a la visualización 3D, pero lo que hay que comprender, es que, desde que tenemos un esquema claro del proyecto, el hecho de modelarlo en BIM, nos va a permitir obtener información muy útil y de una manera mucho más automática que haciéndolo manualmente en 2D.

No hay que tenerle miedo al uso de nuevos softwares o incluso a la Inteligencia Artificial, sino que debemos aprovechar esta tecnología para ser más eficientes en nuestro día a día.

## CONCURSO

En un plazo aproximado de un mes, tenemos que ser capaces de diseñar y conseguir obtener la propuesta ganadora cumpliendo los requisitos del cliente además de generar la información técnica y gráfica correspondiente.

Para ello, podemos hacerlo de la manera tradicional o aprovechando las herramientas disponibles en el mercado.

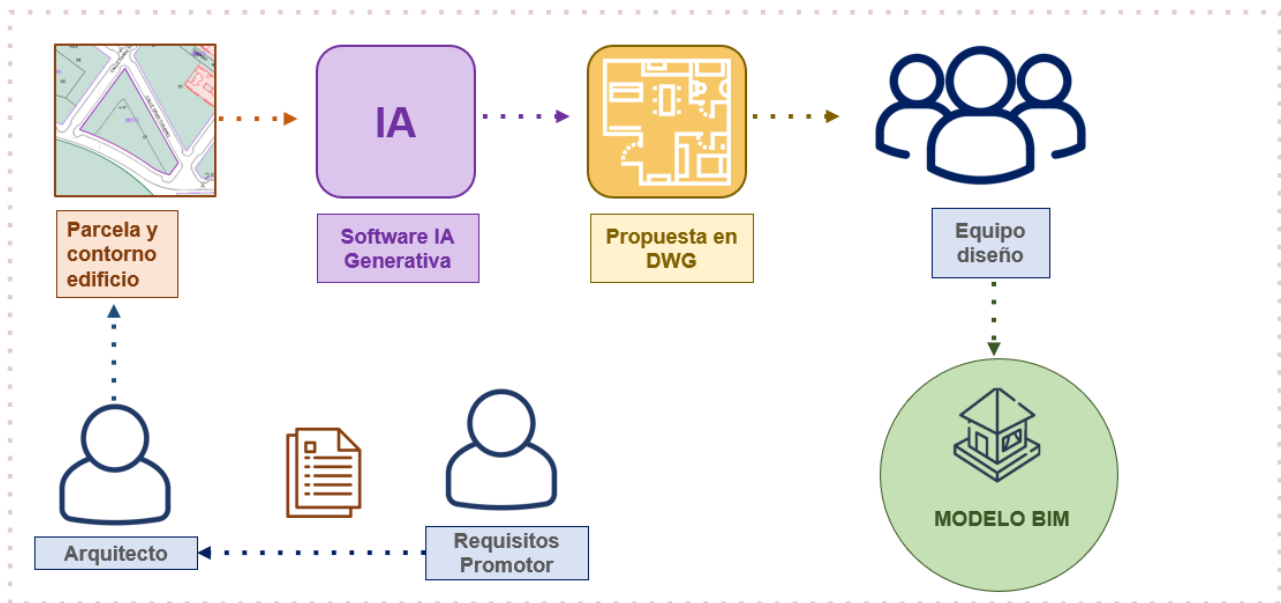
Hay muchas empresas desarrollando herramientas basadas en IAG (Inteligencia Artificial Generativa) para arquitectura que permiten ingresar los parámetros de diseño y de normativa y obtener las soluciones más optimizadas de entre millones de análisis. Una vez que hemos escogido la propuesta de diseño, muchas de estas herramientas nos permiten exportar a formatos editables como dwg o incluso a formato de software BIM.

La recomendación sería escoger el formato dwg ya que no sabemos con qué criterios modela el proyecto y es probable que dediquemos tiempo a corregir en vez de a avanzar. Además, siempre podemos desarrollar automatizaciones para agilizar el proceso de modelado bajo nuestros procedimientos. Con las herramientas existentes en el mercado en este momento no podemos aventurarnos a tomar el modelo BIM que nos genere la IA. Tendremos que esperar a que los desarrolladores las sigan evolucionando.





Proceso de trabajo con IAG (Inteligencia Artificial Generativa):



El siguiente paso es desarrollar el proyecto en software BIM permitiéndonos trabajar en colaborativo, es decir, varios usuarios en el mismo archivo de trabajo, aprovechando el tiempo y repartiendo tareas de modelado, maquetación e introducción de información.

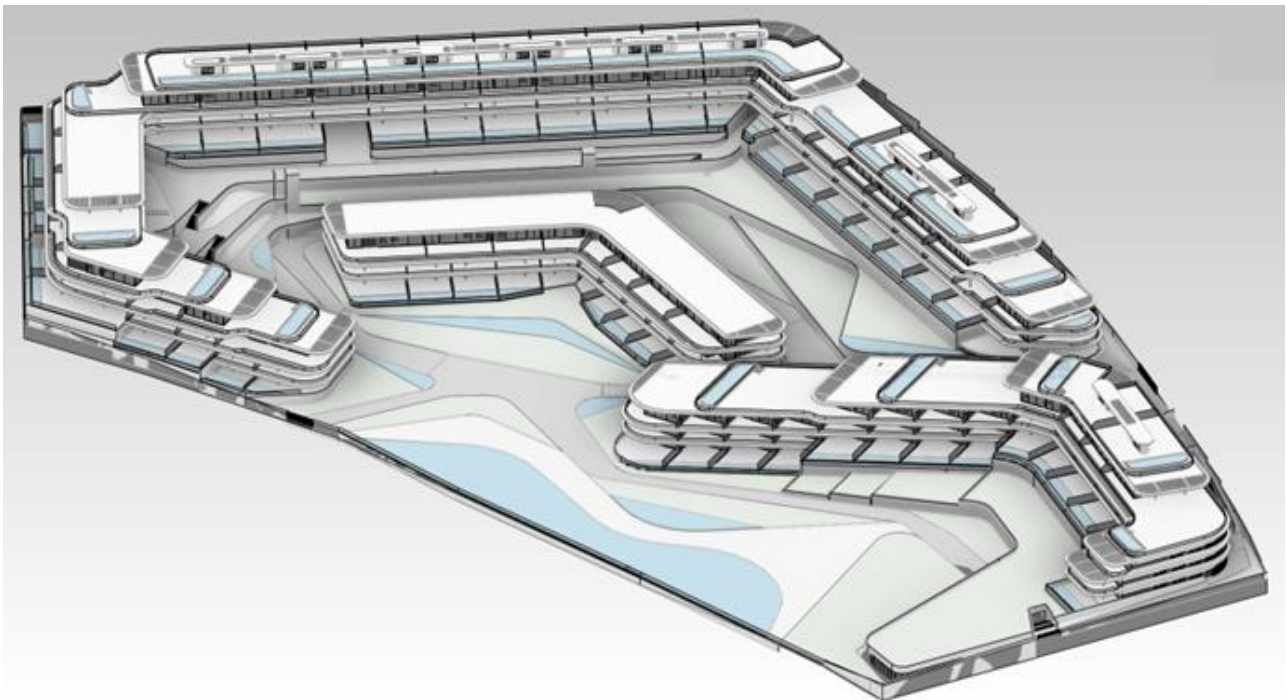
Como sabemos los alcances del concurso, no es necesario modelar absolutamente todo, así que, ahí van unas pautas de criterios de modelado en esta fase de concurso:

- Plantilla de proyecto: Es fundamental tener una plantilla con las configuraciones de vistas/plantillas de vista/tipologías de muros/suelos/techos/cubiertas/configuración de planos/leyendas y familias más utilizadas ya cargadas para no perder tiempo en volver a hacerlo.
- Configuración de archivos: Es importante que dependiendo de la magnitud del proyecto sepamos identificar si se va a tratar de un único modelo o va a tener vínculos para evitar que sea muy pesado. De igual manera debemos pensar en la repetición de elementos y de si para ello usamos grupos o vínculos
- Modelado:
  - Muros: En esta fase no es necesario especificar las capas de los materiales, con tener los espesores totales es suficiente.
  - Suelos: Nos quedamos en nivel de estructura (forjado) no hace falta modelar pavimentos en el edificio. Pero sí será necesario modelar los correspondientes a la urbanización
  - Falsos Techos: No serán necesarios.
  - Cubiertas: Con tener el espesor total es suficiente.
  - Carpinterías: Es recomendable disponer de una librería propia de familias que sean sencillas a nivel 3D y con más detalle a nivel 2D.



- Cerrajería: En esta fase todo lo que se vaya a ver en plano o en infografía tendrá que modelarse. También es recomendable que se tenga un repositorio de cerrajería.
- Equipamiento: Especialmente en fase de concurso cuantas más familias tengamos preparadas mejor ya que siempre hay que complementar los planos con equipamiento tanto interior como exterior
- Topografía: Es importante introducir la topografía y las plataformas de excavación
- Materiales: Se especificarán los materiales necesarios de los elementos que salgan en las infografías
- Se modelará con más detalle aquellas zonas que salgan en las infografías
- Planos: Es importante tener una buena definición de planos (visibilidad, plantillas, organización, codificación y nomenclatura) agiliza todo el proceso y ayuda al equipo de diseño (al margen de que cada proyecto tenga sus casuísticas)

A continuación, se muestra un ejemplo de un proyecto real modelado en fase de concurso:



Con el modelo preparado en cuanto a volumetría, podemos ayudarnos de otras muchas aplicaciones que permiten obtener infografías, recorridos virtuales y vídeos que permiten facilitar la comprensión del proyecto para cualquier receptor.

Estas herramientas necesitan formatos compatibles como el formato “fbx” que podemos exportar de nuestro archivo nativo e importar en el software de renderizado.

Hay algunas herramientas que tienen plugin o conexión directa entre software de modelado y de renderizado permitiendo ver los cambios en tiempo real.



Normalmente y aunque estos programas han mejorado mucho, es necesario combinar el uso de varios para obtener un resultado óptimo de la imagen o vídeo y por eso los equipos que se encargan de esta tarea necesitan varios días de trabajo y coordinación con el equipo de diseño.

Al final gracias a esta tecnología, podemos obtener imágenes como esta que sale del modelo anterior:



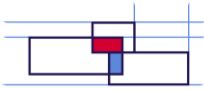
## ANTEPROYECTO

¿Hacerlo en CAD o en software BIM?

En este caso, no hay un programa más rápido que otro, es la persona la que es más rápida utilizando una herramienta u otra y eso es formación y práctica, por tanto, es querer o no querer.

Una vez más, las **ventajas del uso de metodología BIM** nos van a permitir desarrollar un proyecto viendo cómo se construye “virtualmente” identificando zonas que en 2D no se verían, añadiendo información de superficies zonificadas, obteniendo las mediciones en tiempo real de todo aquello que se va modelando y actualizándose toda la información a medida que el modelo se va adaptando.

Cada equipo defiende su diseño y de qué mejor manera que apoyándose de herramientas que permiten una mejor visualización de este evitando softwares demasiado técnicos y pudiendo interpretarlo de una mejor manera. Por eso, tener el proyecto en esta fase modelado en 3D, te permite que durante las reuniones de seguimiento con el cliente puedas enseñarlo en tiempo real y cambiar, por ejemplo, la materialidad para tomar decisiones in situ.



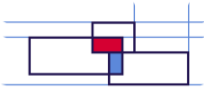
Es muy importante que desde la fase en la que se empiece a modelar un proyecto, sigamos un **procedimiento de modelado** que permita desarrollar el proyecto siendo compatible en todas sus fases y pudiendo ser alimentado por distintos equipos.

Recomendaciones en fase de anteproyecto:

- Nomenclaturas: El uso de un sistema de nomenclaturas facilita el control y el entendimiento de todos los intervinientes del proyecto. La ISO 19650 es un ejemplo de ello.
- Plantilla de proyecto: Es fundamental tener una plantilla con las configuraciones de vistas/plantillas de vista/tipologías de muros/suelos/techos/cubiertas/configuración de planos/leyendas y familias más utilizadas ya cargadas para no perder tiempo en volver a hacerlo.
- Configuración de archivos: Es importante que dependiendo de la magnitud del proyecto sepamos identificar si se va a tratar de un único modelo o va a tener vínculos para evitar que sea muy pesado. De igual manera debemos pensar en la repetición de elementos y de si para ello usamos grupos o vínculos
- Modelado: En esta fase lo importante no es correr sino ir tomando decisiones para cerrar lo antes posible las partes fundamentales del proyecto.
  - Muros: En esta fase no es necesario especificar las capas de los materiales, con tener los espesores totales es suficiente, no obstante, en el sector residencial es fácil repetir soluciones y si ya las sabemos es mejor añadirlas con sus capas y materiales.

Con el objetivo marcado de modelar tal y como se construye y se mide, debemos ir añadiendo las capas por separado con cierta lógica (no hay que separar o modelar todas). Para ello, podéis apoyaros en el anexo 1.

- Suelos: Nos quedamos en nivel de estructura (forjado) no hace falta modelar pavimentos en el edificio. Pero sí será necesario modelar los correspondientes a la urbanización. Dependiendo de los tiempos para la entrega podremos avanzar más o menos en el modelado.
- Falsos Techos: No serán necesarios.
- Cubiertas: Con tener el espesor total es suficiente.
- Carpinterías: Es recomendable disponer de una librería propia de familias que sean sencillas a nivel 3D y con más detalle a nivel 2D. Estas familias han de ser paramétricas para poder adaptarlas a las distintas medidas y materiales.
- Cerrajería: Todo aquello que se represente en los planos de esta fase se tendrá que modelar. Al igual que con las carpinterías se recomiendan sencillas a nivel 3D y con más detalle a nivel 2D para los planos
- Equipamiento: Se modelará el equipamiento necesario para la interpretación de los planos.
- Topografía: Es necesario introducir la topografía, las coordenadas de proyecto y las plataformas de excavación



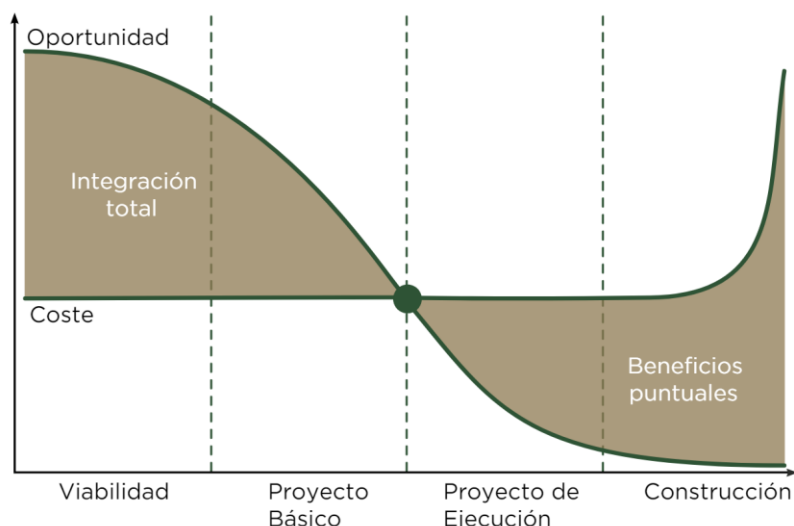
- Materiales: Se irán especificando a medida que se vayan acordando con el resto del equipo. Es importante que sigan un procedimiento de nomenclatura, grafismo y descripción correcta
- Planos: Es importante tener una buena definición de planos (visibilidad, plantillas, organización, codificación y nomenclatura) agiliza todo el proceso y ayuda al equipo de diseño (al margen de que cada proyecto tenga sus casuísticas)

## PROYECTO BÁSICO

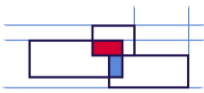
El objetivo fundamental de este hito debe ser desarrollar un modelo BIM lo suficientemente maduro como para garantizar que no se producen incumplimientos de normativa generando modelos que geoméricamente no necesariamente necesitan un nivel de desarrollo muy detallado, aunque sí lo suficientemente como para resolver todas aquellas cuestiones constructivas que pudiesen ocasionar cambios de proyecto en fases posteriores.

En ese sentido, se debe poner el foco en el sentido constructivo del proyecto; modelando los elementos con el mismo criterio con el que posteriormente se van a ejecutar. Por ejemplo; modelar los muros o los pilares por niveles, los suelos como elementos independientes y no como un único suelo con varios contornos, y atender a las restricciones geométricas que cada elemento puede tener.

Además, si la previsión es industrializar ciertos sistemas del proyecto, el momento debe ser ahora. El momento óptimo para iniciar el proceso de diseño industrializado se sitúa durante el proceso de desarrollo de proyecto en proyecto básico, una vez el proyecto está lo suficientemente maduro como para tener definidos los criterios principales de diseño, pero no lo suficientemente como para tratarse de un proyecto de ejecución.

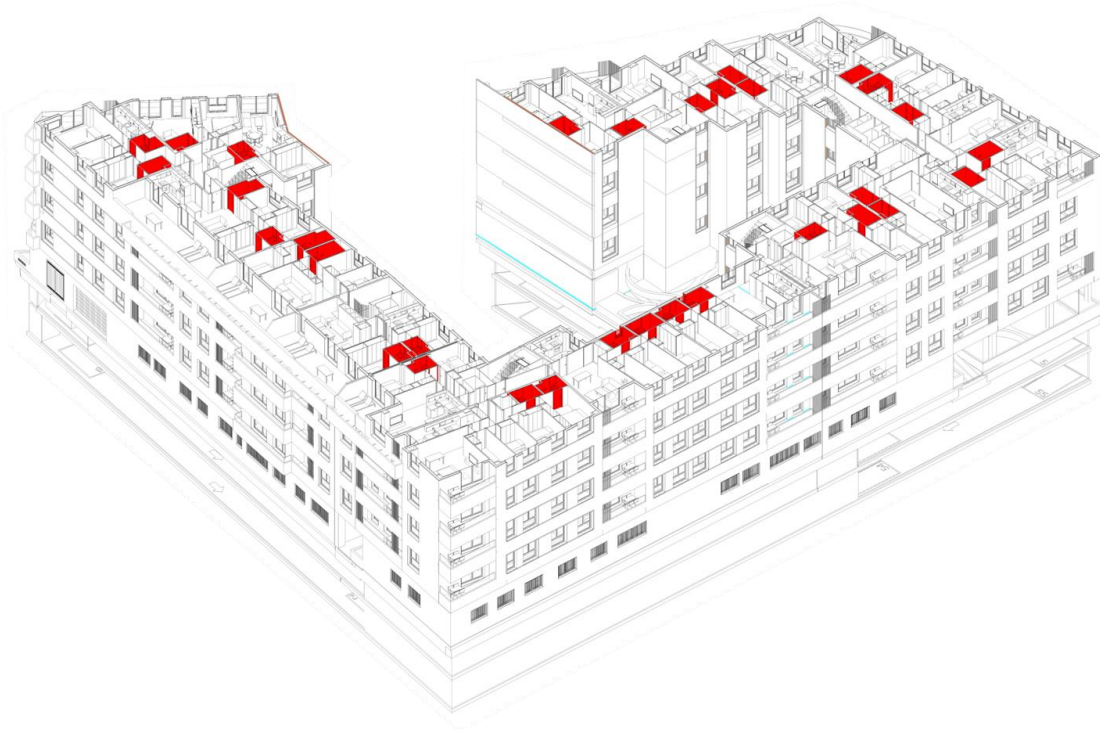


En ese sentido, el criterio de modelado variará en función del tipo de sistema que se pretenda industrializar.

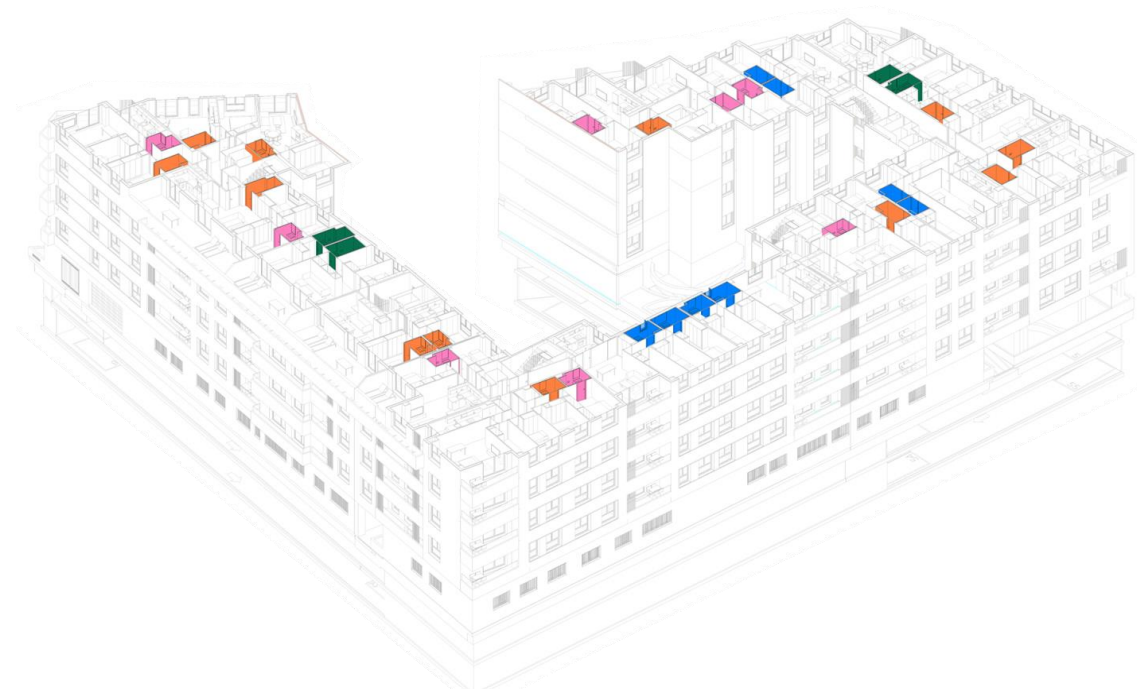


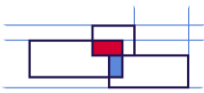
**MÓDULOS DE BAÑOS:** La tendencia natural debe ser identificar las tipologías de baño únicas existentes en el proyecto. Para ello, se aconseja crear grupos con todos los elementos que dan forma al módulo del baño, de manera que quede completamente definido todo aquello que posteriormente no se ejecute in-situ en la obra, sino que venga directamente desde fábrica listo para instalar.

- PASO 1: Agrupar en sistemas industrializados



- PASO 2: Identificar las tipologías





**MÓDULOS DE FACHADA:** Este apartado, en esta fase de proyecto, no requiere grandes diferencias respecto al modelado de un proyecto tradicional. Será suficiente con diferenciar aquellos paramentos que vayan industrializados de aquellos que no se industrializan mediante la configuración de tipologías diferentes, siendo aconsejable identificar mediante valores de parámetros o nombre de tipología, aquellos muros que conforman la envolvente de aquellos que son trasdosados, tabiquería portante y/o contención.

En todo caso, se considera imprescindible que el modelo se desarrolle con un criterio constructivo suficiente como para garantizar que los elementos tienen las restricciones geométricas reales en cuanto a posición, alturas y divisiones.

## FASE DE EJECUCIÓN

El principal hándicap que encontramos en la fase de ejecución es que los modelos BIM no están desarrollados desde un punto de vista constructivo, y no se tienen en cuenta los alcances BIM que necesita la constructora.

Para que una constructora pueda utilizar un modelo BIM de proyecto, se ve sometida, en ocasiones, a realizar un trabajo importante de ajuste y modificaciones del mismo, e incluso en otros casos se ve obligada a remodelar desde cero el proyecto. Esta situación, impacta de lleno con la finalidad que persigue la metodología BIM, que se basa en la comunicación y trazabilidad.

Este tipo de ajustes del modelo, sólo se pueden realizar sobre un modelo BIM nativo, es decir, sobre el archivo BIM resultante del software de modelado utilizado. Si no contamos con ese modelo, y solo contamos con un modelo en un formato congelado (IFC), las posibilidades de utilizar ese modelo en obra se reducen drásticamente. Esto es debido a que la constructora no tiene capacidad de adaptar, mejorar o incorporar información al modelo, la cual es vital para la correcta utilización de este.

Por ello para que una constructora pueda utilizar los modelos BIM tanto para fase de licitación, como para la fase de ejecución, estos deberían ser los Alcances BIM aplicados al proyecto:

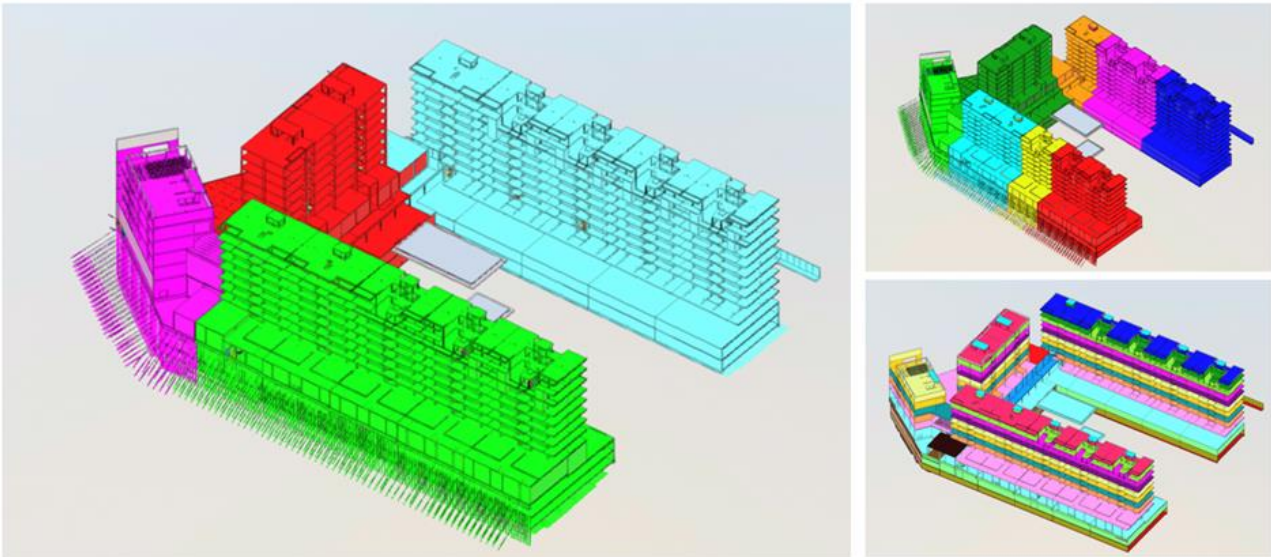
- **MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

Para poder obtener mediciones del modelo, y poder generar después un presupuesto, éste debe atender a criterios de construcción. Esto quiere decir que con el modelo BIM debemos ser capaces de obtener las mediciones de las partidas más relevantes del proyecto, y para ello deben estar modeladas de la misma forma en la que se construye. Esto implica que hay que discretizar el modelo en los elementos o capas necesarias, y codificar cada elemento para que tengan relación con el presupuesto.

Para que las mediciones sean útiles necesitamos que estén perfectamente zonificadas, y para ello necesitamos que los elementos del modelo tengan parámetros o información de su posición en el proyecto. En función de la tipología del proyecto, los elementos podrán estar zonificados por planta, portal, vivienda, bloque, chalet, etc "Figura 2".



Si bien, es verdad que para una medición global del proyecto no es necesario entrar en un nivel de definición muy alto, ni a una medición zonificada, la situación se agrava cuando se intenta gestionar el control real de producción en obra con el modelo, donde sí tenemos que ser muy específicos.



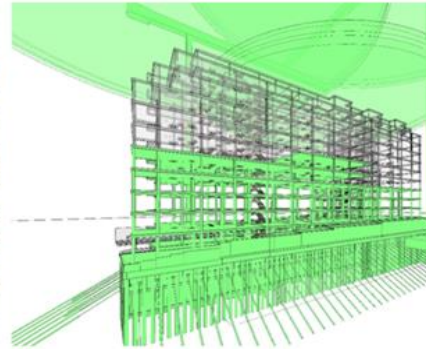
#### · CONTROL DE PRODUCCIÓN

En el modelo BIM podemos llevar un control de producción muy exhaustivo y trazable, siempre y cuando esté correctamente definido.

Además de las mediciones directas que nos pueda ofrecer el modelo, debemos tener en cuenta los criterios de contratación de las diferentes subcontratas. Normalmente, las empresas subcontratadas por la constructora tienen unos criterios específicos de medición, que varían en función de la partida a ejecutar. El modelo tiene que permitir gestionar cada partida de forma independiente, tanto a nivel de coste como a nivel de plazo.

Un ejemplo claro sería el criterio de medición de huecos en una fachada de ladrillo visto, donde no se paga exclusivamente el ladrillo colocado, sino también el área que proyectan los huecos de la ventana en función del tamaño de estas.





Teniendo en cuenta estas premisas, incluyendo también el aspecto de la zonificación, podemos lograr un control muy preciso de las mediciones ejecutadas en nuestras obras, evitando tener desviaciones significativas, y consiguiendo un control absoluto de los costes y producciones mensuales.

- COORDINACIÓN DE DISCIPLINAS

Uno de los aspectos fundamentales a tener en cuenta en el desarrollo de un modelo BIM, es la correcta coordinación de las distintas disciplinas.

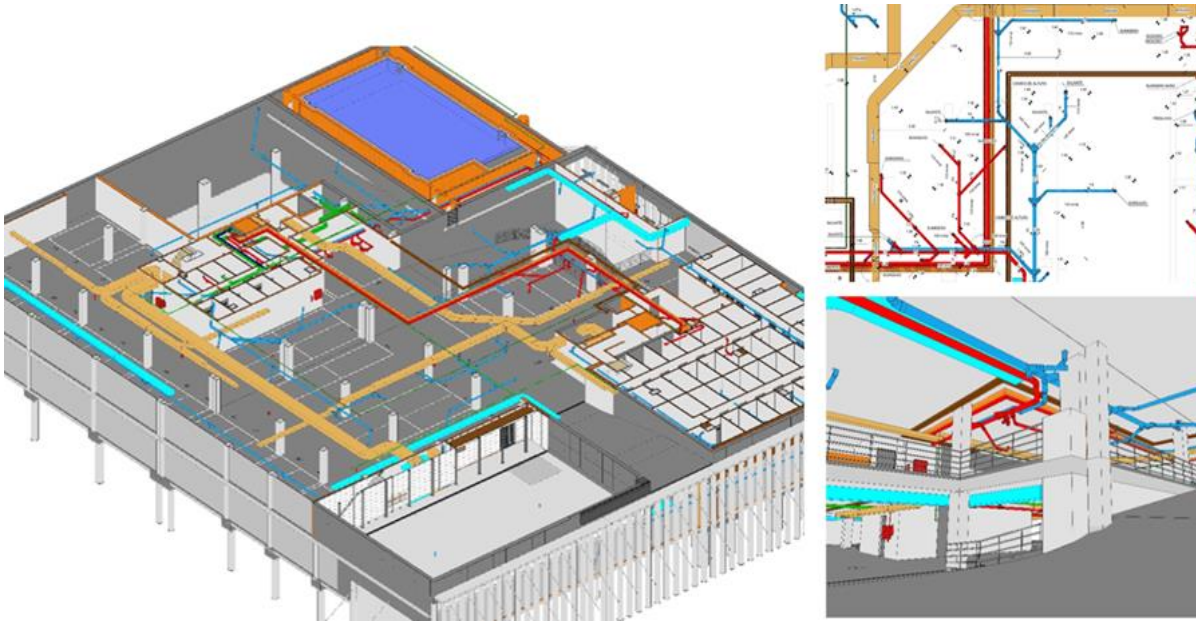
Dentro de un modelo BIM tenemos la posibilidad de entender y coordinar de forma clara, todas las disciplinas de un proyecto, desde el entorno de la obra, a la estructura, arquitectura o las instalaciones. Existen softwares con los que podemos automatizar la detección de interferencias que nos pueden ayudar en esta labor.

Es fundamental que los distintos agentes colaboren conjuntamente durante el desarrollo del proyecto para que estas disciplinas encajen. Este tipo de colaboración es muy interesante realizarla a través de Entornos Comunes de Datos (ECD), donde cada agente revisa el proyecto e indica puntos de mejora hasta conseguir un proyecto ejecutable. De nuevo el control y la trazabilidad marcan el éxito en los procesos BIM.

Debemos hacer hincapié en la coordinación de la disciplina de instalaciones, por la alta concentración de incidencias detectadas en los proyectos, tanto a nivel de instalaciones con otras instalaciones, como a nivel de instalaciones con arquitectura o estructura.



Para ello, de nuevo, el modelo debe estar modelado tal y como se construye, sin embargo, y al contrario de lo que podría parecer, el nivel de detalle necesario para una correcta coordinación de instalaciones no implica necesariamente un modelado con mucha definición, aunque sí debe atender a unos trazados correctos, con unas dimensiones de conductos/tuberías/bandejas, correctas.



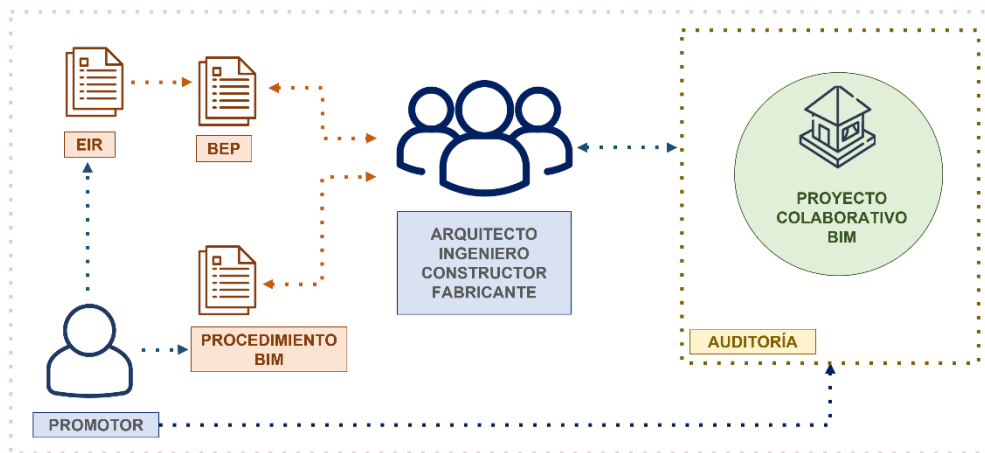
Una buena coordinación del modelo nos permite ser eficaces durante la construcción, donde podemos prever, entre otros, los pasos de instalaciones que afecten a la estructura o la arquitectura, y por tanto reducir costes de construcción y mejorar también los plazos.



# AUDITORÍA DE MODELOS

La **auditoría de modelos BIM** es un proceso esencial para garantizar la calidad y consistencia de los modelos durante todo el ciclo de vida del proyecto.

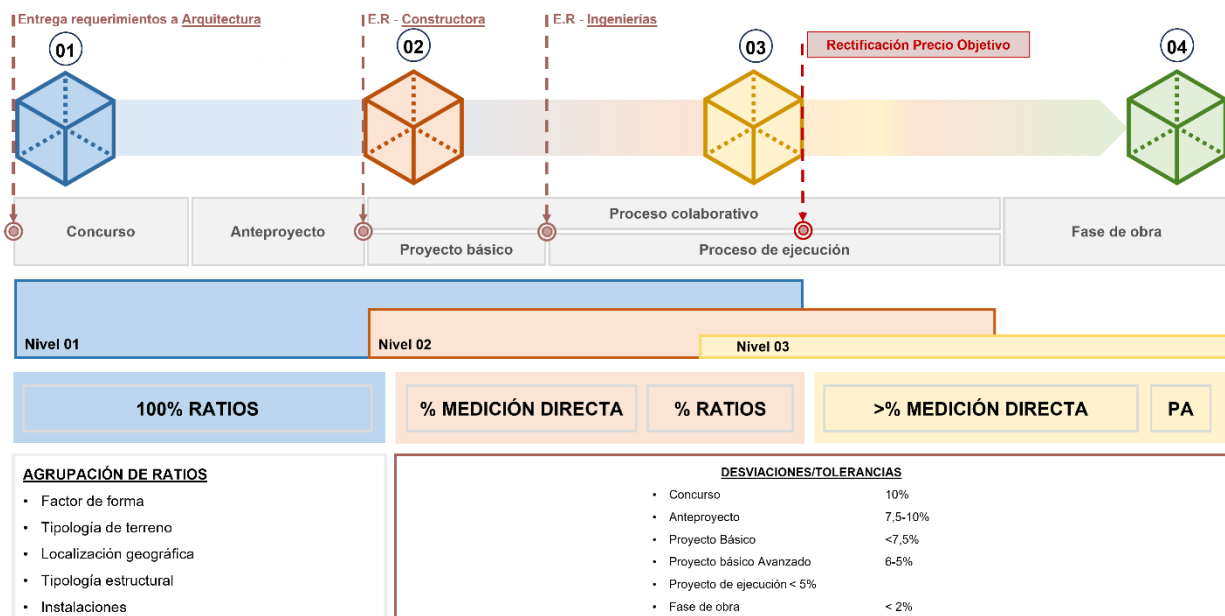
En la actualidad **gran parte de los clientes/promotores** que exige el uso de la metodología BIM **no audita el modelo, audita el proyecto.**



Los nuevos modelos de contratación deben **permitir que la constructora y el explotador del activo, participe desde el inicio del proyecto, incluyendo requerimientos iniciales de modelado y auditorías del modelo** para así tener capacidad de impacto en el resultado.

Se proponen:





- **04 Hitos de entregables** del modelo.
- **03 Niveles de maduración** de mediciones extraídas del modelo.
- **03 Tipos de auditorías** del modelo.





## HITOS DE ENTREGA:

En el desarrollo de un Activo, se identifican **4 Hitos de entrega y participación**. Estos justifican cuan prioritaria sería la participación de los diferentes agentes del proyecto.

- **01**  **Etapa de concurso y anteproyecto:** se desarrolla un modelo por parte del equipo de Arquitectura.
- **02**  **Etapa Inicial de Proyecto:** Se desarrollará un modelo con un nivel importante de información, del cual la **Constructora debe participar** desde la **fase inicial** incluyendo sus requerimientos de información y modelado. En esta etapa también aparecerán las ingenierías y otros agentes, los cuales deben estar alineados con los requisitos del Promotor y la constructora.
- **03**  **Etapa de Proyecto Final:** Se seguirá desarrollando el modelo con un mayor nivel de calidad e información. En esta etapa, el modelo debe estar definido y sin necesidad de cambios del proyecto justificándose en el Precio Objetivo acordado. Será el modelo que se usará en fase de obra y deberá **cumplir con los requerimientos** establecidos.
- **03**  **Etapa de Fase de Obra:** Se seguirá desarrollando el modelo actualizándose en el transcurso de la ejecución de obra según responsabilidades justificadas. Este modelo deberá seguir cumpliendo los requerimientos establecidos desde etapas tempranas.

## NIVELES DE MEDICIÓN:

Los niveles establecen cuál sería la extracción de mediciones necesaria en determinada fase del proyecto en desarrollo. Para que esto sea efectivo, es necesario seguir los requerimientos establecidos por la constructora y la promotora en las fases iniciales.

### Nivel 01

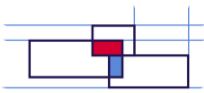
Las mediciones se realizan 100% por ratios. Esto se debe a que el modelo no está desarrollado y los requerimientos no están definidos por todas las partes.

### Nivel 02

Las mediciones se extraen de manera directa en un porcentaje alto, pero algunas partidas y elementos al no estar desarrolladas, se estimarán por ratios.

### Nivel 03

Las mediciones se extraen de manera directa y estas deberán actualizarse en el desarrollo del modelo As-Built.



- **Desviaciones/Tolerancias:** Durante la extracción de las mediciones del modelo BIM, se podrán justificar desviaciones y tolerancias, según la fase del proyecto:

<b><u>DESVIACIONES/TOLERANCIAS</u></b>	
Concurso	10%
Anteproyecto	7,5-10%
Proyecto Básico	<7,5%
Proyecto básico Avanzado	6-5%
Proyecto de ejecución	< 5%
Fase de obra	< 2%

## TIPOS DE AUDITORÍA:

- **Cumplimiento de estándares:** Verifica si el modelo cumple con las normas establecidas.
- **Control de calidad y mediciones:** Evalúa la precisión y consistencia de los elementos contenidos en los modelos.
- **Coordinación y revisión de interferencias:** Analiza colisiones entre diferentes modelos.

### *CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES*

El cumplimiento de estándares en la auditoría de modelos BIM es fundamental para garantizar la calidad y coherencia de los modelos.

#### **Algunos ejemplos de estándares BIM incluyen:**

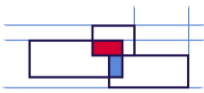
- **ISO 19650:** Define los principios y requisitos para la gestión de información en el entorno BIM.
- **COBie** (Construction Operations Building Information Exchange): Estándar para la entrega de información de activos en proyectos de construcción.
- **DIN EN 17412-1:** Norma europea para la clasificación de objetos en BIM.

#### **Verificación del cumplimiento:**

- Esto incluye la correcta clasificación de objetos, atributos, niveles de detalle y otros parámetros.

#### **Herramientas y procesos:**

- Para verificar el cumplimiento, se utilizan herramientas como Solibri, Navisworks o Revit.
- Se comprueba la coherencia entre los elementos del modelo y los requisitos definidos en el BIM Execution Plan (BEP).



## Estándares propios (IDS)

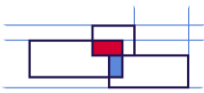
En la actualidad, dentro de esta traslación hacia la metodología de la información en obra, surgen nuevas maneras de verificar y auditar si un determinado modelo cumple o no con unos requerimientos/estándares propios. Information Delivery Specification (IDS) es un estándar de buildingSMART para definir los requisitos de información en un formato interpretable por ordenador. Permite comprobar automáticamente la conformidad de los modelos IFC, lo que aumenta el control de calidad y la fiabilidad de los datos.

Por ejemplo, podemos crear un archivo IDS (xml) para controlar si todos los elementos tienen un parámetro con el dato de vivienda al que se asocian, esto nos podrá permitir una certificación exhaustiva en la fase de obra.

## CONTROL DE CALIDAD Y MEDICIONES

El procedimiento que se vaya a elegir para la extracción de las mediciones debe establecer un control transversal y eficiente de la exportación de información que se trasladará a las partidas ya definidas. Y deberá usarse el software de mediciones elegido en los requerimientos definidos por todas las partes.





Al actualizar los modelos, la información y cambios debe ser trasladada eficientemente a las mediciones y esta debe actualizarse en tiempo real.

The image shows a software interface with a cross-section of a wall on the left and a table of measurements on the right. A red arrow points from the 'Type Properties' dialog box to the table.

**Type Properties Dialog Box:**

- Family: System Family: Basic Wall
- Type: TR0-TR01.2-VL15-FACHADA\_03\_Fachadas
- Parameter: Value
- Text
- Materials and Finishes
- Analytical Properties
- Identify Data
- Type Image
- Keynote
- Model
- Manufacturer
- Type Comments: (Trasdosado4B)
- URL
- Description
- Assembly Code: 05.02.01.01
- Type Mask: TR01.2
- Fire Rating
- Cost
- Ubicación
- Workset: Tipos de muro
- Edited by
- IFC Parameters
- Export Type to IFC
- What do these properties do?

**Table of Measurements:**

Tipo	Espacio	Comentario	N	Longitud	Anchura	Altura	Fórmula	Cantidad	CanPres	Pres
	Spec0010								1.460,99	
<input type="checkbox"/>	P00_ARQ	01 - P00 - TR01.2	1	0,25	0,06	2,74		0,86		<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	P00_ARQ	01 - P00 - TR01.2	1	0,30	0,06	2,74		0,65		<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	P00_ARQ	01 - P00 - TR01.2	1	1,83	0,06	2,74		4,83		<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	P00_ARQ	01 - P00 - TR01.2	1	2,27	0,06	2,74		3,90		<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	P00_ARQ	01 - P00 - TR01.2	1	2,24	0,06	2,74		4,03		<input checked="" type="checkbox"/>

Se debe evaluar la **calidad de la geometría**, la **información asociada** y la **estructura del modelo**.

Se recomienda para el control de calidad realizar una **extracción de datos** de todas las categorías/clases y por cada tipo de elemento. Esto nos permite, por ejemplo, determinar si una ventana cuyo **nombre** es *V1-1000x1000mm* tiene **correspondencia con sus valores** de Altura y Anchura.

En cuanto a las mediciones, la siguiente **información de medida** es habitualmente utilizada:

- **Número de elementos**
- **Medidas de longitud**
  - Longitud
  - Perímetro
  - Altura
- **Medidas de área:**
  - Área de superficie neta
  - Área de superficie bruta
- **Medidas de volumen:**
  - Volumen neto
  - Volumen bruto
- **Peso:**
  - Peso neto
  - Peso bruto
- **Densidad**



La **estructura del modelo** es fundamental, ya que los elementos van asociados a niveles, si existen menos niveles de los necesarios tendremos una mala segmentación, al igual que si existen más niveles de los acordados.


Para ubicar un elemento dentro de la edificación, debemos conocer con precisión la altura de dicho elemento con respecto al nivel inferior. Es **importante auditar** si estos **niveles** serán de estructura o de acabados, por ejemplo. La utilidad del modelo depende de una exactitud espacial.

### COORDINACIÓN Y REVISIÓN DE INTERFERENCIAS

Este es el apartado con mayor madurez dentro del sector. La parte más evidente, dentro del trabajo con modelos tridimensionales, es la **colisión e interferencia entre elementos**.

### CONSIDERACIONES

- Según los requerimientos necesarios del proyecto, se hará un matriz de colisiones la cual defina la prioridad de los elementos en 3 niveles de importancia. Por ejemplo, alta, media y baja. De esta manera se priorizará qué elementos deben estar 100% controlados y definidos.
- Se deberá realizar por fases: Proyecto Básico, Proyecto Ejecutivo y Preconstrucción.

 <b>MATRIZ DE COLISIONES</b> <b>PROYECTO BÁSICO</b>				DISCIPLINA		ARQ										INST	
				PRIORIDAD		A										A	
				GRUPO		A.10	A.20	A.30	A.40	A.50	A.60	A.70	A.80	A.90	I.10	I.20	
DISCIPLINA	PRIORIDAD	GRUPO	DESCRIPCIÓN	Categoría ARQ.01	Categoría ARQ.02	Categoría ARQ.03	Categoría ARQ.04	Categoría ARQ.05	Categoría ARQ.06	Categoría ARQ.07	Categoría ARQ.08	Categoría ARQ.09	Categoría INST.01	Categoría INST.02			
ARQ	A	A.10	Categoría ARQ 01	X													
		A.20	Categoría ARQ 02	X	X												
		A.30	Categoría ARQ 03	X	X	X											
		A.40	Categoría ARQ 04	X	X	X	X										
		A.50	Categoría ARQ 05	X	X	X	X	X									
		A.60	Categoría ARQ 06	X	X	X	X	X	X								
		A.70	Categoría ARQ 07	X	X	X	X	X	X	X							
		A.80	Categoría ARQ 08	X	X	X	X	X	X	X	X						
		A.90	Categoría ARQ 09	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
INST	A	I.10	Categoría INST 01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
		I.20	Categoría INST 02	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			





MATRIZ DE COLISIONES BASICA			DISCIPLINA	ARQ									EST			INST						
			PRIORIDAD	A									A			A		B				
			GRUPO	A.10	A.20	A.30	A.40	A.50	A.60	A.70	A.80	A.90	E.10	E.20	E.20	I.10	I.20	I.10	I.20	I.30		
DISCIPLINA	PRIORIDAD	GRUPO	DESCRIPCIÓN	Categoría ARQ 01	Categoría ARQ 02	Categoría ARQ 03	Categoría ARQ 04	Categoría ARQ 05	Categoría ARQ 06	Categoría ARQ 07	Categoría ARQ 08	Categoría ARQ 09	Categoría EST 01	Categoría EST 02	Categoría EST 02	Categoría INST 01	Categoría INST 02	Categoría INST 01	Categoría INST 02	Categoría INST 03		
ARQ	A	A.10	Categoría ARQ 01	X																		
		A.20	Categoría ARQ 02	X	X																	
		A.30	Categoría ARQ 03	X	X	X																
		A.40	Categoría ARQ 04	X	X	X	X															
		A.50	Categoría ARQ 05	X	X	X	X	X														
		A.60	Categoría ARQ 06	X	X	X	X	X	X													
		A.70	Categoría ARQ 07	X	X	X	X	X	X	X												
		A.80	Categoría ARQ 08	X	X	X	X	X	X	X	X											
		A.90	Categoría ARQ 09	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
EST	A	E.10	Categoría EST 01	X	X	X	X	X	X	X	X											
		E.20	Categoría EST 02	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									
		E.30	Categoría EST 03	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
INST	A	I.10	Categoría INST 01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		I.20	Categoría INST 02	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		I.30	Categoría INST 03	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	B	I.10	Categoría INST 01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		I.20	Categoría INST 02	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		I.30	Categoría INST 03	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

MATRIZ DE COLISIONES PRECONSTRUCCIÓN			DISCIPLINA	ARQ									EST						INST									
			PRIORIDAD	A									A			B			A		B		C					
			GRUPO	A.10	A.20	A.30	A.40	A.50	A.60	A.70	A.80	A.90	E.10	E.20	E.20	E.10	E.20	E.20	I.10	I.20	I.10	I.20	I.30	I.10	I.20	I.30	I.40	
DISCIPLINA	PRIORIDAD	GRUPO	DESCRIPCIÓN	Categoría ARQ 01	Categoría ARQ 02	Categoría ARQ 03	Categoría ARQ 04	Categoría ARQ 05	Categoría ARQ 06	Categoría ARQ 07	Categoría ARQ 08	Categoría ARQ 09	Categoría EST 01	Categoría EST 02	Categoría EST 02	Categoría EST 01	Categoría EST 02	Categoría EST 02	Categoría INST 01	Categoría INST 02	Categoría INST 01	Categoría INST 02	Categoría INST 03	Categoría INST 01	Categoría INST 02	Categoría INST 03	Categoría INST 04	
ARQ	A	A.10	Categoría ARQ 01	X																								
		A.20	Categoría ARQ 02	X	X																							
		A.30	Categoría ARQ 03	X	X	X																						
		A.40	Categoría ARQ 04	X	X	X	X																					
		A.50	Categoría ARQ 05	X	X	X	X	X																				
		A.60	Categoría ARQ 06	X	X	X	X	X	X																			
		A.70	Categoría ARQ 07	X	X	X	X	X	X	X																		
		A.80	Categoría ARQ 08	X	X	X	X	X	X	X	X																	
		A.90	Categoría ARQ 09	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
EST	A	E.10	Categoría EST 01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		E.20	Categoría EST 02	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		E.30	Categoría EST 03	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	B	E.10	Categoría EST 01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		E.20	Categoría EST 02	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		E.30	Categoría EST 03	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
INST	A	I.10	Categoría INST 01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		I.20	Categoría INST 02	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		I.30	Categoría INST 03	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	B	I.10	Categoría INST 01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		I.20	Categoría INST 02	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		I.30	Categoría INST 03	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		C	I.10	Categoría INST 01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			I.20	Categoría INST 02	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			I.30	Categoría INST 03	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

- Se deben definir las reglas de medición, qué se intersecciona con qué, **para evitar tener un número elevado de colisiones**, que hace que la auditoría sea insostenible.

## ESTÁNDARES

El intercambio de información respecto a incidencias y colisiones tiene establecido un estándar denominado **BCF**. BCF es la abreviatura de BIM Collaboration Format, que es un formato abierto para la comunicación. En general, el formato de colaboración BIM (BCF) permite que diferentes aplicaciones BIM se comuniquen entre sí de una manera basada en el modelo. Entre diferentes aplicaciones, la versión actual BCF 2.1 permite la transmisión de:

- Anotaciones relacionadas con el modelo (los llamados problemas)
- Los elementos afectados en el modelo (mediante GUIDs de objetos)
- Secciones de pantalla reproducibles.

Esta **comunicación basada en el modelo mejora la coordinación**. De este modo, se puede intercambiar de forma selectiva información sobre las incidencias en el modelo, su ubicación, la dirección de visualización, el componente, las observaciones, el usuario, la hora o incluso los cambios en el modelo de datos IFC.



# RESPONSABILIDADES

El modelo para construcción no va a desarrollarse 100% con todos sus alcances en fase de diseño, y aunque el grueso del proyecto recae en el proyectista, hay algunas actividades o elementos en el modelo BIM que la constructora tendrá que incorporar por su cuenta.

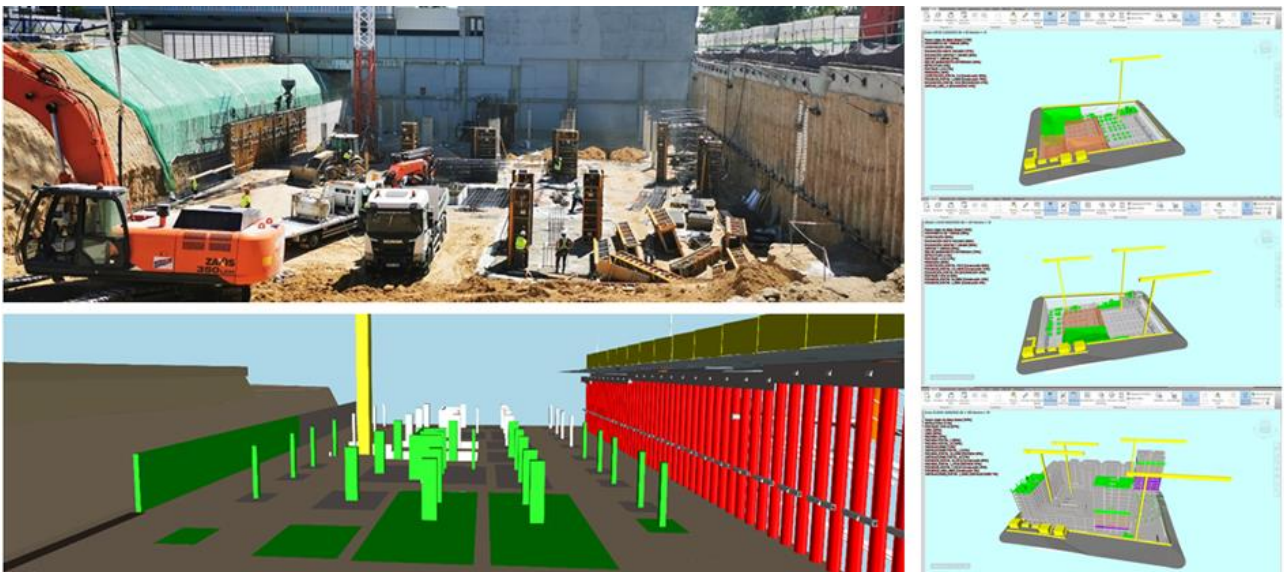
Entre los ejemplos de actividades que recaen sobre la constructora podríamos reseñar:

## PLANIFICACIÓN

Una de las labores en las que la constructora tiene que hacer mucho hincapié es en la planificación de la obra, y el uso de modelos BIM para tal fin, abre otro campo de trabajo tremendamente potente.

La planificación de las obras históricamente se ha gestionado a través de programas de planificación basadas en actividades organizadas a través de un diagrama de Gantt. La tecnología actual nos permite vincular la planificación al modelo BIM, y representar visual y constructivamente el proceso edificatorio de un proyecto.

Esto nos posibilita acercar la planificación a todo tipo de perfiles, incluso los no tan técnicos, como pudiera ser un encargado de obra o las empresas subcontratadas, y contar con su experiencia y conocimiento. La toma de decisiones es más sencilla, y podemos optimizar con más seguridad la planificación de la obra.



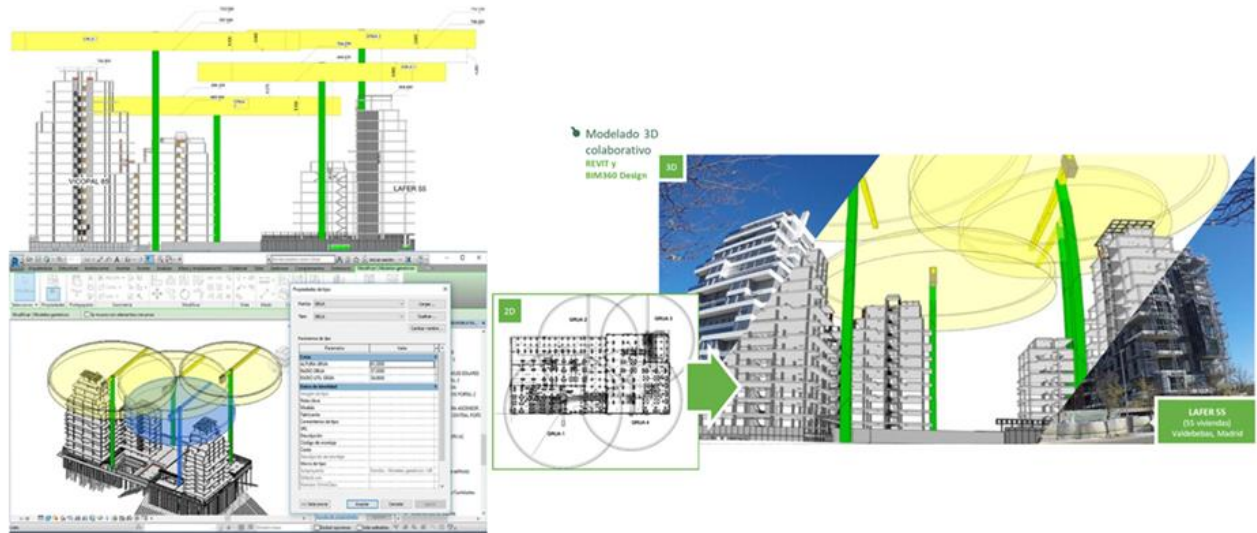
## MEDIOS AUXILIARES

Dentro de un proyecto, ya sea tradicional o BIM, no se incluye la gestión de los medios auxiliares necesarios durante la ejecución, sin embargo, el modelo BIM nos permite una gestión muy controlada de los mismos.

Cuanto hablamos de medios auxiliares, podemos contemplar tanto grúas, como andamios tubulares o motorizados, plataformas de carga y descarga, cimbras y apuntalamientos especiales, sistemas de prevención colectiva como horcas o sistema RSA, etc.



Desde la constructora es fundamental llevar este tipo de control durante la ejecución, entre otras cosas, porque deben coordinar estos elementos con el resto de las disciplinas, y además permite gestionar las mediciones de los mismos, o los alquileres, según el caso.





# CONCLUSIONES

Uno de los principales hándicaps que nos encontramos es que cada empresa tiene estrategias de modelado diferentes, lo cual está producido, principalmente, porque al no haber un interés generalizado para que los modelos BIM se utilicen en obra, los requisitos de cliente no son demasiado estrictos ni adaptados a los alcances BIM necesarios en la fase de ejecución, y por tanto los diseñadores opten por el procedimiento de trabajo que entienden que es mejor para ellos.

Esto provoca que, en muchas ocasiones, plantear nuevas estrategias de modelado impacte de lleno con la filosofía de trabajo y por tanto sea muy difícil dar el salto. En muchas ocasiones también, vemos que generar un modelo BIM construible no supone un extra de esfuerzo, y por ello abogamos por redefinir la forma de trabajo, ya que labores que pudieran ser muy complejas se convierten en labores sencillas con herramientas como la programación y automatización de tareas, o simplemente utilizando un procedimiento mejorado.

Por ejemplo, se puede automatizar de forma sencilla la creación de acabados o elementos que normalmente no encontramos en los modelos BIM por la teórica complejidad de modelado, como por ejemplo los acabados: pinturas, enfoscados, yesos, o rodapiés. Existen plugins gratuitos para ello que permiten el modelado de estos elementos en escasos minutos.

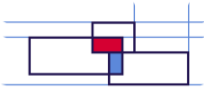
Otra práctica interesante para no incurrir en una labor ardua de modelado, por ejemplo, consiste en generar familias que contengan elementos anidados, de forma que con el modelado de un sólo elemento podamos tener la medición de distintas partidas.

Un ejemplo claro, puede ser un elemento de zapata aislada, el cual tenga alojadas familias anidadas del hormigón de la zapata, del hormigón de limpieza, y otra familia para el vaciado. Modelando una sola familia cubrimos 3 partidas.

Lo mismo ocurre con una familia de ventana, la cual puede tener asociado los vierteaguas, los cargaderos, jambas, persianas, los vidrios, etc. Modelando una sola familia cubrimos varias partidas que de otra forma sería muy complicado o laborioso de modelar.

Por otro lado, a la hora de generar un modelo BIM con un alcance BIM enfocado a construcción, debemos pensar que el presupuesto tiene que estar lo suficientemente dividido como para poder gestionar cada tajo de forma independiente en medición y plazo, ya que hay ciertas partidas que históricamente se han unificado en una sola partida, y da como resultado una nula capacidad de gestión de estas. Un ejemplo podría ser una fachada, o un muro medianero donde las distintas capas no son necesariamente iguales a nivel geométrico, y además no se ejecutan al mismo tiempo, con lo cual no pueden estar modeladas como un elemento único.

En esta línea, a modo de buenas prácticas, creemos que es conveniente también rediseñar unos criterios de medición que atiendan a las mediciones netas que arroje el modelo, y no a criterios arbitrarios de medición que además varían entre empresas contratistas y subcontratistas. Es una buena práctica tomar el valor neto de los elementos BIM y repercutir los incrementos, por cuestiones diversas, como pueden ser incorporar la medición de los



huecos en fachada, a través del precio unitario. De esta forma no incurrimos en transformaciones de mediciones, y tomaremos la medición directa del modelo BIM.

Todas estas líneas de actuación pretenden dar como resultado un flujo de trabajo que permita obtener un modelo BIM útil en obra, y que permita una continuación real al modelo BIM de proyecto

Para poder lograr todo lo descrito y permitir que se usen los requerimientos establecidos, tanto por el promotor como la constructora, es necesario que haya una colaboración eficiente y definida mediante procesos BIM, por la misma implantación de la metodología BIM y/o incluirlo mediante un contrato que defina responsabilidades y prácticas necesarias en el proceso del desarrollo del proyecto.

El dejar que determinados agentes participen en etapas tardías, como la constructora, es un grave error y no permite que la ejecución del proyecto sea efectivo y beneficioso para todas las partes.

Es importante que la colaboración sea el principal pilar en el desarrollo de todo proyecto, ya que todos necesitamos llegar a un mismo fin, que es el de desarrollar un activo en base a un modelo colaborativo que pueda ejecutarse y usarse en todas las fases de su ciclo de vida.

-----COLABORACIÓN REAL-----