



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
INGENIERIA CIVIL – TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN

**APLICACIÓN DE BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) EN LA  
FORMULACIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS**

**TESIS**  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA

**PRESENTA:**  
DAVID GUSTAVO RAMIREZ RODRIGUEZ

**TUTOR PRINCIPAL**  
M. I. SERGIO MACUIL ROBLES

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX, JUNIO 2018

**JURADO ASIGNADO:**

**Presidente: DR. MEZA PUESTO JESÚS HUGO**

**Secretario: M. I. MENDOZA ROSAS MARCO TULIO**

**Vocal: M. I. MACUIL ROBLES SERGIO**

**1<sup>er.</sup> Suplente: M. I. NARCIA MORALES CARLOS**

**2<sup>d o.</sup> Suplente: ING. CASAR MARCOS GUILLERMO**

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: **México, CDMX**

**TUTOR DE TESIS:**

NOMBRE

**M. I. SERGIO MACUIL ROBLES**

---

FIRMA

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS por permitirme poder realizar una meta y un sueño más en mi vida

A mis padres y a mis hermanos por apoyarme en todo momento, por sus consejos, sus ánimos y su amor incondicional, este trabajo es para ustedes

A mis amigos de la maestría por su apoyo en todo momento, por las aventuras que vivimos, por las experiencias que me compartieron y en especial por su amistad

A mi tutor Sergio Macuil Robles por sus consejos, por su apoyo, amabilidad y disponibilidad para poder guiarme en la realización de este trabajo

A CONACYT por brindarme los recursos necesarios para poder completar esta meta durante todo el tiempo que duró

# CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN.....   | 6  |
| OBJETIVOS.....  | 7  |
| HIPÓTESIS .....   | 8  |
| PROBLEMÁTICA.....   | 8  |
| METODOLOGÍA.....  | 9  |
| JUSTIFICACIÓN.....  | 10 |
| ALCANCE .....   | 10 |
| 1    MARCO TEORICO .....  | 11 |
| 1.1    Tipos de proyecto Inmobiliarios .....                              | 11 |
| 1.2    Fases del desarrollo de proyectos Inmobiliarios.....               | 12 |
| 1.3    Estudios necesarios para los proyectos inmobiliarios.....          | 18 |
| 1.3.1    Estudio de prefactibilidad.....                                  | 18 |
| 1.3.2    Estudio de mercado .....   | 19 |
| 1.3.3    Estudio técnico .....  | 19 |
| 1.3.4    Estudio de impacto ambiental.....                                | 20 |
| 1.3.5    Estudio económico-financiero.....                                | 21 |
| 1.3.6    Cambios del valor del dinero en el tiempo.....                   | 22 |
| 1.3.7    Análisis de riesgos e incertidumbre.....                         | 23 |
| 1.4    ¿Qué es la metodología BIM (Building Information Modelling)? ..... | 24 |
| 1.5    Orígenes de la metodología BIM.....                                | 27 |
| 1.6    Herramientas BIM usadas.....                                       | 28 |
| 1.6.1    Requisitos del sistema y recomendaciones para REVIT .....        | 33 |
| 1.7    Metodología BIM .....  | 36 |
| 1.8    Características de modelos de información BIM.....                 | 38 |
| 1.8.1    Comprensión de los campos BIM .....                              | 38 |
| 1.8.2    Modelado paramétrico.....  | 40 |
| 1.8.3    LOD (level of detail) o nivel de desarrollo.....                 | 42 |
| 1.8.4    La interoperabilidad de los modelos BIM .....                    | 43 |
| 2    PROBLEMÁTICA DE LOS PROYECTOS INMOBILIARIOS EN MEXICO .....          | 45 |
| 2.1    Problemas financieros.....   | 45 |
| 2.1.1    Recursos financieros limitados.....                              | 46 |
| 2.1.2    Alto nivel de endeudamiento.....                                 | 46 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| 2.1.3 | Cartera vencida excesiva .....  | 47  |
| 2.1.4 | Incrementos en el costo de la materia prima .....   | 48  |
| 2.1.5 | Falta de capital para invertir .....  | 48  |
| 2.1.6 | Dificultad para adquirir préstamos .....  | 51  |
| 2.1.7 | Falta de capital de trabajo .....   | 52  |
| 2.2   | Problemas de planeación financiera. ....  | 54  |
| 2.3   | Cambio de alcance en el proyecto .....  | 56  |
| 2.4   | Bajo nivel en el plan de ventas .....   | 59  |
| 3     | APLICACIÓN DE MODELOS "BIM" (BUILDING INFORMATION MODELING)<br>EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO. .... | 62  |
| 3.1   | Casos de éxito .....  | 63  |
| 3.2   | Normatividad BIM.....   | 72  |
| 3.2.1 | Normatividad y estándares usados para BIM.....  | 72  |
| 3.2.2 | Guías UBIM .....  | 73  |
| 3.2.3 | Norma BIM en México .....   | 74  |
| 3.2.4 | Encuesta nacional de la implementación de BIM .....   | 75  |
| 3.3   | Las dimensiones BIM y sus ventajas .....  | 81  |
| 3.3.1 | 3D: modelización.....   | 81  |
| 3.3.2 | 4D: Programación del proyecto .....   | 82  |
| 3.3.3 | 5D: Cuantificación.....   | 86  |
| 3.3.4 | 6D: Análisis energético .....   | 87  |
| 3.3.5 | 7D: Mantenimiento y operación .....   | 90  |
| 3.4   | Desventajas de la implementación BIM en la actualidad .....   | 93  |
| 3.4.1 | Problemas de interoperabilidad .....  | 93  |
| 3.4.2 | Desafíos de implementación y operación .....  | 95  |
| 4     | ADOPCIÓN DE BIM EN UNA EMPRESA .....  | 96  |
| 4.1   | Fases de Adopción BIM .....   | 96  |
| 4.1.1 | Fase 1: Evaluación de necesidades, oportunidades y Expectativas BIM .....   | 98  |
| 4.1.2 | Fase 2: Evaluación de la empresa y el personal .....  | 98  |
| 4.1.3 | Fase 3: Desarrollo de un plan de adopción BIM para la empresa .....   | 99  |
| 4.1.4 | Fase 4: Selección de herramientas (software y hardware) .....   | 100 |
| 4.1.5 | Fase 5: Desarrollo de capacidades, seguimiento y refuerzo de avances .....  | 103 |
| 4.1.6 | Fase 6: Desarrollo de directrices para BIM .....  | 104 |

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| 4.2   | BIM en la fase de preconstrucción .....              | 105 |
| 4.2.1 | Plan de Ejecución BIM (BEP) en Preconstrucción ..... | 105 |
| 4.2.2 | Fase de conceptualización .....                      | 110 |
| 4.2.3 | Fase de desarrollo .....                             | 119 |
| 4.2.4 | Fase de Licitación-Oferta .....                      | 126 |
| 4.2.5 | Fase de Contrato .....                               | 132 |
| 4.2.6 | Fase de Planificación .....                          | 140 |
| 4.2.7 | Fase Financiera .....                                | 146 |
|       | CONCLUSIONES .....                                   | 151 |
|       | BIBLIOGRAFÍAS Y FUENTES CONSULTADAS .....            | 154 |

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad son muchos los proyectos inmobiliarios que presentan deficiencias constructivas, como retrasos e incluso existen muchos proyectos que están clausurados, todo esto se debe a que se presentan deficiencias en la formulación del proyecto en sus etapas tempranas como el diseño, planeación, presupuesto, normatividad, etc.

Todo esto lleva a un solo resultado, pérdida de dinero.

La rentabilidad de los proyectos inmobiliarios está en el flujo de efectivo que estos reciben como las rentas, pero si se están sufriendo retrasos y sobrecostos en la obra este flujo se ve afecto de manera significativa y genera problemas con los clientes e incluso con bancos o inversionistas dependiendo de la manera que se esté financiando el proyecto.

La complejidad de los proyectos de edificaciones requeridos por los clientes hoy en día es cada vez mayor, con una gran variedad de instalaciones, materiales, insumos y procedimientos que exigen la aplicación no solo de herramientas eficaces de gestión y planificación en la etapa de construcción, sino también de una adecuada revisión, compatibilización y realimentación del diseño del proyecto antes de llegar a esa etapa. Sin embargo, muchas veces el diseño del proyecto pasa a la etapa de construcción con documentos incompletos, no compatibilizados con errores e interferencias entre especialidades, obligando a la constructora a asumir el liderazgo en revisar y rectificar esas deficiencias, y lo que es más crítico es que esta revisión se da muchas veces en plena construcción del proyecto, lo cual podría incidir negativamente en los plazos y costos si estas deficiencias no son detectadas a tiempo utilizando las herramientas adecuadas.

Problemas como estos se pueden evitar pero ¿Por qué siguen pasando estos problemas? ¿Porque clausuran proyectos que apenas empiezan a construirse? ¿Por qué no se previenen estas circunstancias en etapas tempranas del proyecto?, todo esto pasa por no tener una buena metodología la cual permita una buena planeación del proyecto desde su etapa de preconstrucción hasta la etapa de operación.

Una metodología emergente es BIM que es el acrónimo de “Building Information Modeling” o en español, “Modelado de Información para la Edificación”. Es una metodología innovadora que facilita la comunicación entre los actores del proceso constructivo (arquitectos, ingenieros, constructores y usuarios), permitiendo crear y utilizar información coordinada y coherente sobre un proyecto, información con la que se pueden visualizar los diseños en su contexto, analizar el comportamiento estructural en situaciones reales y tomar decisiones sobre el diseño en fases más tempranas del proceso. Con BIM, las distintas disciplinas intercambian información de manera eficiente, crean representaciones digitales de todas las fases del proceso de construcción y simulan el rendimiento en los procesos reales, lo que agiliza el flujo de trabajo, aumenta la productividad y mejora la calidad.

Una vez finalizada la ejecución del proyecto, cabe la posibilidad de vincular el modelo as-built con otro tipo de actividades, como pueden ser las labores de mantenimiento de las instalaciones, consiguiendo reducir los costes derivados de las mismas.

Si se emplea la metodología BIM desde etapas tempranas del proyecto, lograremos incrementar otros beneficios que harán aumentar al mismo tiempo la calidad del producto construido.

Por otro lado, son varias las aplicaciones y los usos que ofrece BIM. Por un lado se logra detectar errores y aumentar productividad, además de controlar con mayor facilidad los documentos, llegando a constituirse incluso como herramienta de comunicación y marketing. Como se ha comentado, BIM es rentable para proyectos complejos y de gran envergadura. No obstante se consigue aumentar la calidad en cualquier tipo de proyecto, como valor añadido de gestión.

BIM es una herramienta de gestión para proyectos que está emergiendo en nuestra industria, y los ingenieros la utilizan para poder optimizar los recursos del proyecto y así cumplir con los estándares requeridos, cabe mencionar que BIM no nos solucionara todo, el ingeniero debe de saber cómo debe implementarlo para poder conseguir sus metas.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

El objetivo principal de este trabajo de tesis es evaluar el impacto de la implementación de las tecnologías BIM sobre la rentabilidad de un proyecto inmobiliario, demostrando que es necesario y conveniente definir y detallar mejor la información del proyecto ejecutivo y detalles constructivos, para facilitar la ejecución de la obra, definiendo todos los detalles necesarios para lograr una mayor fluidez y mejores resultados al momento de construir.

### **OBJETIVO PARTICULAR:**

- Mostrar los beneficios que tiene el modelo de información (BIM) tanto sus características y ventajas y como estos pueden ayudar de una mejor manera en las etapas de preconstrucción.
- Comparar los métodos tradicionales que se implementan en las etapas de preconstrucción contra los métodos que se implementan utilizando modelos de información (BIM) en estas mismas etapas y destacar cual genera los mayores beneficios para un proyecto.

## **HIPÓTESIS**

Los proyectos cada vez son más complejos y requieren de un mayor número de recursos y de agentes involucrados. Las técnicas tradicionales ya no son aptas para gestionar este tipo de proyectos, por las deficiencias que presentan en las fases de los proyectos complejos. Estas técnicas muestran una pobre colaboración desde la etapa de diseño.

Empleando la metodología BIM, se logra detectar errores en las etapas posteriores, que en la mayor parte de los casos vienen causadas por faltas en la documentación distribuida y deficiencias en la comunicación.

El modelo central que ofrece BIM muestra una información clara en todo momento y una visualización real de lo construido. El cliente participa del proyecto y se plantean estrategias de colaboración, integración y coordinación entre todos los agentes.

BIM se constituye como una herramienta indispensable y colaborativa, que minimiza el complicado acceso a la información del proyecto que presentan las metodologías tradicionales. Gracias a la interoperabilidad que ofrece BIM se logra alcanzar los objetivos de las empresas. En lo referente al cliente, se logra ahorrar costes y cumplir con los plazos. La empresa constructora consigue un mayor control y consigue una mayor satisfacción del cliente. Por último, en lo que compete a los técnicos, estos ahorran costes y reduce el tiempo en las labores a desempeñar.

## **PROBLEMÁTICA**

En la actualidad existen muchos proyectos inmobiliarios que están inconclusos, o que se encuentran detenidos por periodos largos de tiempo, a pesar de estar muy bien ubicados, con viviendas bien diseñadas y con buena calidad de construcción.

Esto se debe a que se presentan deficiencias en la formulación del proyecto en sus etapas tempranas como el diseño, planeación, presupuesto, normatividad, etc.

Uno de los principales problemas es la mala integración de las disciplinas del proyecto como lo son la arquitectónica, la estructural y la de instalaciones. La mala integración de estas disciplinas puede generar retrasos y sobre costos en la ejecución de la obra lo cual conlleva a pérdida de dinero para el cliente. Al no tener un sistema que integre estas disciplinas conjuntamente al momento de que surjan cambios en el proyecto la integración de estas disciplinas se vuelve más complicada y tardía, lo que lleva a tener problemas y atraso de la obra.

Muchos proyectos inmobiliarios tienen problemas con la normatividad sobre las áreas de construcción de las cuales ellos pueden usar, al no seguir la normatividad referente a este tema muchos proyectos son clausurados al momento de empezar a construir, pero este problema se genera desde el inicio del proyecto ya que esto se debe prevenir desde un principio, desde su fase inicial se debe seguir la normatividad para determinar qué cantidad de áreas verdes se deben dejar con respecto al área de construcción que se tendrá, desde un principio se debe de conocer el uso de suelo que hay y si se desea tener más niveles de

construcción se debe solicitar el cambio de uso de suelo para poder explotarlo al nivel que se desee.

Como se mencionó al surgir cambios en el proyecto se pueden generar problemas en la construcción como la interferencia entre disciplinas, un claro ejemplo de esto es la interferencia entre el área de estructuras con el área de instalaciones, un ducto de ventilación puede pasar sobre una viga de concreto la cual no puede disminuir su área efectiva, lamentablemente este tipo de problemas se presentan ya que se está construyendo el proyecto y al no tener en cuenta este problema genera atraso y costo adicional. Lo cual conlleva a pérdida de ingresos para el cliente por el retraso y la empresa que construye pierde credibilidad en su calidad y control de su trabajo.

El mayor problema en los proyectos inmobiliarios es la mala planeación financiera, el factor clave para cuidar la rentabilidad del negocio es la administración de los recursos financieros, en la actualidad no se generan cierres financieros lo que atrae a que el cliente no le pague a la constructora y este debe de retrasar la construcción por falta de recursos. Debe de existir una buena planeación referente a la construcción y su financiamiento para no generar retraso y problemas con los clientes al no entregar el inmueble en el tiempo pactado.

Por las deficiencias anteriormente expuestas es imprescindible la utilización de la metodología BIM en la fase más temprana del ciclo de vida, involucrando a todos los participantes, desde el cliente hasta el último subcontratista.

Con la elaboración del modelo 3D con toda la información incorporada, es posible hacer preconstrucción y adelantarse a los problemas, dando soluciones en todas las fases del proyecto, mejorando la planificación de la construcción y reduciendo los accidentes y la mejora de los aspectos energéticos y de sostenibilidad del edificio.

## **METODOLOGÍA**

Se realizara una extensa revisión bibliográfica de documentos relacionados con el desarrollo de proyectos, planificación y metodologías para el control de los trabajos con la implementación del BIM y tecnologías de información señalando las ventajas en la productividad de los proyectos. Se complementará dicha recopilación de información mediante artículos y tesis publicadas a nivel nacional e internacional con el fin de evaluar el estado actual de la implementación de las tecnologías BIM en la industria de la construcción.

Se realizaran entrevistas con diferentes especialistas en el área para determinar las habilidades y beneficios que obtienen con la implementación de los sistemas de Tecnologías de Modelos de Información (BIM) para el desarrollo de los proyectos ejecutivos.

Se aplicara el uso de las Tecnologías de Modelos de Información (BIM) en el desarrollo de un proyecto inmobiliario para determinar cuáles son las ventajas que estas tecnología tienen contra los métodos tradicionales y así poder demostrar la necesidad de la implementación de esta herramienta de gestión para poder realizar mejores proyectos que cumplan con los costos y los tiempos establecidos.

## **JUSTIFICACIÓN**

La realización de este trabajo es demostrar como con la herramienta BIM se pueden optimizar los recursos en los proyectos inmobiliarios, desde etapas tempranas se pueden optimizar recursos como en la integración de documentos para tener bien definido el proyecto ya que si no se tiene definido el proyecto este ira cambiando sin control alguno lo cual genere problemas futuros, como retrasos, suspensiones de obra, sobre costos en la construcción, mala planeación en la construcción y en la adquisición de recursos económicos.

Se pretende fomentar las ventajas que tiene la implementación de esta herramienta en la formulación de los proyectos inmobiliarios, ya que en la actualidad en nuestro país es una metodología que apenas se va adoptando pero que sin duda es necesaria su implementación para poder optimizar de una mejor manera toda la ejecución de un proyecto desde su etapa de preconstrucción hasta su etapa de operación.

## **ALCANCE**

Se pretende hacer un análisis en donde con la herramienta BIM se pueda optimizar los diseños, el tiempo de construcción y el costo del proyecto, para así poder definir un plan para el desarrollo de un proyecto utilizando esta herramienta y así obtener los mejores resultados posibles.

El plan de desarrollo del proyecto contendrá:

- ❖ Permisos
- ❖ Fuente de financiamiento
- ❖ Procesos constructivos
- ❖ Proyecto ejecutivo (completo)
- ❖ Preventa (arrendamiento)
- ❖ Esquema de mantenimiento

Y así de esta manera se pueda fomentar la necesidad de la utilización de esta herramienta en nuestra industria ya que apenas se está adaptando en nuestro país, y así los alumnos y profesionistas conozcan las ventajas que esta herramienta ofrece.

# **1 MARCO TEORICO**

## **1.1 Tipos de proyecto Inmobiliarios**

Cualquier proyecto que involucre una obra de construcción sobre un bien raíz, destinado a usos civiles que no sean de infraestructura es un proyecto inmobiliario. La compra de un terreno y la construcción de su casa, es un proyecto inmobiliario. La compra de un terreno y la construcción de sus instalaciones industriales, es un proyecto inmobiliario. La compra de un terreno para construir un edificio y destinar las unidades a la venta o a la renta, es un proyecto inmobiliario.

Existen distintos productos inmobiliarios dependiendo de a quién va dirigido el proyecto inmobiliario. Los cinco más importantes son:

- 1) Corporativo (renta o venta de oficinas),
- 2) Comercial (renta o venta de locales comerciales),
- 3) Residencial (Unifamiliar y Multifamiliar),
- 4) Industrial (renta o venta de fábricas, parques industriales, entre otros) y
- 5) Otros (uso mixto)

### **Los proyectos de Uso Mixto**

Desarrollo de uso mixto es en sentido amplio todo desarrollo urbano, suburbano o pueblo, o incluso un solo edificio, que mezcla una combinación de usos residenciales, comerciales, culturales, institucionales o industriales, donde las funciones están física y funcionalmente integradas, y que proporciona conexiones peatonales.

De acuerdo con las principales organizaciones de bienes raíces de los Estados Unidos (ICSC, NAIOP, NMHC y BOMA), un desarrollo de uso mixto es un proyecto inmobiliario con la integración planificada de una combinación de tiendas, oficinas, residencial, hotel, recreación u otras funciones. Está orientado a los peatones y contiene elementos de un entorno de trabajar-vivir-jugar. Se maximiza el uso del espacio, cuenta con instalaciones, una expresión arquitectónica, tiende a reducir el tráfico y la expansión.

### **Tipos de desarrollos de uso mixto**

En la actualidad, existen una gran cantidad de desarrollos de este tipo y han adoptado las formas más inverosímiles, sin embargo, las formas más comunes son:

- Conjuntos integrados por Centros Comercial, Oficinas y Edificios de Departamentos
- Oficinas con áreas de conveniencia o zonas comerciales
- Edificio de Departamento con áreas de comercio en planta baja
- Conjunto residencial con áreas comerciales y de servicio
- Hotel con zonas comerciales o con restaurantes operados por marcas de prestigio
- Hospital con zona comercial y restaurantera operados por marcas de prestigio
- Zona industrial con áreas de comercio
- Universidades con áreas comerciales y cafeterías operados por marcas de prestigio.



*Imagen 1-1: Proyecto Inmobiliario Residencial*



*Imagen 1-2: Proyecto Inmobiliario Comercial*



*Imagen 1-3: Proyecto Inmobiliario Mixto*

## **1.2 Fases del desarrollo de proyectos Inmobiliarios**

Un proyecto es un proceso que se puede dividir en muchos subprocesos interdependientes diferentes. Para la organización responsable del proyecto, la ejecución en fases es un medio para hacer seguimiento a la relación de los objetivos y evaluar los riesgos, relacionados, con el fin de lograr un compromiso progresivo.

## **1.- Conceptualización del proyecto**

La conceptualización de un proyecto inmobiliario inicia con la identificación de una propiedad o terreno, con ciertas características que cubra una demanda o necesidad en una zona determinada. Esta conceptualización comprende la pre-estructuración legal y financiera del proyecto, estudios de factibilidad y conceptual, análisis de riesgos. Evaluación de la viabilidad del desarrollo inmobiliario.

## **2.- Legislación, marco jurídico y fiscal de operaciones inmobiliarias**

Revisar que sea viable la obtención de los permisos necesarios de acuerdo a la legislación vigente. Legislación federal, ley general de asentamientos humanos, plan nacional de desarrollo urbano, ley general de vivienda, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, legislación estatal. Considerar el régimen jurídico de la propiedad, ordenación urbanística y régimen de suelo, el registro público de la propiedad, valuación de inmuebles, cargas fiscales y marco jurídico aplicable a operaciones inmobiliarias. Disposiciones fiscales, fideicomisos, certificados de participación inmobiliaria, ISR y IETU, tratamiento del IVA, ingresos, deducciones, aportaciones de capital, proyecto de ley contra el lavado de dinero, etc.

## **3.- Plan de negocios y financiamiento**

Documentar el análisis de la información, la viabilidad y factibilidad del proyecto inmobiliario. Desarrollar la propuesta, su enfoque, su objetivo, analizando diversos factores como: el marketing y benchmarking, riesgos, contingencias y oportunidades, fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, los recursos a emplear (financieros, jurídicos, legales, humanos, tecnológicos, etc.), alcances, costos y utilidades. Identificar las fuentes de financiamiento para el desarrollo del proyecto inmobiliario, recursos propios del desarrollador, aportes de capital de inversionistas, créditos puente y créditos directos, buró de crédito, tasas de interés, garantías, etc.

## **4.- Compra o aseguramiento de la propiedad**

La compra o aseguramiento de la propiedad resulta trascendental y se puede efectuar después del estudio de factibilidad. Asegure el evalúo de la propiedad, que se encuentre libre de gravamen, el financiamiento, la escrituración y la gestión de trámites.

## **5.- Diseño, planeación y organización del desarrollo.**

Abarca el diseño arquitectónico, ingenierías, consultores, contratistas, servicios legales y contables, estudios, presupuestos, programas, manuales, políticas y procedimientos; así como la planeación de obra, procesos constructivos y adquisición de recursos.

## **6.- Estudios y permisos.**

Realizar y gestionar los estudios, permisos y documentación que requieran las autoridades gubernamentales para la realización del desarrollo inmobiliario.

## **7.- Construcción.**

Construir el desarrollo inmobiliario de acuerdo al diseño, lineamientos y la planeación definida.

A continuación se efectuara una descripción general de cada una de las etapas de construcción inmobiliaria.

### **Preliminares (esquema básico)**

Es la etapa más importante del proyecto, porque en ella la gerencia deberá establecer claramente las condiciones generales de su desarrollo, apoyadas en los esquemas iniciales (planteamiento arquitectónico), efectuados por el arquitecto diseñador o en su propia visión del proceso.

El esquema básico arquitectónico es la base para el desarrollo del estudio de pre-factibilidad o de factibilidad, en él se plasmaran a nivel de esquema cada una de las determinantes físicas y aplicadas del programa a construir, al igual que todos los conceptos de mercado y mercadeo recogidos de la investigación efectuada y los parámetros de costos y especificaciones generales analizadas.

Como resultante se obtendrá un esquema que incluye una serie de propuestas iniciales:

- Áreas probables de construcción y ventas
- Numero probable de unidades a construir
- Área probable de cada unidad prototipo
- Conformación optima del proyecto y sus unidades o sus posibles alternativas de agrupación
- Perfil del usuario que probablemente ocupara el proyecto
- Costo probable de cada unidad prototipo y sus especificaciones generales
- Costos totales probables del proyecto y su terreno
- Porcentajes probables de endeudamiento y su incidencia dentro dl globo total de costos
- Rentabilidad probable del proyecto.

### **Gestión Etapa preliminar del proyecto.**

El estudio de factibilidad del proyecto es un concepto que se tiene sobre el estudio de un proyecto arquitectónico es más un estudio que se concibe en términos económicos y que presenta como resultado las diferentes posibilidades que tiene el proyecto para su realización. Además. Le da luz verde al planteamiento (fase del proyecto que va más allá de la concepción simplemente económica).

### **Pre-dimensionamiento (anteproyecto)**

Como su nombre lo indica, se busca en esta etapa la dimensión preliminar de la construcción a desarrollar. Es una etapa intermedia entre el planteamiento, el esquema básico y la verdadera magnitud del compromiso.

Es obvio que el punto de partida del pre-dimensionamiento del proyecto será la aprobación de la etapa preliminar por parte de la entidad contratante y que se hayan efectuado todos y cada uno de los pasos previstos que aseguran la factibilidad del proyecto. Por lo tanto el primer punto que se debe tratar, cuando se tiene la certeza de que el proyecto se va a realizar, es la definición del grupo de trabajo técnico, sus alcances y sus honorarios.

El pre-dimensionamiento es la idea general del proyecto y su estudio se debe hacer con base en las necesidades y fines de la entidad contratante, las normas oficiales vigentes y el monto de la inversión probable de la obra, estimada de común acuerdo entre el arquitecto y la entidad contratante.

Para el desarrollo de la presente etapa pueden considerarse las gestiones que presenta a continuación:

| Factor          | Gestión   |
|-----------------|---|
| Administrativo  | Determinación de funciones y definición de políticas de interacción y participación del grupo de trabajo.                   |
| Legal           | Ejecución y aprobación de contratos y documentos legales. Determinación de garantías.                                       |
| Normativo       | Aprobación de propuestas, establecimiento de límites y parámetros de cumplimiento de normas. Obtención de licencias previas |
| Técnico         | Verificación del cumplimiento de requisitos y aprobación de propuestas en planos, especificaciones y estudios.              |
| Comercial       | Verificación del cumplimiento de requisitos comerciales y aplicación en planos. Plan de ventas preliminar                   |
| Financiero      | Aprobar estructura de financiamiento, definir parámetros y procedimientos   |
| Económico       | Implementar estructura de costos y mecanismos de control  |
| Ambiental       | Aprobar estructura de programa ambiental  |
| Calidad         | Definir mapa de proceso e interrelaciones   |
| Complementarios | Aprobar diseños y estudios de tal forma que respondan a los parámetros establecidos.<br>Implementar mecanismos de control   |

|                     |  |
|---------------------|--|
|                     | Determinar las etapas en términos de cantidad, precio y localización de los inmuebles.   |
| Documento de salida | Aprobación de diseños, estudios y especificaciones preliminares. Elaboración plan de trabajo del proyecto y en general, los documentos aprobados que conforman el desarrollo de la etapa y compromiso de cada disciplina |

Gestiones Etapa de pre-dimensionamiento del proyecto.

### **Dimensión Final (Proyecto)**

Corresponde a esta etapa el desarrollo de la verdadera magnitud del proyecto. Todos los proyectos y estudios han pasado por un proceso de estudio tan detallado que solo se requiere llevarlos a lo que comúnmente conocemos como los proyectos en limpio. Por tal razón, es necesario que la gerencia del proyecto esté preparada para determinar los alcances de uno de ellos y pueda así recibir y exigir a cabalidad las condiciones contratadas.

Este será elaborado con base en el anteproyecto aprobado por la entidad contratante y debe contener toda la información necesaria para que la construcción pueda ser ejecutada correctamente desde el punto de vista arquitectónica, en armonía con sin exigencias técnicas.

El proyecto incluye los siguientes trabajos:

- a) Planos de localización
- b) Planos detallados de carpintería, obras metálicas, escaleras. Baños. Etc.
- c) Esquemas de desagüe, iluminación, instalaciones, etc.
- d) Especificaciones detalladas que complementen los planos arquitectónicos
- e) Coordinación de planos técnicos entre sí.
- f) Tramitación ante las autoridades distritales.

### **Construcción**

Se entiende por construcción la realización de los trabajos correspondientes a la ejecución de la obra de acuerdo con el proyecto arquitectónico, estudios de ingeniería, especificaciones y planos técnicos. La obligación del arquitecto a este respecto comprende los siguientes puntos:

- a) Dirección técnica de la construcción
- b) Explicación de los planos a los operarios y a los subcontratistas
- c) Compra de materiales, herramientas y alquilar de equipo
- d) Celebración de subcontratos
- e) Consecución, selección, dirección y pago del personal de la obra.

- f) Rendición periódica de cuentas, según el tipo de contrato
- g) El cumplimiento de todas aquellas actividades necesarias para la completa terminación de los trabajos que se la hayan encomendado.
- h) Deberá entregar a la entidad contratante la construcción y un manual de instrucciones para el uso y mantenimiento de la construcción, dentro del cual estén incluidos los planos arquitectónicos actualizados, los de instalaciones y los de ingeniería.

## **8.- Mercadotecnia inmobiliaria**

Evaluar y desarrollar estrategias de comercialización y difusión de acuerdo a las necesidades o deseos existentes en el mercado inmobiliario, objetivos, pronósticos y presupuesto. Publicidad, relaciones públicas y promociones en sitio.

## **9.- Comercialización: venta / renta y administración**

Efectuar la promoción y venta del desarrollo inmobiliario, o renta y administración del mismo si su objetivo no es la venta.

Aunque cada desarrollo inmobiliario es único y tiene sus peculiaridades, es importante tener siempre presente estos pasos, que son indispensables para garantizar el éxito del desarrollo y asegurar la rentabilidad de los inversionistas, así como el prestigio y la imagen de la empresa desarrolladora.

## **10.- Entrega**

La entrega del proyecto, en apariencia, no se reviste de una gran complejidad, puesto que en el común de los casos se trata simplemente de entregar el producto del proyecto al cliente o al usuario. Sin embargo, en el caso de un proyecto de construcción existen diferentes tipos de entregar, referidas a cada una de las etapas del mismo, que requieren de un proceso muy detallado y cuidadoso de la gerencia del proyecto.

- Entregas de las diferentes etapas de desarrollo de estudios y proyectos, en las cuales se verifica que tanto las políticas como los objetivos específicos de cada uno se cumplan y estén de acuerdo con los requisitos propuestos.
- Entregas físicas del producto del proyecto. En la cual se involucran no solamente los resultados de los proyectos, sino el producto mismo que se ha ofrecido al cliente. Dichas entregas son lo iniciación al cierre del proceso general.

## **11.- Liquidación final**

Es una de las fases que más se han subestimado dentro del proceso. Se ha tomado siempre como los resultados aritméticos del proyecto, en la que se calculan cifras e indicadores para todo un conjunto de actividades, pero solo para justificar los resultados obtenidos, y poner en verdadera magnitud los mayores costos del proyecto, especialmente cuando el contratista depende de ellos para poder finiquitar su participación.

Es necesario, entonces, convertir la fase de liquidación en un verdadero cierre del proyecto, que genere un conjunto de indicadores claros y precisos sobre la presentación de los servicios y del desempeño del grupo de trabajo, entre otros muchos. Estos deben ser el punto de partida para el desarrollo de nuevos proyectos y evidenciar los aspectos positivos y también, los negativos.

## **12.- Retroalimentación**

A primera vista, sería lógico que esta fase fuese incluida en la anterior y conformaran una sola, pero para efectos del desarrollo de proyectos de construcción se hace necesario independizarlas. El motivo de ellos es la duración de los proyectos. En un proceso de manufactura común los tiempos de diseño y producción, especialmente este último, pueden llegar a ser muy cortos. En el caso de la construcción inmobiliaria, cuando un proceso completo puede llevar meses y hasta años, retroalimentar los procesos no es cosa de un día y menos de una simple orden.

## **1.3 Estudios necesarios para los proyectos inmobiliarios**

### **1.3.1 Estudio de prefactibilidad**

Antes de iniciar el estudio y análisis comparativo y detallado de las ventajas y desventaja que tendría un proyecto de inversión, es necesario realizar un estudio de prefactibilidad, que consiste en una investigación sobre el marco de factores que afectan al proyecto y los aspectos legales que lo afectan. Asimismo se deben investigar las diferentes técnicas (si existen) para producir el bien o servicio. Además, es preciso analizar la disponibilidad de los principales insumos que requiere el proyecto y llevar a cabo un sondeo de mercado que refleje en forma aproximada las posibilidades del nuevo producto, en lo concerniente a su aceptación por parte de los futuros consumidores o usuarios y su forma de distribución.

Otro aspecto importante que se debe abordar concierne a la cuantificación de los requerimientos de inversión que plantea el proyecto y sus posibles fuentes de financiamiento. Finalmente, es necesario proyectar los resultados financieros del proyecto y calcular los indicadores que permitan evaluarlo.

El estudio de prefactibilidad se realiza con el objetivo de contar con información sobre el proyecto a realizar, mostrando las alternativas y las condiciones.

El proceso de evaluación de inversiones está estrechamente relacionado con el concepto de proyecto de inversión. El análisis de factibilidad forma parte del ciclo que se necesita seguir para evaluar un proyecto. Un proyecto factible es el que ha aprobado cuatro estudios básicos:

1. Estudio de factibilidad de mercado
2. Estudio de factibilidad técnica

3. Estudio de factibilidad medio ambiental.
4. Estudio de factibilidad económica-financiera

Ahora, la aprobación o “visto bueno” de cada evaluación la llamaremos viabilidad. Para realizar un análisis de prefactibilidad que realmente contribuya al proceso de la toma de decisión, es necesario tener en cuenta que estos estudios se complementan y sirven de base para el siguiente en el orden antes establecido

El objetivo central de este estudio se basa en la necesidad de que cada inversión a efectuar esté debidamente fundamentada y documentada, donde las soluciones técnicas, medio-ambientales y económicas-financieras sean las más ventajosas. Por otra parte, debe garantizar que los planes para la ejecución y puesta en marcha de la inversión respondan a las necesidades reales de la economía de la organización.

### **1.3.2 Estudio de mercado**

Se puede definir como la función que vincula a los consumidores con el encargado de estudiar el mercado a través de la información, la cual se utiliza para identificar y definir tanto las oportunidades como las amenazas del entorno; para generar y evaluar las medidas de mercadeo, así como para mejorar la comprensión del proceso del mismo. Este, por su carácter preliminar, constituye un medio útil para evitar incurrir en costos innecesarios.

Los estudios de mercado contribuyen a disminuir el riesgo que toda decisión lleva consigo, pues permiten conocer mejor los antecedentes del problema. El estudio de mercado surge como un problema del marketing que no podemos resolver por otro método. Es un apoyo para los niveles de decisión correspondientes en la empresa, pero no garantiza una solución en todos los casos; más bien es una guía que sirve de orientación para facilitar la conducta en las operaciones, procurando reducir al mínimo el margen de error posible.

El estudio del mercado no sólo sirve para determinar la demanda, la oferta, los precios y los medios de publicidad, sino también es la base preliminar para los análisis técnicos, financieros y económicos de un proyecto.

### **1.3.3 Estudio técnico**

Este estudio contendrá la información que permita establecer la infraestructura necesaria para atender el objetivo de mercado, así como cuantificar el monto de las inversiones y de los costos de operación de la organización.

Al haber desarrollado las bases y elementos que comprende el estudio técnico, se deberán emitir las conclusiones correspondientes, que incluirán los aspectos favorables y desfavorables encontrados en la investigación.

La selección de la tecnología implica elegir una determinada combinación de factores productivos para transformar diversos insumos en productos. Generalmente se relacionan con estos elementos:

1. Relación demanda-capacidad.
2. Características y disponibilidad de la mano de obra.
3. Características y disponibilidad de materiales y/o materias primas.
4. Disponibilidad financiera.
5. Tamaño: es un factor determinante a la hora de escoger una tecnología debido a que esta debe responder directamente a los requerimientos de capacidad que se instalarán.

Por otra parte, el tamaño establece la cantidad de obra a realizar o la capacidad de abastecimiento en la unidad de tiempo, mencionando también el número de personas a beneficiar tanto en el presente como en el futuro, y se puede realizar en forma mensual o anual. Importa señalar que además de la tecnología previamente seleccionada también influyen en la selección del tamaño otros factores, por ejemplo:

1. Balance demanda-capacidad.
2. Localización.
3. Capacidad financiera empresarial.
4. Garantía de suministros de los equipos y piezas de repuesto de la tecnología en concreto a instalar.
5. Fuentes y disponibilidad de materias primas en el país.
6. Tecnologías.
7. Aspectos institucionales y/o legales.
8. Costos de inversión y producción de las plantas.
9. Existencia de economías de escala.

#### **1.3.4 Estudio de impacto ambiental**

Actualmente existe una creciente preocupación por los impactos ambientales que puedan generar los diferentes proyectos de inversión o desarrollo ejecutados a todos los niveles de la actividad económica de la sociedad, incluyendo la edificación. Las repercusiones ambientales de tales proyectos pueden presentarse tanto en el ámbito nacional como internacional, por tanto, las políticas y/o proyectos, dependiendo del sector en que se ubiquen, pueden generar una gran variedad de impactos ambientales, donde la importancia y la ponderación de tales efectos dependen en gran parte de la magnitud y del grado de irreversibilidad del daño ambiental causado por estos.

Se conoce como Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) al proceso formal empleado para predecir las consecuencias ambientales de una propuesta o decisión legislativa, la implantación de políticas y programas o la puesta en marcha de proyectos de desarrollo. La EIA ha tenido su creciente aplicación en proyectos individuales, dando lugar a nuevas técnicas, como los estudios fitosanitarios y los de impacto social.

Una EIA normalmente comprende los siguientes pasos:

1. Un examen previo para decidir si un proyecto requiere un estudio de impacto y hasta qué nivel de detalle.
2. Un estudio a priori para identificar los impactos claves y su magnitud, significado e importancia.
3. Una determinación de su alcance, para garantizar que la EIA se centre en cuestiones claves y determinar dónde es necesaria una información más detallada.
4. Para finalizar, el estudio en sí, el cual consiste en meticulosas investigaciones para predecir y evaluar el impacto.

A este último paso se agregará uno de suma importancia: la toma de medidas correctivas. Hay impactos que pueden producir determinados proyectos sobre el medio que no es posible su corrección debido a su magnitud, en tal caso el proyecto debe rechazarse para su inversión, puesto que no será factible desde el punto de vista ambiental. Por otra parte podemos enfrentarnos a situaciones en que sí es posible mitigar el impacto de la inversión a realizar tomando medidas correctivas.

### **1.3.5 Estudio económico-financiero**

La evaluación económico-financiera de un proyecto permite determinar si un proyecto es o no rentable y, en el caso afirmativo, si resulta oportuno ejecutarlo en ese momento o cabe postergar su inicio, además de brindar elementos para decidir el tamaño más adecuado. En presencia de varias alternativas de inversión, la evaluación es un medio útil para fijar un orden de prioridad entre ellas, seleccionando los proyectos más rentables y descartando los que no lo sean.

Los estudios de mercado, así como los técnicos y los económicos, brindan la información necesaria para estimar los flujos esperados de ingresos y costos que se producirán durante la vida útil de un proyecto, considerando cada una de las alternativas posibles. La comparación de estos flujos de beneficios y costos debe ser atribuible al proyecto. Al decidir sobre su ejecución no deben tomarse en cuenta los flujos pasados ni las inversiones existentes.

Ahora, en la evaluación de proyectos de inversión para decidir si es conveniente o no acometerlo no debemos solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino que se requiere también de criterios de evaluación para seleccionar las oportunidades de inversión más rentables y convenientes. Los criterios de evaluación que con mayor frecuencia aplican los analistas de proyectos consisten en comparar los flujos de ingresos con los flujos de costos, mismos que se clasifican en dos categorías generales: las técnicas para el análisis de la rentabilidad de la inversión (con y sin financiamiento) y las técnicas para el análisis financiero.

A la primera categoría pertenecen el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Rendimiento, y a la segunda, los análisis de liquidez.

Todos los criterios de evaluación tienen ventajas e inconvenientes, pero las desventajas del Período de Recuperación y de la Razón Beneficio-Costo no los hacen aconsejables para decidir la ejecución o rechazo de un proyecto. Por lo tanto, se recomienda utilizar como criterios de decisión el VAN y la TIR

### **1.3.6 Cambios del valor del dinero en el tiempo**

Mientras más largo sea el tiempo, mayor es la evidencia de la forma como disminuye el valor del dinero. Cuando se realiza una inversión, se pretende que la suma invertida genere una rentabilidad por encima de la inflación. La diferencia entre esta rentabilidad y la tasa de inflación se convierte en la renta generada por el dinero que se invirtió.

El dinero tiene entonces un valor diferente en el tiempo, dado que está afectado por varios factores, por ejemplo:

- La inflación, que consiste en un incremento generalizado de precios hace que el dinero pierda poder adquisitivo en el tiempo, es decir, que se desvalore.
- El riesgo en que se incurre al prestar o invertir, puesto que no se tiene la certeza absoluta de recuperar el dinero prestado o invertido.
- La oportunidad que tendría el inversor del dinero de ponerlo en otra actividad económica, protegiéndolo así no sólo de la inflación y del riesgo, sino también adquiriendo la posibilidad de obtener una utilidad. El dinero por se tiene una capacidad fundamental: generar más dinero, es decir, generar más valor.

Estos factores se expresan y materializan a través de la tasa de interés.

Ahora bien, todo bien es susceptible de ser entregado en arrendamiento a otra persona y por ello cobrar un alquiler. Por ejemplo, es posible dar una casa en arrendamiento y cobrar una suma mensual por su uso. Asimismo es posible arrendar una máquina, un vehículo o un dinero. El canon de alquiler del dinero recibe el nombre de interés.

El interés puede interpretarse financieramente como la retribución económica que le devuelve el capital inicial al inversionista, de tal manera que se compense la desvalorización de la moneda en el periodo de tiempo transcurrido, se cubra el riesgo y se pague el alquiler del dinero.

La tasa de interés se define como la relación entre la renta obtenida en un período y el capital inicialmente comprometido para producirla. Esta relación se expresa universalmente en términos porcentuales.

### 1.3.7 Análisis de riesgos e incertidumbre

La dificultad para predecir con certeza los acontecimientos futuros hace que los valores estimados para los ingresos y costos de un proyecto no sean siempre exactos o correctos, por lo que todos los proyectos de inversión están sujetos a riesgos e incertidumbres. Indicadores tales como volumen de producción, ingresos por ventas, costos de inversión y costos de materias primas y materiales requieren ser examinados con una mayor precisión, ya que son variables cuyos valores están sujetos a mayores variaciones. Para ello se realizan los llamados análisis de riesgo, en tres etapas:

- Análisis de umbral de rentabilidad.
- Análisis de sensibilidad.
- Análisis de probabilidad.

Cada propuesta de proyecto debe ser examinada de forma independiente para determinar si es necesario realizar los tres pasos.

Por otra parte, los flujos de caja o corrientes de liquidez constituyen la base informativa imprescindible para realizar los análisis de rentabilidad comercial (económicos-financieros) que requiere el estudio de factibilidad del proyecto. Este indicador muestra el movimiento del dinero en el tiempo, al reflejar el balance de los ingresos y egresos que implica el proyecto, además de programar, de existir déficit, las necesidades de financiamiento externo, los plazos de amortización de estos financiamientos y sus costos.

Los elementos que integran los flujos de caja se pueden agrupar en dos grandes partidas, las entradas y las salidas de fondos, y se diferencian fundamentalmente por los elementos que se consideran cuando se van a conformar dichas partidas. En definitiva, para todo proyecto debe realizarse dos tipos de análisis económico-financiero, el análisis de liquidez mediante el flujo de caja para la planificación financiera o corriente de liquidez y el análisis de rentabilidad a partir de los flujos de caja con y sin financiamiento.

En resumen, existen varios análisis que es necesario realizar para evaluar la factibilidad de un proyecto. Los estudios más utilizados son los de factibilidad de mercado, técnico, medioambiental y económico-financiero. En su conjunto estos estudios abarcan los componentes evaluativos más importantes para determinar la factibilidad de una inversión y, así, lograr la satisfacción del cliente.

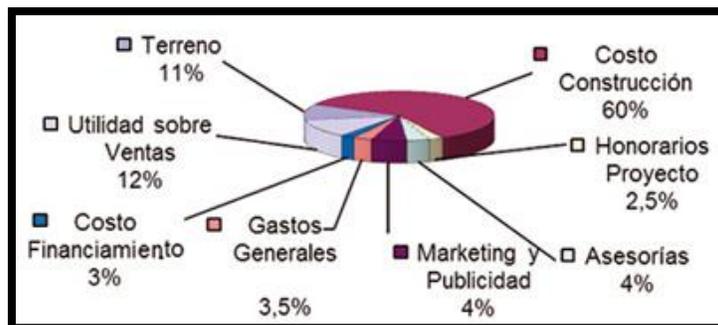


Imagen 1-4: Porcentajes de las etapas de un proyecto inmobiliario

## 1.4 ¿Qué es la metodología BIM (Building Information Modelling)?

La metodología BIM es el proceso de generación y gestión de datos del edificio durante su ciclo de vida utilizando software dinámico de modelado de edificios en 3D y en tiempo real, para disminuir la pérdida de tiempo y recursos en el diseño y la construcción. Este proceso abarca la geometría del edificio, relaciones espaciales, información geográfica y las cantidades y propiedades de los componentes de edificio.

Es importante destacar las diferencias entre los entornos BIM y el diseño con software CAD tradicional. Es una nueva metodología y filosofía de trabajo: *no tenemos que pensar en ¿cómo se va a dibujar? sino en ¿cómo se va a construir?* Cuando trabajamos en entornos BIM estamos creando un conjunto de datos para nuestro proyecto. Se crea el “Edificio Virtual”, tenemos información paramétrica (variables del edificio), utilizada para la toma de decisiones de diseño, para los documentos del proyecto, la predicción del rendimiento en la construcción, la estimación del costo y la planificación de la obra. La información paramétrica son datos que están asociados al modelo. Cualquier modificación realizada se traduce a un cambio igual para el conjunto de datos asociados al modelo.

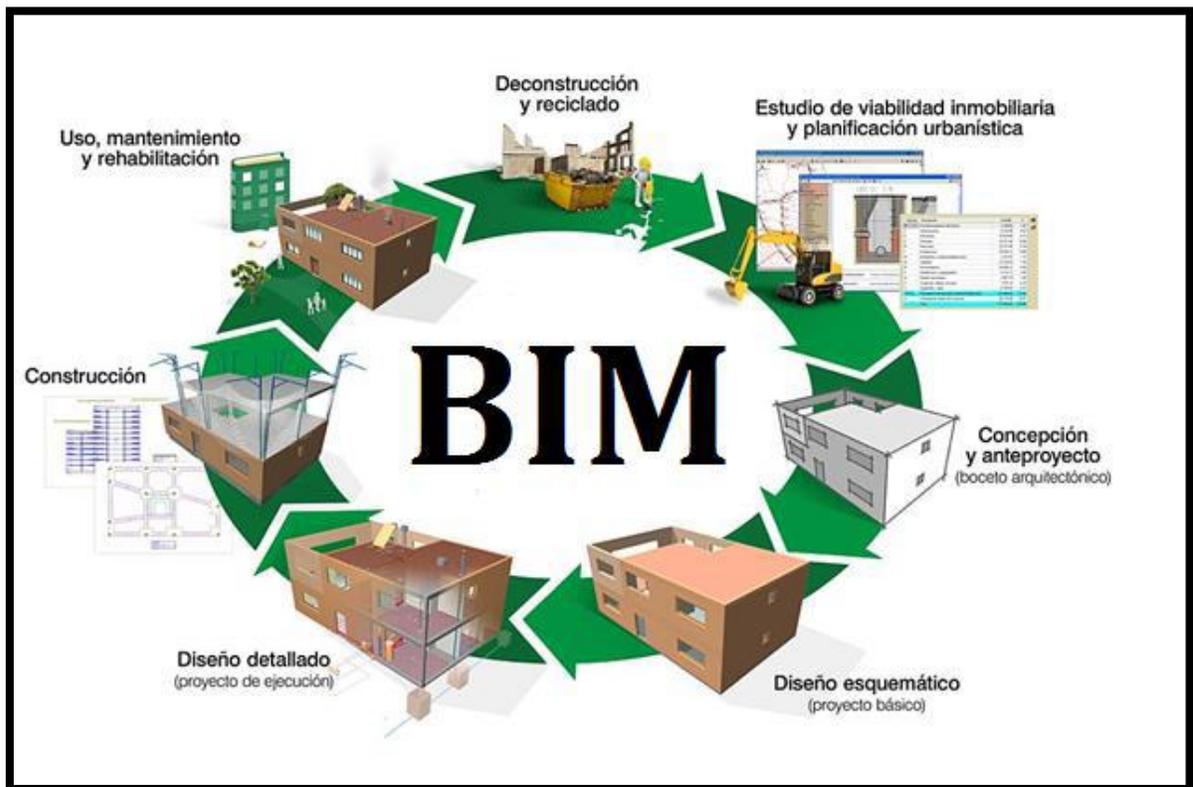


Imagen 1-5: Ciclo de la Metodología BIM

La asociación BuildingSMART define la tecnología BIM como una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción, cuyo principal objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. Se plantea el BIM como la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costos (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D).

BIM va mucho más allá de un modelo detallado de un edificio 3D, dentro de su proceso busca generar la coordinación y colaboración entre los especialistas involucrados en cada proyecto, detectar conflictos y mitigar el riesgo, una elaboración más rápida y sin pérdida de costo y calidad, optimizar las herramientas y recursos, elevar los niveles de detalle y una fácil mantención en el ciclo de vida del edificio. En términos generales abarca el proceso de diseño de un edificio y también se encarga de la generación y gestión de datos durante el ciclo de vida de una edificación, permitiendo alcanzar nuevos niveles en la reducción de costos, tiempos de ejecución y aumento de la calidad.

Al centrarnos en el retorno de inversión que trae como beneficio la implementación del BIM las cifras son impresionantes, el estudio *BIM Strategy Paper* (UK Government Cabinet Office, 2011), revela los siguientes resultados:

- 20% de reducción en el costo de construcción.
- 33 % de reducción de costos durante la vida útil del edificio
- 47% al 65% de reducción en los conflictos y trabajos vueltos a hacer durante la construcción.
- 44% al 59% de aumento en la calidad general del proyecto.
- 35% a la reducción de 43 % en el riesgo, mejor previsibilidad de los resultados.
- 34% a 40% mejoramiento en el comportamiento de la infraestructura completa.
- 32% a 38% mejoramiento en la revisión y aprobación de ciclos.

En los diferentes países el nivel de implantación de BIM es desigual, siendo Estados Unidos, Australia y los países del norte de Europa aquellos donde hay establecidas estrategias nacionales de implantación de BIM.



Imagen 1-6: Implementación en el Mundo en el 2012

En la industria de la construcción, la incompatibilidad entre sistemas generalmente impide que los miembros del equipo de proyecto puedan intercambiar la información de manera precisa y rápida; este hecho es la causa de numerosos problemas en el proyecto como pueden ser el aumento de costes y plazos.

La adopción de una metodología BIM y el uso de modelos digitales integrados durante todo el ciclo de vida del edificio supone un paso en la buena dirección para la eliminación de costes resultantes de una incorrecta interoperabilidad de datos. Pero el simple hecho de utilizar un modelo digital no es suficiente.

El objetivo final de la metodología BIM es evitar la pérdida de valor de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto con el método tradicional existente, y que obliga a un mayor esfuerzo de producción de información en las distintas fases del proyecto. Este resultado de aplicación de la metodología BIM en el valor de la información se puede ver de manera clara en la figura anterior.

El proceso de trabajo en BIM mantiene una línea de constante crecimiento del valor de la información frente a la rotura y pérdida de información en el proceso tradicional.

Para la realización de esta premisa de no perder valor de la información se precisa un cambio en el proceso de toma de decisiones para que estas sean tomadas en edades tempranas donde la capacidad de influir positivamente en el coste final de un edificio es muy alta frente al coste de ejecutar una acción que es muy bajo. Este paradigma se refleja en la ya conocida como Curva de MacLeamy, debido a la difusión que le dio su autor:

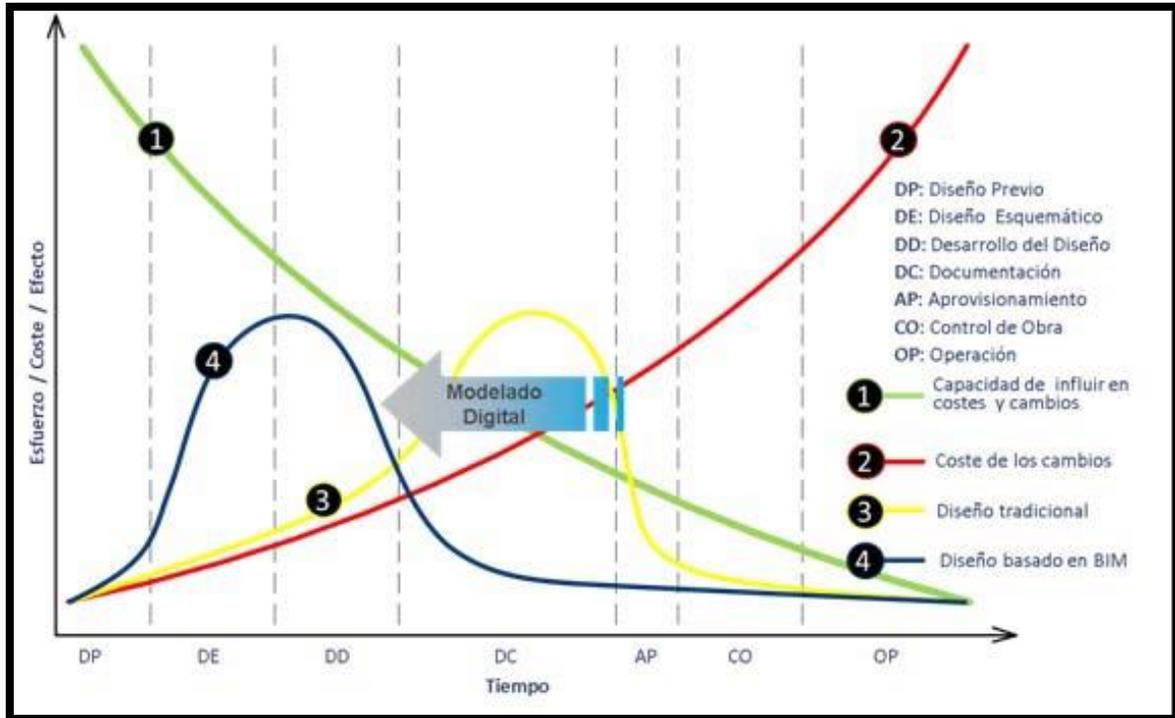


Imagen 1-7: Comparativa de la curva de esfuerzo del proceso tradicional contra el proceso BIM

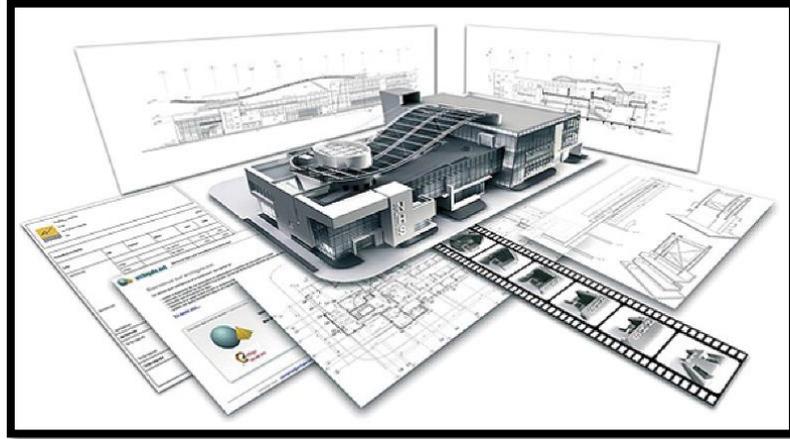
En esta gráfica se comparan las curvas del esfuerzo en un proceso tradicional frente a un proceso BIM con respecto a la capacidad de influir en el coste final con un cambio y el coste de dicho cambio a lo largo del ciclo de vida del inmueble.

## 1.5 Orígenes de la metodología BIM

El origen de BIM tiene varios puntos de vista sobre el origen de este concepto:

- La empresa Pionera en la aplicación del concepto BIM fue la empresa húngara Graphisoft, la cual lo implemento bajo el nombre de Virtual Building (Edificio Virtual) desde 1987 en su programa ArchiCAD, reconocido como el primer software de CAD para computadora personal capaz de crear tanto dibujos en 2D así como 3D .
- Autodesk comenzó utilizar el concepto BIM desde 2002 cuando compró la compañía texana Revit Technology Corporation por 133 millones de dólares
- Otros postulan que fue el profesor Charles M. Eastman, del Georgia Tech Institute of Technology, el primero en difundir el concepto de modelo de información de edificación, como un sinónimo de BIM, en inicios de los setenta en numerosos libros y artículos académicos.

- Sin embargo, fue Jerry Laiserin quien lo popularizó como un término común para la representación digital de procesos de construcción, con el objetivo de intercambiar e interoperacionalizar información en formato digital.



*Imagen 1-8: Entregables que proporcionan los modelos*

## **1.6 Herramientas BIM usadas**

Las herramientas de Autodesk Revit y Navisworks son las dominantes en el mercado, con un 77% y 40% de uso entre los usuarios regulares. En usuarios iniciales, la penetración de Revit es aún mayor (87%) y ArchiCAD y Bentley Architecture muestran resultados similares a los niveles de usuarios regulares, con un 28% y 1% versus 31% y 3%, respectivamente. Los principales usuarios de ArchiCAD son arquitectos (79%), seguido de coordinadores BIM (10%). Los usuarios de Revit se distribuyen entre arquitectos (44%), coordinadores BIM (27%) y constructores (14%). Para el caso de Navisworks, la mayoría de sus usuarios son coordinadores BIM (46%), seguido por arquitectos (21%) y constructores (19%).

- 77% Autodesk Revit
- 40% Autodesk Naviswork
- 31% Graphisoft ArchiCAD
- 5 % Tekla Structures
- 11% Otros

## **REVIT**

Revit fue creado de forma exclusiva para trabajo en modelado BIM. Se trata de un programa con un motor de cambios paramétricos con una base de datos relacional que gestiona y coordina la información necesaria para el modelado del diseño arquitectónico, la construcción, y la ingeniería de un edificio, incluyendo todas las especialidades. Este programa permite crear diseños basados en objetos inteligentes y tridimensionales, los que están asociados para coordinarse automáticamente ante cualquier cambio introducido.

### **CARACTERÍSTICAS DESTACADAS DE REVIT**

Las funciones de este software cubren las necesidades de modelado de la arquitectura, ingeniería y construcción. Algunas de las más importantes son:

**1.- Componentes de diseño y construcción:** El programa cuenta con herramientas para diseñar el edificio desde su conceptualización hasta la planimetría de la construcción. Esto abarca detalles en muros, pisos, cielos y cubiertas, incluyendo los muros cortina. Además, permite realizar un estudio volumétrico mediante masas, calcular áreas por pisos y experimentar con texturas, materiales y colores, entre otras aplicaciones.

**2.- Sombras Vectoriales:** Al realizar cualquier cambio en la estructura, orientación y otros detalles que modifiquen la disposición de elementos frente a la luz, las sombras se ajustan inmediatamente, permitiendo visualizar el efecto de los cambios en la iluminación.

**3.- Perspectivas seccionales:** Permite analizar todos los ángulos del edificio desde distintas perspectivas y en distintas secciones, incluyendo vistas con líneas ocultas, sombras y siluetas.

**4.- Modelo de proyecto integrado:** Posee un conjunto de herramientas para coordinar las distintas áreas del proyecto, sus documentos e información relacionada. Produce referencias automáticas de dibujo, estima costos, permite modificar la geometría solo al ingresar números, coordina las versiones para que todos los datos, gráficos, detalles y dibujos estén actualizados en todas partes, entre varias otras funciones orientadas a optimizar los tiempos y mejorar la calidad de las entregas.

**5.- Modelado de terreno y exteriores:** Permite diseñar el edificio tomando en cuenta el contexto exterior, entregando diseños de pisos y patrones. También ofrece una biblioteca con vegetación y otros elementos, como la maquinaria de construcción, para planificar los procesos de construcción de forma adecuada.

**6.- Ambiente de trabajo multidisciplinario:** Los distintos equipos pueden trabajar de forma simultánea en un edificio y el programa coordinará todos los cambios ingresados.

**7.- Presentación y visualización:** Cuenta con renderización integrada que incluye puertas, ventanas y tragaluces en sus cálculos para simular las condiciones de luz natural, entre varias otras funciones. También realiza análisis de área para producir esquemas, tiene un pantone integrado y permite exportar a pdf para imprimir o enviar vía email.



*Imagen 1-9: Software REVIT*

### **¿CÓMO NOS AYUDA EN NUESTRO TRABAJO?**

Revit nos permite coordinar en detalle todos los elementos y áreas cubiertas en nuestro trabajo, minimizando el riesgo de errores en la ejecución y mejorando nuestra eficiencia. En términos generales, hay tres procesos principales que se facilitan con este software:

**Manejo de archivos:** Se concentran todos los archivos en un solo lugar.

**Registro de datos y cumplimiento de tareas:** El programa no permite que se ingresen inconsistencias o se dejen tareas de lado.

**Actualización por cambios:** Al cambiar un elemento, se ejecutan automáticamente todas las modificaciones gatilladas por ese cambio, en todas las áreas y secciones.

Apoyar nuestro trabajo en un software que permite este nivel de detalle y precisión hace posible que desarrollemos nuestros proyectos con absoluta claridad y transparencia, demostrando que ofrecemos siempre la mejor calidad posible en arquitectura e ingeniería de alta complejidad.

### **NAVISWORKS**

Navisworks representa una de las mejores herramientas del nuevo grupo de visualización en 3D. Puede abrir todos los formatos de archivo de diseño 3D más populares e incluye capacidades para la navegación interactiva, la generación de animaciones, representaciones fotorrealistas, la publicación de los archivos comprimidos, comprobación de interferencias, simulación de construcción 4D, vinculación de campos de información, etc.

Además de tener un amplio repertorio de herramientas de navegación y revisión, sin deterioro del rendimiento en grandes proyectos, tiene la capacidad de combinar múltiples modelos en un solo archivo y una buena salida de calidad fotográfica, gestión de información aparejada y la disponibilidad de un API para la personalización de la aplicación.

Lo que comenzó como un visor de nivel de base y visualizador de modelos CAD en 3D ha madurado hasta convertirse en una herramienta para la correcta gestión de proyectos o modelos 3D.

A continuación destacaremos algunas de las herramientas o virtudes del Naviswork como un tentador abre bocas para aquellos que aún no se han atrevido a probarlo.



*Imagen 1-10: Visualización de modelos*

### **1.- Navisworks tiene soporte 2D.**

En la mayoría de los casos, la entrega principal para el equipo de construcción en el sitio es un conjunto de dibujos 2D, que proporcionan detalles adicionales que no siempre se puede entrar en un modelo. Son la forma de transmitir información de una manera familiar. Una de las características ingeniosas del soporte 2D es la capacidad de encontrar el mismo elemento a lo largo de las hojas 2D y en los modelos 3D usando el botón 'Buscar elementos en otras hojas y modelos' cuando se hace clic derecho en un objeto.

### **2.- Se puede colorear cualquier cosa en el modelo basado en las propiedades usando el Appearance Profiler.**

Con esta herramienta podríamos usar algunos Campos de Progreso de Construcción de BIM 360. Los campos se pueden utilizar para colorear el último estado del proyecto antes de ejecutar Timeliner, lo cual permite identificar cualquier problema en la ruta crítica. Esto podría ser utilizado con la misma facilidad para colorear rápidamente los diferentes sistemas MEP para mayor claridad. Perfiles y conjuntos de búsqueda se pueden mover de un proyecto a otro ahorrando bastante.

### **3.- Puede cargar proyectos BIM 360 directamente en Navisworks.**

Funciona simplemente abriendo o añadiendo un archivo desde la pestaña BIM 360 en Navisworks 2015, lo que significa que siempre utilizará el último archivo coordinado y podrá ejecutar sus últimas tareas avanzadas de construcción sin preocuparse por usar la versión incorrecta.

**4.- Ni siquiera se tiene que hacer clic en un elemento para ver las propiedades de estos utilizando Quick Properties.**

Se puede ver cualquier propiedad en el modelo pasando encima de los elementos. Sólo tienes que activar Quick Properties y decidir qué propiedades deseas ver.

**5.-Puedes seleccionar un número de elementos y exportar sus propiedades mediante el Inspector de selección:**

Si no has visto antes el Inspector de Selección, haga clic en el icono de la pestaña Inicio, seleccione algunos objetos y vea las propiedades. De nuevo, puede utilizar las Propiedades rápidas para decidir qué propiedades necesitas y luego exportar un CSV de todas esas propiedades.

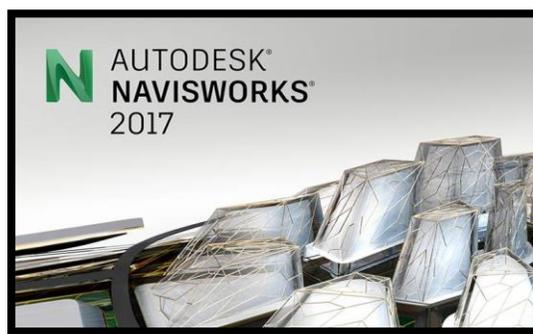
**6.- Navisworks tiene una App Store!:** En Navisworks 2015 puedes aprovechar de la cantidad de contactos de desarrolladores API que tiene Autodesk, quienes publican una serie de extensiones a través de la Navisworks App Store. Y si eres un desarrollador puedes subir tus propias aplicaciones y hacerlas accesibles a una amplia gama de usuarios.

**7.- Los Render de Navisworks se archivan en The Cloud:** Para aquellos que utilizan Revit, ya deben saber que renderizar en la nube es fácil, rápido y da excelentes resultados. Ahora esto es posible en Navisworks, lo que significa que puedes juntar todos tus archivos, sin importar de qué aplicación vienen, y producir renders increíbles.

**8.- Puedes ver tu modelo con gafas 3D.** Si tienes un buen hardware puedes activar la vista Stereo. Para mayor información visita Stereo Viewing in Navisworks

**9.- Puedes linkear una base de datos o una hoja de cálculo si llegaras a necesitar más propiedades.**

**10.- Autodesk tiene un increíble soporte IFC.**



*Imagen 1-11: Software NAVISWORKS*

## 1.6.1 Requisitos del sistema y recomendaciones para REVIT

A continuación se presentan las especificaciones que deben de tener los equipos para poder utilizar de una manera óptima el software REVIT. Dichas especificaciones las proporciona la empresa Autodesk en su página oficial.

| Autodesk                                       |   | Revit |  | 2017 |  |
|--|---|-------|--|------|--|
| <b>Valor: Equilibrado precio y rendimiento</b> |   |       |  |      |  |
| <b>Sistema Operativo</b>                       | Microsoft <sup>®</sup> de Windows <sup>®</sup> 7 SP1 de 64 bits:<br>Empresa, Ultimate, Professional o Home Premium  |       |  |      |  |
|  | Microsoft <sup>®</sup> de Windows <sup>®</sup> 8.1 de 64 bits:<br>Empresa, Pro o Windows 8.1  |       |  |      |  |
|  | Microsoft <sup>®</sup> de Windows <sup>®</sup> 10 de 64 bits:<br>Enterprise o Pro   |       |  |      |  |
| <b>Tipo de CPU</b>                             | Multi-Core Intel <sup>®</sup> Xeon <sup>®</sup> , o un procesador i-Series o AMD <sup>®</sup> equivalente con la tecnología SSE2. La calificación más alta velocidad de la CPU asequible recomienda.  |       |  |      |  |
|  | Autodesk <sup>®</sup> Revit <sup>®</sup> productos de software a utilizar múltiples núcleos para muchas tareas, con un máximo de 16 núcleos para las operaciones de renderización casi fotorrealistas.  |       |  |      |  |
| <b>Memoria</b>                                 | 8 GB RAM <ul style="list-style-type: none"> <li>• Por lo general, suficiente para una sesión de edición típica para un único modelo hasta aproximadamente 300 MB en el disco. Esta estimación se basa en informes de pruebas y de los clientes internos. modelos individuales variarán en su uso de los recursos informáticos y características de rendimiento.</li> <li>• Los modelos creados en versiones anteriores de productos de software Revit pueden requerir más memoria disponible para el proceso de actualización de una sola vez.</li> </ul> |       |  |      |  |
| <b>Visualización de vídeo</b>                  | 1680 x 1050 con color verdadero<br>DPI Display Marco: 150% o menos  |       |  |      |  |
| <b>Video adaptador</b>                         | DirectX <sup>®</sup> 11 con la tarjeta gráfica compatible con Shader Model 5 como <a href="#">recomendado por Autodesk</a> .  |       |  |      |  |
| <b>Espacio del disco</b>                       | espacio libre en disco 5 GB   |       |  |      |  |

|  |   |              |  |             |
|--|---|--------------|--|-------------|
| <b>Autodesk</b>                                |   | <b>Revit</b> |  | <b>2017</b> |
| <b>Valor: Equilibrado precio y rendimiento</b> |   |              |  |             |
| <b>Medios de comunicación</b>                  | Descarga o instalación de DVD9 o llave USB  |              |  |             |
| <b>Dispositivo señalador</b>                   | MS-Mouse o 3Dconnexion <sup>®</sup> dispositivo compatible                          |              |  |             |
| <b>Navegador</b>                               | Microsoft <sup>®</sup> Internet Explorer <sup>®</sup> 7.0 (o posterior)             |              |  |             |
| <b>conectividad</b>                            | conexión a Internet para el registro de licencia y descarga componente prerequisite |              |  |             |

|   |   |              |  |             |
|---|---|--------------|--|-------------|
| <b>Autodesk</b>                                     |   | <b>Revit</b> |  | <b>2017</b> |
| <b>Rendimiento: Los modelos grandes y complejos</b> |   |              |  |             |
| <b>1 Sistema Operativo</b>                          | <b>Microsoft<sup>®</sup> de Windows<sup>®</sup> 7 SP1 de 64 bits:</b><br>Empresa, Ultimate, Professional o Home Premium   |              |  |             |
|   | <b>Microsoft<sup>®</sup> de Windows<sup>®</sup> 8.1 de 64 bits:</b><br>Empresa, Pro o Windows 8.1   |              |  |             |
|   | <b>Microsoft<sup>®</sup> de Windows<sup>®</sup> 10 de 64 bits:</b><br>Enterprise o Pro  |              |  |             |
| <b>Tipo de CPU</b>                                  | Multi-Core Intel <sup>®</sup> Xeon <sup>®</sup> , o un procesador i-Series o AMD <sup>®</sup> equivalente con la tecnología SSE2. La calificación más alta velocidad de la CPU asequible recomienda.<br><br>Autodesk <sup>®</sup> Revit <sup>®</sup> productos de software a utilizar múltiples núcleos para muchas tareas, con un máximo de 16 núcleos para las operaciones de renderización casi fotorrealistas.  |              |  |             |
| <b>Memoria</b>                                      | 16 GB de RAM <ul style="list-style-type: none"> <li>• Por lo general, suficiente para una sesión de edición típica para un único modelo hasta aproximadamente 700 MB en el disco. Esta estimación se basa en informes de pruebas y de los clientes internos. modelos individuales variarán en su uso de los recursos informáticos y características de rendimiento.</li> <li>• Los modelos creados en versiones anteriores de productos de software Revit pueden requerir más memoria disponible para el proceso de actualización de una sola vez.</li> </ul> |              |  |             |

| Autodesk  |   | Revit | 2017 |
|---|---|-------|------|
| <b>Rendimiento: Los modelos grandes y complejos</b> |   |       |      |
| <b>Visualización de vídeo</b>                       | 1920 x 1200 o superior con color verdadero DPI Display Marco: 150% o menos  |       |      |
| <b>Video adaptador</b>                              | DirectX <sup>®</sup> 11 con la tarjeta gráfica compatible con Shader Model 5 como <a href="#">recomendado por Autodesk</a> .  |       |      |
| <b>Espacio del disco</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>espacio libre en disco 5 GB</li> <li>10.000 RPM (para las interacciones de nubes de puntos) o unidad de estado sólido</li> </ul> |       |      |
| <b>Medios de comunicación</b>                       | Descarga o instalación de DVD9 o llave USB  |       |      |
| <b>Dispositivo señalador</b>                        | MS-Mouse o 3Dconnexion <sup>®</sup> dispositivo compatible  |       |      |
| <b>Navegador</b>                                    | Microsoft <sup>®</sup> Internet Explorer <sup>®</sup> 7.0 (o posterior)   |       |      |
| <b>conectividad</b>                                 | conexión a Internet para el registro de licencia y descarga componente prerequisite   |       |      |

| Autodesk Revit Servidor 2017                                |  |                         |                         |
|---|--|-------------------------|-------------------------|
| <b>Sistema operativo</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Microsoft<sup>®</sup> Windows Server<sup>®</sup> 2008 R2 SP1 de 64 bits</li> <li>Microsoft<sup>®</sup> Windows Server<sup>®</sup> 2012 de 64 bits</li> <li>Microsoft<sup>®</sup> Windows Server<sup>®</sup> 2012 R2 de 64 bits</li> </ul> |                         |                         |
| <b>Servidor web</b>   | Microsoft <sup>®</sup> Internet Information Server 7.0 (o posterior)   |                         |                         |
| <b>Tipo de CPU</b>  | 4+ núcleos de 2,6 GHz +  | 6+ núcleos de 2,6 GHz + | 6+ núcleos de 3,0 GHz + |
| <b>&lt;100 usuarios concurrentes (múltiples modelos)</b>    | <b>Mínimo</b>  | <b>Valor</b>            | <b>Actuación</b>        |
| <b>Memoria</b>  | 4 GB de RAM  | 8 GB RAM                | 16 GB de RAM            |
| <b>Disco duro</b>   | 7,200+ RPM   | 10.000 RPM              | 15,000 RPM              |
| <b>Más de 100 usuarios concurrentes (múltiples modelos)</b> | <b>Mínimo</b>  | <b>Valor</b>            | <b>Actuación</b>        |

| Autodesk Revit Servidor 2017 |  |              |                               |
|------------------------------|--|--------------|-------------------------------|
| <b>Memoria</b>               | 8 GB RAM   | 16 GB de RAM | 32 GB de RAM                  |
| <b>Disco duro</b>            | 10.000 RPM   | 15,000 RPM   | De alta velocidad matriz RAID |
| <b>virtualización</b>        | VMware <sup>®</sup> y Hyper-V <sup>®</sup> Support (Consulte la Guía del Revit Server Administrator) |              |                               |

| Hardware mínimo recomendado |  |
|-----------------------------|--|
| <b>Procesador</b>           | Procesador de 64-bits multi núcleos (Intel ,Xeon , AMD i-Series) |
| <b>Memoria RAM</b>          | 16 GB o superior   |
| <b>Disco duro</b>           | 1TB o superior   |
| <b>Memoria Gráfica</b>      | 2GB mínimo   |
| <b>Tarjeta gráfica</b>      | Compatible con OpenGL o Directix (NVidia Quadro,AMD Fire Pro)    |
| <b>Monitor</b>              | Resolución de 1920x1200 pixeles con color verdadero              |

## 1.7 Metodología BIM

En la metodología de construcción “clásica” nos encontramos con un proceso muy lineal en la concepción. Hasta que no acaba una fase no comienza la siguiente. La interrelación entre participantes es muy complicada, hasta que uno no acaba no puede actuar el siguiente. Esto conlleva que muchas veces, después de avanzar en una dirección se deba retroceder y volver a empezar por una incompatibilidad en las soluciones adoptadas. ¿Cuánta información se pierde por este camino?

Con BIM y la modelización virtual es posible el trabajo y la interoperabilidad entre los participantes en tiempo real, agilizando y optimizando el sistema y desde cualquier lugar del mundo, anticipándose a la mayoría de imprevistos que antes surgían de forma inherente al propio modelo y en la fase más económica de la vida de una construcción: Fase de proyecto.

De manera esquemática y para hacerlo lo más sencillo posible, este es el proceso, en líneas generales, que se lleva a cabo:

- 1) **Diseño general.** Normalmente dado por los arquitectos donde ellos representan que es lo que quieren. Este diseño general está asistido por ingenieros explicando la viabilidad o no de la estructura. Con este primer paso, tenemos el primer conjunto de archivos en 3D.

- 2) **Diseño en detalle.** Es llevado a cabo por los ingenieros, donde se diseñan todos los elementos, se realizan sketches y se entregan a los técnicos CAD para su reproducción en 3D dentro del archivo grande. En este proceso suele haber cambios del diseño general por razones estructurales o económicas.
- 3) **Agrupación de archivos en 3D.** Esto consiste en que los técnicos CAD (o BIM), agrupan todos los archivos producidos por los distintos equipos en uno solo para su chequeo en busca de puntos de conflicto.
- 4) **Búsqueda de puntos de conflicto.** Este proceso es básico y primordial en la etapa de diseño. Una vez esos archivos han sido agrupados suele haber reuniones de coordinación donde se estudia el detalle y se comprueba que no haya ningún punto donde existan fallos en diseño y espacio evitando problemas a la hora de la construcción. BIM permite la anotación de esos puntos en tiempo real, lo que permite crear secciones de los puntos de conflicto, enviar esas secciones a los ingenieros o arquitectos a cargo de esas zonas y crear una comunicación interna rápida y sencilla por medio de archivo en 3D.
- 5) **Actualización del archivo.** Una vez esos conflictos han sido resueltos, se actualiza el archivo estando listo para su entrega al cliente para su análisis y evaluación. Así mismo, este es el punto donde se le suele hacer entrega a contratistas y subcontratistas del archivo para coordinar con sus modelos y posibilidades.
- 6) **Coordinación con contratistas y subcontratistas.** Las subcontratistas suelen construir sus modelos 3D, y una vez pasado el punto anterior, se chequean ambos para que no existan diferencias o colisiones con los servicios que se instalarán. Las subcontratistas tienen su forma de trabajar a la hora de la construcción y suele haber puntos donde haya que realizar cambio en post de un proceso constructivo más eficaz y seguro.
- 7) **Actualización del archivo.** Este archivo se actualiza tras los cambios en coordinación con las subcontratistas y está listo para ser entregado al cliente.
- 8) **Entrega de planos y modelos para la construcción.** Tras este punto, el diseño está cerrado y se producen todos los planos y modelos listos para la construcción.

A su vez, BIM permite crear el modelo, y verlo conforme al programa de trabajos, lo que hace que en todo momento se tenga acceso a ver en qué punto de la construcción nos encontraremos en función del programa (concepto que se conoce como 4D).

## 1.8 Características de modelos de información BIM

### 1.8.1 Comprensión de los campos BIM

En las discusiones e implementaciones de BIM, la confusión puede reducirse drásticamente analizando de forma sistemática el concepto en que cabe todo. Lo haremos subdividiendo BIM en sus componentes básicos y después los relacionaremos mutuamente entre sí, aunque de una manera más útil y comprensible.

En toda discusión sobre BIM hay 3 dimensiones. La primera dimensión se denomina **Campos BIM** – círculos BIM si lo prefieren – y es la responsable de identificar los actores que participan en el sector y sus entregables. Las otras dos dimensiones, Etapas BIM y Prismas BIM, se tratarán en post posteriores.

Por tanto, ¿qué representan estos Campos BIM y por qué son necesarios?

El sector de la construcción incluye un gran número de “actores del sector”: propiedades, proyectistas, reguladores, constructores y suministradores de productos/servicios. Estos “actores” a su vez generan incluso un mayor número de “entregables del sector”: diseños, especificaciones, herramientas, productos de construcción y servicios especializados. Una revisión minuciosa de todos estos actores y entregables permite agruparlos en tres círculos identificables, aunque con solapes.

- **El círculo Política BIM** engloba a todos los actores responsables de la generación de normas, directrices y contratos. Incluye los organismos reguladores del sector de la construcción, instituciones educativas y similares.
- **El círculo Procesos BIM** abarca a todos los actores directamente responsables de la ejecución de edificios y otros productos de construcción: escuelas, puentes, centros comerciales, etc. Incluye las propiedades, los proyectistas, los contratistas y aquellos que están involucrados en el ciclo de vida de un proyecto.
- **El círculo Tecnología BIM** comprende a los desarrolladores de las herramientas necesarias para la creación y gestión de los modelos de información de construcción (modelos BIM) y otras tecnologías de diseño-construcción-operación. Incluye los desarrolladores de software, proveedores de equipos y proveedores de productos/servicios activos en el sector de la construcción (AIC).

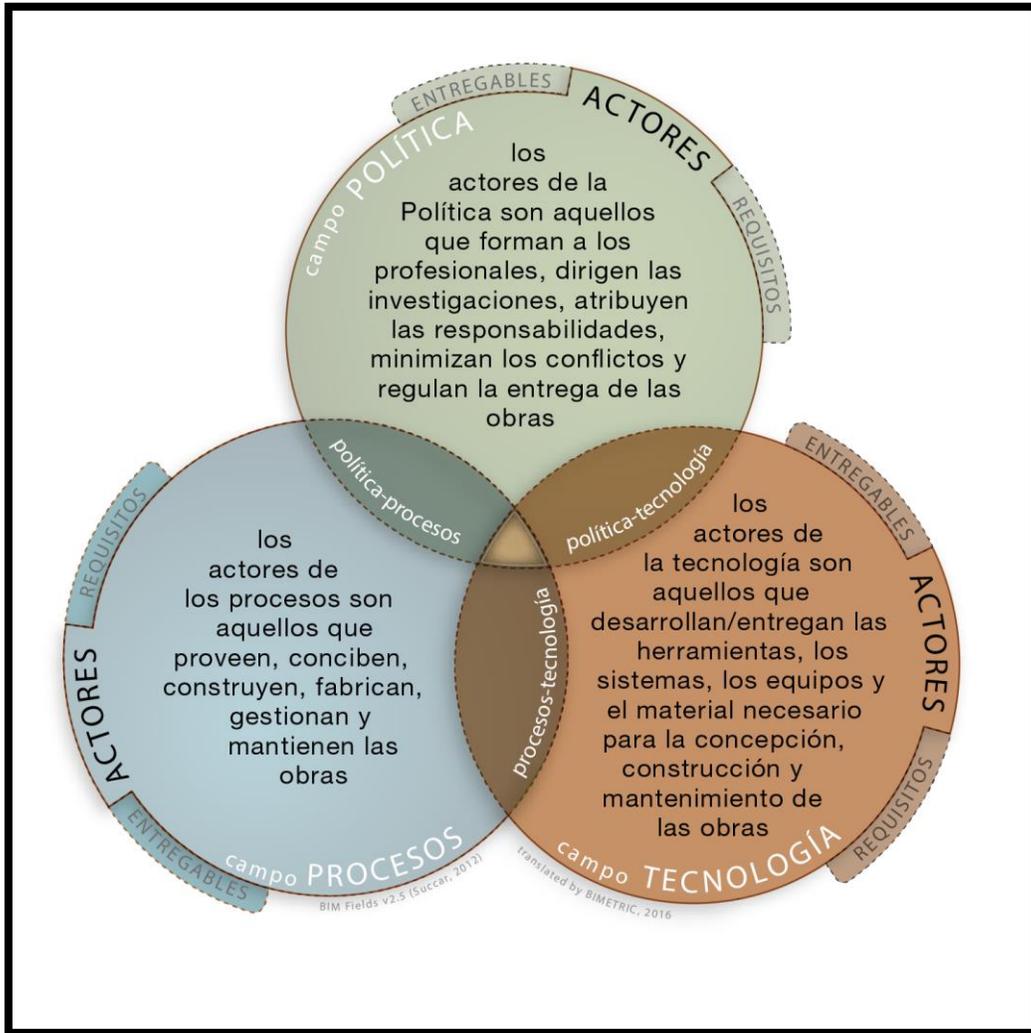


Imagen 1-12: Campos BIM

Cada círculo incluye una serie específica de actores que interactúan entre sí y con actores de otros círculos. Por ejemplo, los Proyectistas interactúan con los Constructores para generar Equipamientos – ésta es una interacción interna dentro del Campo Procesos. Los Proyectistas también interactúan con Bomberos y otros Organismos Reguladores para asegurar el cumplimiento de los estándares y normas respectivas – ésta es una interacción externa entre los Campos de Procesos y Política. Ambos tipos de interacciones toman la forma de transferencias acción-reacción (push-pull) entre los actores. Vamos a tratar las “transferencias de productos y conocimiento” en otros post pero por el momento consideren las órdenes del arquitecto o las solicitudes de información como dos ejemplos de interacciones tipo acción-reacción.

Los campos BIM y los sub-campos no sólo interactúan sino que también se superponen. Esta superposición ocurre cuando actores o grupos trabajan juntos para formar **organismo**

**conjunto del sector** o generar un **entregable del sector**. Como ejemplo, los círculos de Política y Tecnología se superponen cuando los actores trabajan conjuntamente para establecer estándares de interoperabilidad. Así mismo, los tres campos se superponen para generar las Directivas BIM Nacionales o Internacionales.

Así que en realidad, la importancia de los Campos BIM – la primera dimensión del marco de trabajo BIM – radica en la identificación de las interacciones y las superposiciones entre los actores del sector. Una vez identificadas, será mucho más fácil generar manuales por módulos mejores y directivas BIM más completas.

## 1.8.2 Modelado paramétrico

Tal y como nos indica el propio nombre del BIM (BUILDING INFORMATION MODELING), con esta metodología trabajamos bajo un modelo 3D lleno de información útil para todos los agentes involucrados durante todo el ciclo de vida del edificio, desde los promotores, despachos de arquitectura, ingenierías, constructoras, administraciones públicas, gestores de inmuebles e incluso para los usuarios finales.

Este concepto empieza por los objetos paramétricos. En BIM cuando se diseña un edificio o un proyecto de obra civil se trazan sistemas o elementos constructivos, a diferencia de las polilíneas o bloques CAD utilizados hasta la actualidad. Esta característica nos aporta una gran agilidad cuando trazamos nuestros proyectos, porque los sistemas vienen ya definidos con sus capas, materiales y características siendo editables cada una de las partes que los conforman.

No todos los modelos o software se pueden calificar como BIM. A pesar que no hay definiciones claras ni acuerdos generales de qué significa un software BIM, los investigadores y los desarrolladores de software hacen referencia a un mínimo común denominador.

Este denominador implícito es un conjunto de atributos tecnológicos y de procedimientos que deben tener los BIModels (modelos BIM):

- Deben ser Tridimensionales,
- Construidos a partir de Objetos (modelado de sólidos – tecnología orientada a objetos)
- Tener información específica de una disciplina, codificada e integrada [1] (más que una mera base de datos),
- Tener relaciones entrelazadas y jerarquías entre sus objetos (reglas y/o restricciones: similar a una relación entre una pared y una puerta donde la puerta crea una abertura en la pared),
- y describir algún tipo de Edificio.

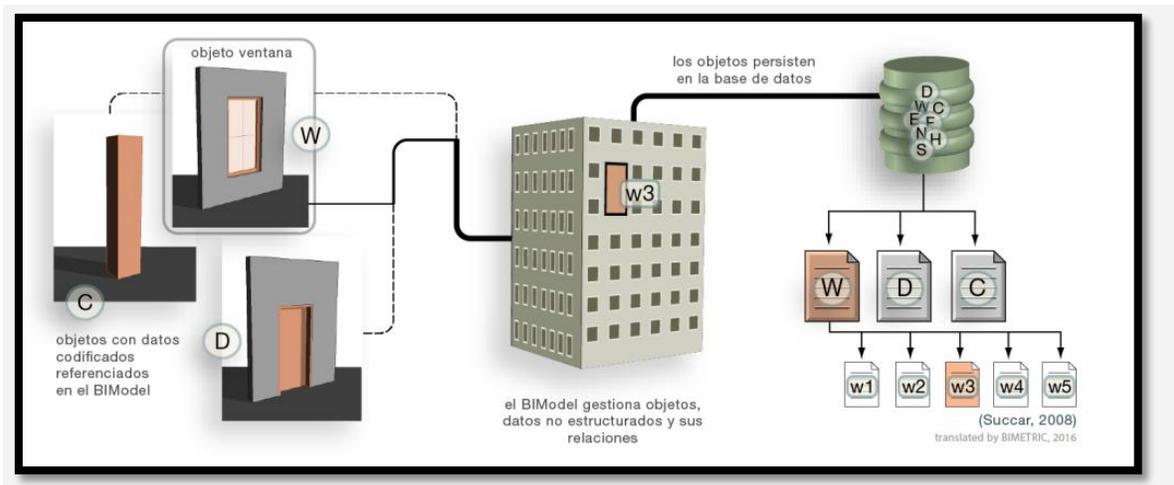


Imagen 1-13: Denominador común de un modelo BIM

Una vez más, los atributos anteriores conforman la definición inclusiva de un modelo BIM. Evidentemente, cada software BIM, propietario o no propietario, añade sus propias características a la lista de atributos en un intento de excluir del acrónimo BIM a sus competidores conceptuales y comerciales. El hecho que un software sea interoperable, totalmente paramétrico o permita la salida para fabricación digital no tiene nada que ver con la definición inclusiva, aunque son atributos adicionales (y muy bienvenidos). Las definiciones excluyentes (aquellas que excluyen de la denominación BIM) son muy simples: software de superficies (como por ejemplo SketchUp®), Software basado en componentes (como AutoCAD 3D ®) y programas geométricos (como Autodesk® VIZ) no se califican como BIModel. La exclusión llega hasta las plataformas basadas en objetos 3D que están fuera de los dominios de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción (como SolidWorks®, Solid Edge® e Inventor®).

Para obtener un modelo satisfactorio para todos los agentes, deben establecerse prioridades y objetivos específicos en el proyecto para el uso del modelo. Estos requisitos específicos de proyectos deberían ser definidos y documentados de acuerdo a las bases generales establecidas en esta serie de publicaciones, y que se suelen concretar en un documento específico del proyecto denominado “Plan de Ejecución BIM (BIM Execution Plan) BEP”.

Los objetivos generales del modelado de los edificios con información incluyen, por ejemplo, los siguientes:

- Dar soporte a la toma de decisiones del proyecto
- Dar una base a los aspectos contractuales alineados con los objetivos del proyecto utilizando el modelo de información del edificio como referencia.
- Visualizar soluciones de diseños.
- Asistir durante la fase de diseño y coordinar entre distintos diseños.
- Incrementar y asegurar la calidad del proceso de construcción y el producto final.

- Analizar con más detalle los procesos durante la fase de construcción permitiendo optimizarlos y hacerlos más eficientes.
- Mejora la seguridad durante las fases de construcción y explotación del edificio
- Dar soporte a los análisis de costes del proyecto y del ciclo de vida del edificio.
- Permitir la gestión y la transferencia de datos del proyecto durante la operación.

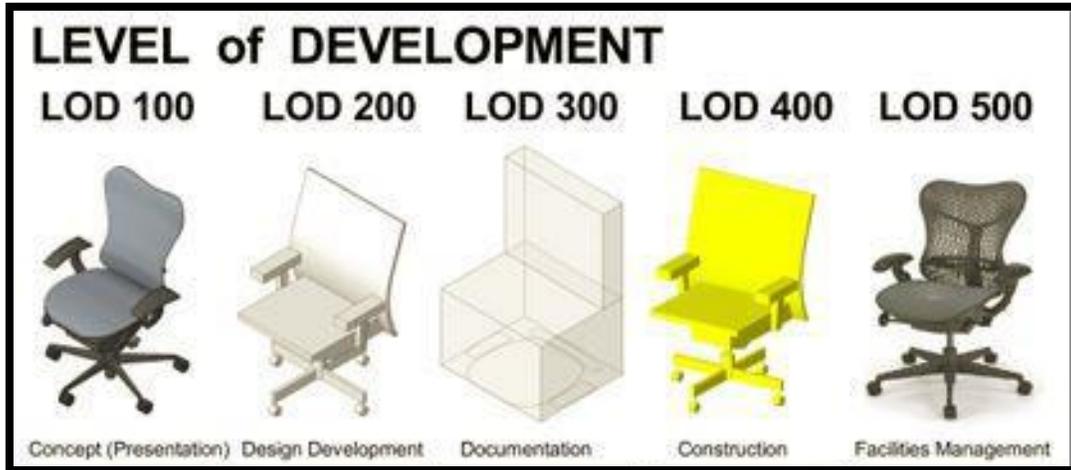
### 1.8.3 LOD (level of detail) o nivel de desarrollo

Los proyectos en BIM tienen la capacidad de ser representados, documentados y entregados con diferentes niveles de desarrollo. No será lo mismo, entregar un proyecto básico, un proyecto ejecutivo o un proyecto as built.

Este concepto se creó para valorar "para qué sirve la información representada". Los Niveles de desarrollo o LODs tienen por objetivo medir la cantidad y calidad de la información entregada, en definitiva son una forma de ponderar la veracidad de la información. Para cada fase del proyecto tendremos que dar la información demandada por cada nivel de desarrollo o LOD.

Los LODs fueron desarrollados por Vico software, con el objetivo de definir de mejor forma los presupuestos en cada nivel de desarrollo. Años después la AIA (American Institute of Architects) decidió que este sistema sería una buena base para aplicarse a todos los usos de un modelo BIM, desde el análisis de la energía a la programación 5D (mediciones y presupuestos). Hoy en día se ha convertido en uno de los conceptos BIM que se han establecido en común por los diferentes organismos internacionales que tienen por objetivo el desarrollo y estandarización del BIM en el sector de la construcción.

- **LOD 100** - Es un diseño conceptual, el modelo aportará una visión general, básicamente aportará el volumen, la orientación y área.
- **LOD 200** - Aporta una visión general con información de magnitudes aproximadas, tamaño, forma, localización y orientación. El uso que se da es simplemente incrementar la capacidad de análisis. Pero las mediciones son aproximadas, nunca definitivas.
- **LOD 300** - Aporta información y geometría precisa, con algún detalle constructivo y medidas más precisas, con un nivel de detalle externo importante pero no completo.
- **LOD 400** - Contiene el detalle necesario para la fabricación o construcción y el nivel de mediciones ya es exacto.
- **LOD 500** - El último nivel de desarrollo representa el proyecto que ya se ha construido, son las condiciones conforme a obra. El modelo es adecuado para el mantenimiento y la gestión del proyecto.



*Imagen 1-14: Niveles de desarrollo en modelos BIM*

#### **1.8.4 La interoperabilidad de los modelos BIM**

La metodología BIM, como hemos comentado más de una vez, se basa en la interoperabilidad entre agentes. Y para eso, una comunicación ágil y eficiente entre ellos es fundamental.

Para satisfacer esa necesidad de transmisión de información, más allá de la ya traspasada a través de los archivos de trabajo, existen diferentes herramientas que permiten a los distintos agentes comunicarse entre ellos con el fin de resolver las dudas e incidencias que van surgiendo durante el proceso mediante los formatos IFC (Industry Foundation Classes).

El formato IFC, “Industry Foundation Classes”, es un formato de datos de especificación abierta. Fue desarrollado por el IAI (International Alliance for Interoperability), predecesora de la actual Building Smart, con el propósito de convertirse en un estándar que facilite la interoperatividad entre programas del sector de la construcción. El formato está disponible para descarga en internet en la web de [www.buildingsmart.com](http://www.buildingsmart.com)

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

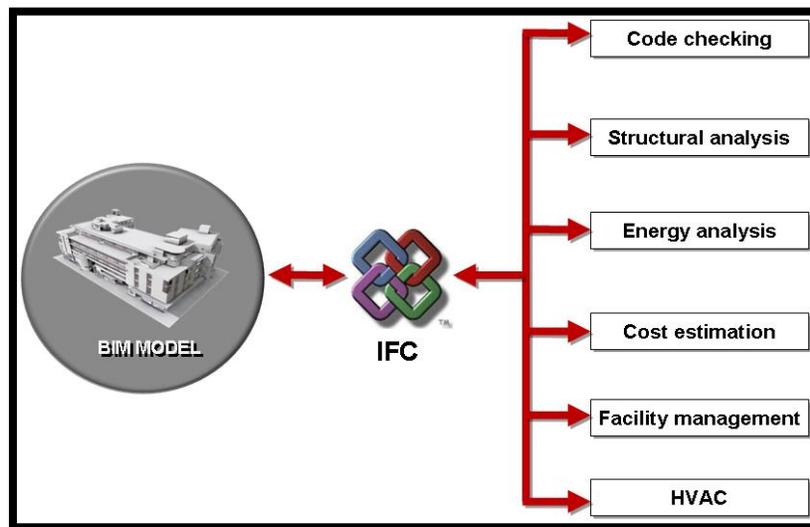
Obviamente la funcionalidad no es total entre aplicaciones de software, pues cada programa puede tener su parcela propia: yo puedo leer información de un muro, pero no sus propiedades acústicas (por ejemplo). Sin embargo el sólo hecho de poder traspasar de un programa a otro un muro y sus relaciones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

Hasta ahora las conexiones más conocidas que nos permitían esta interoperabilidad eran estándares abiertos de la industria como IFC (Industry Foundation Classes) y COBie (Construction Operations Building Information Exchange).

COBie es un estándar internacional para el intercambio de datos de la construcción. Su uso más común es en la transferencia de datos de la construcción en las operaciones. Las especificaciones y directrices COBie, retienen el conocimiento de la industria y las mejores prácticas. Aun así, los estándares COBie no especifican que información se requiere para una entrega específica de proyecto, ya que esta responsabilidad recae aún en el propietario.

El modelo de datos COBie es un subconjunto del modelo de datos buildingSMART, más comúnmente conocido como el IFC (Industry Foundation Classes). COBie es parte del movimiento colaborativo OpenBIM en el diseño, construcción y operaciones de los edificios. La representación más común del COBie es una hoja de cálculo COBie, pero es importante tener en cuenta que el formato de datos puede ser representado en múltiples formas, de acuerdo con los requisitos y las necesidades de la transferencia de datos especifican.

Los dos pertenecen a buildingSMART, se trata de una plataforma neutral que no está controlada por un único vendedor, lo que nos permite una objetiva transmisión de datos entre programas de distintas plataformas para conseguir un trabajo común.



*Imagen 1-15: Formato de Interoperabilidad*

## 2 PROBLEMÁTICA DE LOS PROYECTOS INMOBILIARIOS EN MEXICO

En este capítulo hablaremos sobre los problemas que presentan los proyectos inmobiliarios en México, abordaremos temas desde la planeación del proyecto donde se puede mencionar que las principales causas es una mala coordinación de proyectos ya que esto se deriva en la falta de comunicación entre los participantes, seguido del tiempo destinado para el desarrollo de los proyectos en la etapa de diseño. Después abordaremos temas sobre los problemas financieros que presentan los proyectos inmobiliarios como son la falta de liquidez, la falta de cumplimiento y una mala planeación financiera.

En el capítulo 4 hablaremos de como los modelos de información pueden ayudar a resolver algunos de los problemas que presentan los proyectos inmobiliarios.

### 2.1 Problemas financieros

El problema que afronta el sector inmobiliario es que si bien la gente sí quiere comprar, no encuentra la forma de acceder a financiación para hacerlo. Entonces, el problema del sector inmobiliario fundamentalmente depende del problema del sector financiero. La crisis inmobiliaria es solo un **síntoma de la crisis financiera**.

La problemática financiera de las empresas se clasifica en siete categorías principalmente:

- 1) Recursos financieros limitados.
- 2) Alto nivel de endeudamiento.
- 3) Cartera vencida.
- 4) Cambios en el costo de materia prima.
- 5) Falta de capital para invertir.
- 6) Dificultad para adquirir préstamos.
- 7) Falta de capital de trabajo.

Evidentemente los problemas financieros se encuentran interrelacionados entre sí, algunos son problemas centrales, otros son consecuentes, los cuales a su vez generan problemas indirectos. A continuación se presenta el análisis de cada una de las problemáticas financieras.

### **2.1.1 Recursos financieros limitados**

Uno de los problemas financieros más frecuentes es la falta de recursos en las organizaciones, entendiéndose por recursos financieros a los recursos monetarios que tiene una organización para realizar sus operaciones, desarrollarse y funcionar adecuadamente. Cuando una organización no cuenta con los recursos monetarios suficientes no puede hacer frente a las obligaciones de corto plazo de la organización, sostener la operación diaria, realizar inversiones de capital, ni desarrollar nuevos proyectos.

Debido a que un alto porcentaje de microempresarios tienen como prioridad empresarial generar ingresos para mantener a la familia, es muy común mezclar las finanzas de la empresa con el patrimonio familiar. Esto implica que los empresarios tienden a limitar el crecimiento e inversión del negocio debido a una descapitalización generada por el retiro de utilidades de manera periódica equivalente a las necesidades de la familia del empresario. Es decir, en muchos casos, las empresas difícilmente alcanzan un nivel de estabilidad financiera adecuada debido a la presión que se ejerce sobre la generación de utilidades y el incremento de ventas para fines personales y no para “inyectar” dinero a la organización con fines de ampliar el negocio, capacitar al personal, adquirir inventarios, mejorar el sistema de comercialización, invertir en publicidad, implementar sistemas de información, entre otros, que impliquen un proyecto de mejora y crecimiento de la empresa. Cuanto más limitados son los recursos financieros de una empresa, menor es su capacidad de desarrollo, no sólo porque dificulta la operación del negocio sino porque el empresario ejerce mayor presión por generar las utilidades necesarias para mantener a la familia.

### **2.1.2 Alto nivel de endeudamiento**

El nivel de endeudamiento de una organización puede ser explicado por diversas variables. El tamaño de la empresa es una de las variables más utilizadas para explicar el nivel de endeudamiento. Un gran número de estudios sostiene que el tamaño de la empresa está relacionado positivamente con el nivel de endeudamiento. Esto se debe a que entre más pequeña sea una empresa existe mayor asimetría de información lo que implica la posibilidad de manipular o modificar la información financiera de la empresa limitando la posibilidad de obtener recursos financieros por parte de instituciones bancarias.

Las empresas con mayores oportunidades de crecimiento tienen un menor nivel de endeudamiento que aquéllas con menores probabilidades de crecer, ya que de acuerdo a la Teoría del Pecking Order, los empresarios prefieren financiarse internamente a través de la retención de utilidades para evitar que las ganancias obtenidas por el crecimiento o nuevos proyectos queden en manos de los obligacionistas. Sin embargo, cuando las organizaciones se encuentran en su fase de crecimiento y el autofinanciamiento no es suficiente para generar

la expansión de la organización, es necesario solicitar financiamiento externo con el objetivo de obtener los recursos necesarios para llevar a cabo los proyectos de inversión.

Dentro de este mismo enfoque, la relación del nivel de endeudamiento con la rentabilidad económica de la empresa también es inversa porque en la medida en que la empresa incrementa su nivel de rentabilidad, su capacidad de financiamiento interno también aumenta, provocando un menor nivel de endeudamiento.

El endeudamiento financiero representa un problema cuando la organización no tiene la solvencia para hacer frente al pago del capital e intereses de la deuda, en el caso de créditos bancarios, y en el caso de fuentes de financiamiento espontáneas, reside en la generación de una mala reputación crediticia debido a retrasos del pago a proveedores, incapacidad de resurtir mercancía, desaprovechar descuentos por pronto pago, etc.

Por otro lado, es importante analizar que la problemática del endeudamiento excesivo surge desde la constitución misma de la empresa al iniciar con capital muy limitado que apenas permite cubrir los gastos básicos necesarios para el arranque de un negocio.

Dadas las condiciones de escasez en la constitución de la empresa, es evidente que no se tiene el respaldo económico para mantener el negocio en operación hasta que la organización alcance su punto de equilibrio, lo que impide que la empresa se desarrolle y alcance una madurez económica y financiera. Reflejo de esto se hace evidente cuando el empresario, desde los primeros meses en que se generen flujos de efectivo positivos los utiliza para necesidades familiares y personales, en lugar de reinvertirlos en la organización.

### **2.1.3 Cartera vencida excesiva**

Otro problema muy común en las organizaciones es la cartera vencida, entendida como la parte de los documentos y créditos que no han sido pagados a la fecha de su vencimiento.

El problema de cartera vencida surge principalmente cuando una empresa ofrece crédito a sus clientes sin el análisis adecuado de sus políticas de crédito y/o de la falta de control y vigilancia de la cartera. Sin embargo, también existe un riesgo independiente a la capacidad de la empresa para fijar sus políticas de crédito y cobranza representado por condiciones circunstanciales y particulares del cliente que resultan en el vencimiento del crédito. A pesar del riesgo que el otorgamiento de crédito representa en términos de costos, es una política necesaria porque apoya y estimula las ventas y, logra el desarrollo de negocios en el mediano y largo plazo con el cliente.

La principal problemática a la que se enfrentan las empresas con cartera vencida es la falta de liquidez, entendida como la incapacidad de cumplir con sus obligaciones de corto plazo a medida que se vencen. La relación entre cartera vencida y falta de liquidez se hace evidente cuando el ciclo de operación de la empresa no se lleva a cabo en los términos calculados o esperados debido a la falta de entrada de efectivo por concepto de cobranza de cuentas

pendientes. En este sentido, la situación financiera de corto plazo se ve afectada debido a la falta de liquidez y a la premura de adquirir préstamos de corto plazo que le permitan mantenerse en operación. Evidentemente las empresas más pequeñas deben enfrentar el problema de liquidez de otras formas distintas a la adquisición de préstamos, dada su incapacidad de obtener financiamiento por parte de las instituciones financieras. (*Alejandra L. 2015*)

#### **2.1.4 Incrementos en el costo de la materia prima**

Los aumentos continuos e inesperados de la materia prima causa descontrol en el manejo del efectivo en los empresarios y en el establecimiento de precios. Cuando existe un aumento del costo de materia prima el empresario debe tener mayor capital de trabajo para surtir su material lo que ocasiona una inversión inicial adicional que no siempre se está en condiciones de hacer frente. Si el empresario tiene la política de inversión reflejada en su capacidad de ahorro, podrá enfrentar los aumentos del costo de los inventarios o de la materia prima. En caso contrario, tendrá que adquirir un préstamo para capital de trabajo ya sea en instituciones financieras o adquirir financiamiento espontáneo a través de proveedores. En cualquiera de las dos situaciones la empresa aumentará su nivel de endeudamiento.

Cuando el empresario no tiene la posibilidad de adquirir financiamiento o no está dispuesto a contraer deudas, es común que disminuya la calidad de los productos que comercializa o de la materia prima que utiliza en su proceso productivo con el fin de mantener los costos, sin embargo, ello puede generar una disminución de ventas que en última instancia generará problemas de liquidez y se enfrentará a la necesidad de financiarse en el corto plazo.

#### **2.1.5 Falta de capital para invertir**

Los gastos de capital representan un desembolso de fondos con la intención de generar beneficios en el largo plazo (más de un año), los cuales son necesarios en alguna etapa de la vida de las empresas como parte de una estrategia de crecimiento, posicionamiento o de defensa al entorno competitivo en el que se desarrolla.

Existen tres motivos principales para realizar inversiones:

- La expansión
- La reposición
- La actualización
- Otros gastos que impliquen incrementos en el nivel de venta y utilidades, entre los que se encuentran la publicidad, consultoría administrativa y el desarrollo de nuevos productos.

Aunque la mayoría de los empresarios reconocen la necesidad de realizar gastos de capital para llevar a cabo sus proyectos y así mejorar su desempeño, se enfrentan a la falta de disponibilidad de fondos para llevarlos a cabo. Si una organización no dispone de capital suficiente para desarrollar planes de expansión a través de la compra de terrenos, bodegas, oficinas, locales, redes de comunicaciones, maquinaria, tecnología, etc. su capacidad competitiva se ve limitada.

Lo mismo sucede si no se tiene la capacidad financiera para reemplazar aquéllos activos que ya son obsoletos o actualizar los ya existentes. Por lo tanto, cuando la empresa no tiene la capacidad de generar un capital para realizar inversiones se está condenando a permanecer en un estado de sobrevivencia. Y cuando la organización tiene potencial de crecimiento, éste disminuye considerablemente si no se tienen los medios para realizar gastos de capital.

En teoría, las organizaciones disponen de una amplia gama de alternativas para obtener fondos de largo plazo, las cuales se dividen en:

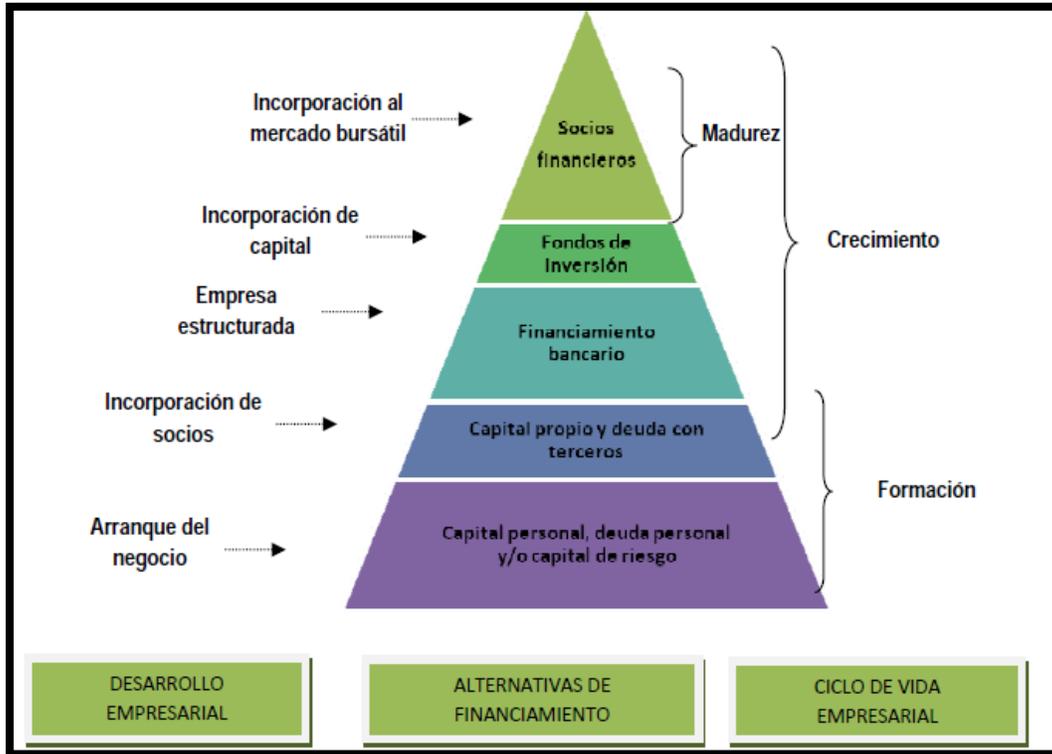
- Fuentes internas y
- Fuentes externas.

El primer tipo de fuentes se obtienen mediante las utilidades retenidas, las cuales representan el total acumulado de las utilidades que han sido reinvertidas en la empresa.

El segundo tipo de fuentes de financiamiento (externas) se obtiene a través de la venta de deuda y acciones. No obstante, la mayoría de las empresas enfrentan ciertas dificultades para obtener capital a través de fuentes externas ya que carecen de activos y respaldo crediticio necesarios para la comercialización pública de bonos y/o acciones.

El capital de riesgo es otra alternativa de financiamiento externo, sin embargo, es difícil encontrar inversionistas que estén dispuestos a arriesgar su capital en una organización que se encuentra en su etapa de formación o arranque, dada la alta probabilidad de fracaso que poseen. *(Tagle, G, 2014)*

En la figura xxx, se muestra las alternativas de financiamiento, tanto interno como externo, que tienen las empresas en función de su desarrollo y ciclo de vida empresarial, donde se observa que conforme la organización experimenta un mayor nivel de desarrollo sus posibilidades de financiamiento se incrementan en la misma medida.



*Imagen 2-1: Desarrollo, Financiamiento y Ciclo de Vida Empresarial*

Determinar las alternativas de financiamiento de las empresas depende en gran medida de la etapa en que se encuentren dentro de su ciclo de vida así como el nivel de desarrollo empresarial que experimentan las organizaciones en un tiempo determinado. Las etapas por las que pasa una empresa se pueden resumir en cuatro:

- Formación
- Crecimiento
- Madurez y
- Declinación

Como se evidencia en esta gráfica, existen diversas opciones para obtener capital para invertir, no obstante, su viabilidad está limitada por las condiciones que caracterizan a la micro, pequeña y mediana empresa. En la siguiente figura, se resume la problemática de falta de capital en la organización.

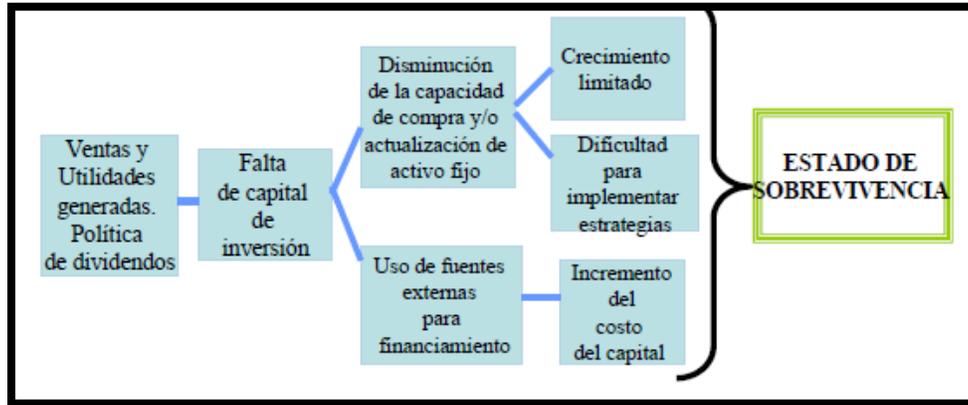


Imagen 2-2: Efectos en la organización de la falta de capital para invertir

### 2.1.6 Dificultad para adquirir préstamos

La necesidad de obtener financiamiento externo por parte de las organizaciones depende en gran medida del tipo de economía de las empresas y por ende del país. Existe la distinción de los sistemas financieros en:

- a) economías de mercados financieros y
- b) economías de endeudamiento.

Las economías de mercados financieros se caracterizan porque las empresas tienen una tasa alta de autofinanciamiento implicando que el financiamiento externo tiene un papel complementario.

Por otro lado, las economías de endeudamiento tienen una baja tasa de autofinanciamiento por lo que su operación diaria y la realización de inversiones hace necesario que recurran al crédito para mantener en actividad a la empresa, donde el uso del crédito bancario se vuelve una necesidad en aras de mantener operando o funcionando el negocio.

En este sentido, nuestro país está caracterizado por una economía de endeudamiento.

Con base en un estudio realizado por la Secretaría de Economía (2010), sólo el 20% de las PyMes utilizan la banca comercial como fuente de financiamiento. Los principales motivos por lo que estas empresas no utilizan el crédito bancario son:

- a. altas tasas de interés,
- b. negativa de la banca,
- c. incertidumbre sobre la economía y
- d. rechazo de solicitudes.

Si analizamos cada una de estas variables, ciertamente, el costo de la deuda es un factor que determina el nivel de endeudamiento de una organización, en el cual no sólo se considera la tasa de interés sino la obligación fija de realizar el pago. En México, el costo de la deuda es muy alto en comparación con países como Estados Unidos, Canadá, España, Corea y Japón.

Por ello, las PyMes evitan utilizar el financiamiento bancario, dada su incapacidad de hacer frente a los pagos de capital e intereses que se requieren.

La negativa de la banca y el rechazo de solicitudes de crédito se debe a que las empresas se enfrentan a diversos obstáculos como la falta de información financiera reciente distinta a las declaraciones de impuestos (informalidad), incapacidad de pago para cubrir el crédito solicitado, existencia de registros negativos en el Buró de Crédito y dificultades para demostrar el valor de la garantía. (*Tagle, G, 2014*)

### **2.1.7 Falta de capital de trabajo**

Una de las tareas primordiales del empresario es administrar las finanzas de corto plazo de la empresa, esencialmente lo referente al capital de trabajo, el cual está representado por los activos circulantes que tiene una organización para financiar la operación de corto plazo de un negocio, como son el efectivo, las cuentas por cobrar y el inventario, principalmente.

La importancia del capital de trabajo reside en diversos aspectos:

- 1) evita problemas de liquidez que obligan a suspender pagos o cerrar la empresa por no tener el crédito necesario para hacerle frente
- 2) mantener un exceso de inversión en activos de corto plazo puede afectar la rentabilidad de la organización ya que se tiene dinero ocioso que podría reinvertirse en proyectos de desarrollo y crecimiento empresarial; y
- 3) en la fase de crecimiento empresarial las empresas incrementan sus ventas, por lo que no podrá sostener su desarrollo sin la financiación de los activos circulantes.

El problema surge porque es difícil sincronizar la entrada de efectivo con los desembolsos de dinero, sobre todo porque no es sencillo predecir el momento en que se generará la entrada de efectivo. En este sentido, un gran porcentaje de empresas no puede mantener un margen de seguridad entre los activos y sus obligaciones de corto plazo, de tal forma que se enfrentan al vencimiento de pagos cuando no han generado el efectivo necesario para cubrir sus deudas.

Las razones por las que las empresas tienen el problema de falta de capital de trabajo se debe a diversos factores. Uno de éstos se refiere a las pérdidas de operación, entendidas como la insuficiencia de ventas en relación al costo para generarlas. Esto sucede cuando se tienen precios unitarios rebajados debido a la competencia sin una disminución en costo de la mercancía y/o de los gastos, por aumentos en gastos operativos sin un aumento en el nivel

de ventas o por costos excesivos de cuentas incobrables. Otro factor que incide en este problema es la incapacidad de la organización para obtener recursos para capital de trabajo, ya sea a través de instituciones financieras (problemática analizada en el punto anterior), porque la política de dividendos es poco conservadora o debido a la utilización de fondos corrientes para la adquisición de activos fijos.

Analizar el ciclo de caja de una organización es crucial para administrar adecuadamente el capital de trabajo porque permite determinar el nivel de inversión necesario para cubrir el desfase entre el flujo de ingresos y egresos, y analizar la conveniencia de las políticas de crédito y pagos de la organización.

La administración eficiente del capital de trabajo implica lograr el equilibrio entre la rentabilidad y el riesgo de la organización, en donde éste último está representado por la probabilidad de incumplimiento de pago. En la siguiente figura se muestran los factores que afectan el capital de trabajo disponible en una organización.



*Imagen 2-3: Factores que afectan el capital del trabajo*

## **2.2 Problemas de planeación financiera.**

En los proyectos inmobiliarios mixtos, casas o departamentos, el factor clave para cuidar la rentabilidad del negocio, es la administración de los recursos financieros, durante el tiempo en que el proyecto se desarrolla. Es frecuente encontrarse proyectos que están inconclusos, o que se encuentran detenidos por periodos largos de tiempo, a pesar de estar muy bien ubicados, con viviendas bien diseñadas y con buena calidad de construcción.

Un factor clave de proceso inmobiliario, además de contar con un buen producto y ofrecerla en el precio acorde al mercado, es contar con una adecuada planeación de su flujo de efectivo, el cual debe ser detallado por meses o incluso en algunos casos puede manejarse por quincenas o hasta por semanas y días, según sea necesario, en algunos procesos del proyecto, ya que esto permite administrar de una mejor manera, los recursos financieros durante las diferentes etapas del proceso del desarrollo inmobiliario, y sobre todo permite ir tomando a tiempo las decisiones más adecuadas de acuerdo a los resultados, situaciones o cambios que se vayan presentando. Al Programar un flujo de efectivo, se considera principalmente hacer una proyección de los Ingresos y los egresos del desarrollo en sus diferentes etapas y procesos, siempre con el objetivo de que en cada intervalo de tiempo, el flujo estimado en la caja, sea positivo y suficiente para garantizar la continuidad del proceso, y sobre todo la rentabilidad del mismo.

Los ingresos se generan principalmente del pago de enganches, de créditos obtenidos para la construcción, de aportaciones directas de socios, o de las individualizaciones realizadas del producto terminado, entre otros.

Los egresos van desde el pago o amortizaciones del terreno, los gastos de la edificación, urbanización, infraestructura, los gastos de ventas, administrativas, financieras, legales etc.

Algunos de estos gastos, son por eventos y otros se generan por tiempo, por lo que, a mayor tiempo de vida del proyecto, es mayor el gasto y menor la rentabilidad.

Uno de los momentos más importantes de la planeación, es estimar el día cuando se va a realizar la primer individualización y cuánto es el monto invertido hasta ese momento, ya que a partir de ahí empieza a recuperarse la inversión y a reflejarse la rentabilidad del negocio, antes de eso, generalmente todo el dinero utilizado es prestado y tiene un costo, es precisamente con las individualizaciones que los créditos se pagan y se van disminuyendo los gastos.

El proceso de planeación se recomienda que no solo se haga en el escritorio del financiero del proyecto, sino que deben de participar los encargados de los procesos de ventas, individualizaciones, construcción, administración, trámites legales, etc., y debe de estar aterrizado al detalle en las acciones que cada área debe realizar, teniendo muy claro el objetivo de tiempo y rentabilidad que se busca obtener al finalizar el proyecto. La planeación pierde sentido si no hay seguimiento, por lo que es muy importante que haya un responsable

directo de que ésta se lleve a cabo, y que cada uno de los involucrados haga la parte que le corresponde.

Es tarea de todas las áreas, cumplir con su parte y con eso garantizar que la empresa cuente con la liquidez y el flujo de efectivo suficiente, para que ningún proceso se detenga y contribuir así en primera instancia a la Conservación de su empleo, a la generación de nuevos proyectos y a la consolidación de la empresa en el tiempo. Hoy en día, es muy común que las planeaciones se realicen a “feeling” o a memoria y generalmente son realizadas por una sola persona, lo que genera en muchos casos que no se tomen en cuenta situaciones que contribuyen a que el tiempo de vida del proyecto se extienda, Generando exceso de gastos y falta de ingresos, que terminan por detener el proyecto por la falta de liquidez o el flujo de efectivo negativo. Es muy importante, que la planeación del flujo de efectivo y la definición del producto se haga con la guía de un asesor o consultor, en base a un proceso y que quede plasmada en un calendario o programa de flujo de efectivo, donde cada parte involucrada tenga clara su participación y el resultado que debe de lograr para que la planeación se cumpla.

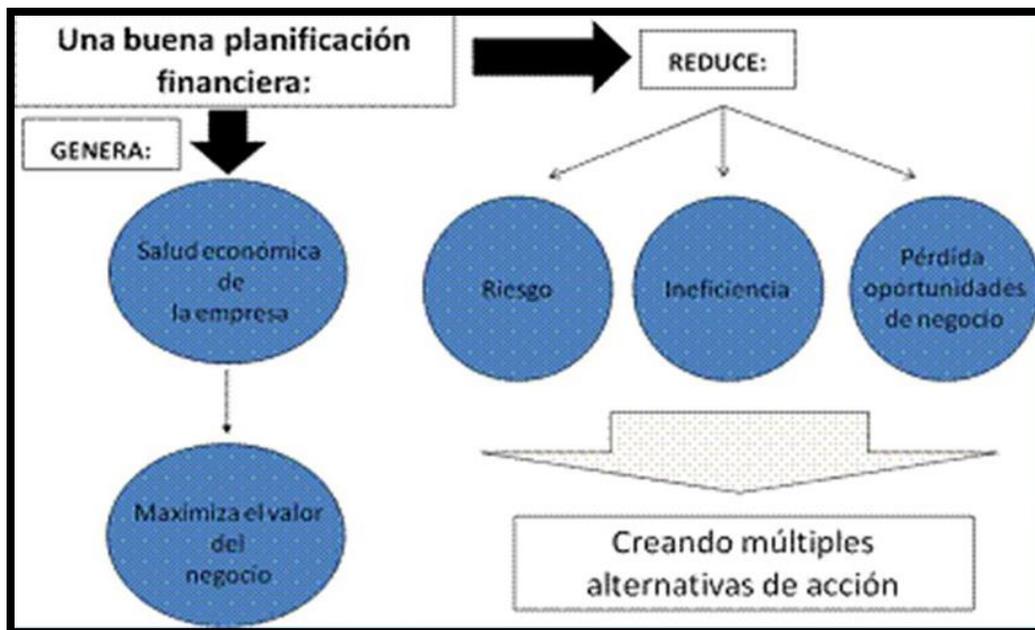


Imagen 2-4: Planeación Financiera a largo plazo

## 2.3 Cambio de alcance en el proyecto

La definición del alcance de proyecto es quizás la parte más importante del proceso inicial. Para poder elaborarla es necesario contar con información objetiva y de calidad acerca de los siguientes aspectos:

- Entregables y sus condiciones.
- Límites del proyecto.
- Recursos disponibles.

El propósito de definir el alcance de proyecto es describir y obtener un acuerdo sobre las fronteras lógicas que lo determinan, que permiten distinguir con claridad lo que se incluye en el ámbito de proyecto y todo lo que queda fuera de él.

Pero lamentablemente la mayoría de los proyectos están sujetos a cambios y modificaciones durante su ejecución, los cuales pueden llegar a provocar el fracaso del proyecto si no se gestionan correctamente.

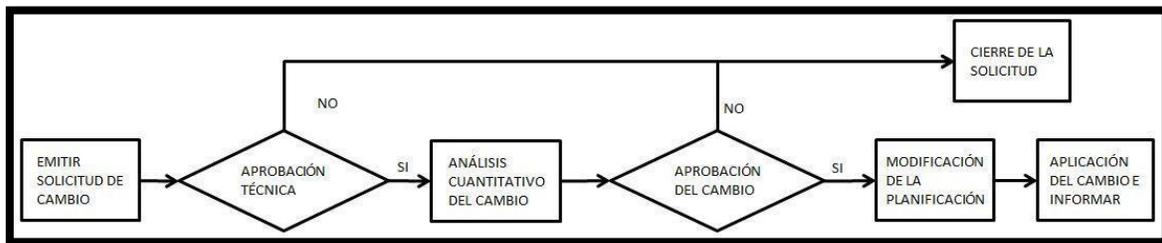
Se considera un cambio todo aquello que modifique las limitaciones iniciales del proyecto, las cuales deben estar claramente definidas en el plan del proyecto.

El cambio de alcance en un proyecto se puede ver afectado por alguno de estos puntos:

- **El Cliente no Define con claridad sus Necesidades:** Muchas veces si es que no en todos los proyectos nos encontramos con clientes que no tienen claro lo que quieren o necesitan, tienen ideas sobre lo que les gustaría en primera estancia y a conforme va avanzado el proyecto el cliente llega a una idea conceptual que puede ser de su agrado pero a conforme pasa el tiempo suele suceder que el cliente cambie de opinión sobre el proyecto, lamentablemente muchos de estos cambios que tiene el cliente suelen suceder cuando el proyecto está en su etapa de construcción por lo cual puede generar retrasos y sobrecostos en el proyecto, lo cual debe de gestionar el director del proyecto.
- **Comunicación con los Interesados (Stakeholders):** Las partes interesadas son todas aquellas personas que se ven afectadas y/o beneficiadas por el proyecto, no solo nos referimos al cliente y a los inversionistas, dependiendo el tipo del proyecto este puede tener un impacto social que beneficiara a un población la cual las convierte en partes interesadas del proyecto, por lo tanto si el proyecto afecta de una manera negativa a la sociedad o a unos pobladores, estos pueden quejarse de este inconveniente que les afecta y el proyecto tendrá que sufrir unas modificaciones para poder resolver el conflicto que está presentando a los pobladores, de igual manera estos problemas suelen presentar en etapas avanzadas del proyecto lo que genera retrasos en el proyecto mientras se gestiona el cambio que debe de tener el proyecto.
- **Peticiones exclusivas de los usuarios:** En los proyectos inmobiliarios de vivienda o de uso comercial suelen presentarse este tipo de problemas que cambian el alcance

del proyecto en el sentido del diseño inicial que se tenía planteado, suele suceder que usuarios están interesados en adquirir ya sea un departamento o un local comercial pero el usuario desea tener 2 departamentos interconectados, esto puede generar un dilema entre el cliente y el director del proyecto, si el cliente autoriza que se haga un modificación al diseño planteado el director del proyecto tiene que evaluar si es factible poder realizar este cambio, se tiene que realizar una verificación estructural para determinar si es posible este cambio, no obstante suele suceder que estos cambios surgen en la etapa de construcción o de venta del inmueble, esto dependerá del plan de financiamiento que presente el proyecto; el proyecto se verá afectado en tiempo y costos si se desea modificar el alcance conceptual del proyecto.

Todo cambio supone una perturbación del proyecto y por tanto un riesgo para este, por lo que estos deben evitarse en la medida de lo posible. Aunque los cambios son inevitables, todo cambio tiene que estar bien documentado y llevar un proceso para poder controlar de una manera efectiva el cambio, el procedimiento para la solicitud y aprobación del cambio es el siguiente:



*Imagen 2-5: Proceso que debe de seguirse para cambios de proyecto*

- **Emisión de la solicitud del cambio.** Para ello la persona que solicita el cambio debe definir el cambio solicitado y la motivación de este. Esta solicitud debe encaminarse al director del proyecto, que es la persona encargada de dar inicio al proceso de aprobación de cambios.
- **Análisis técnico.** Si el cambio afecta al contenido técnico del proyecto, este debe ser analizado y aprobado por el responsable técnico del mismo. Un cambio que técnicamente no sea viable quedará descartado en este punto.
- **Cuantificación del cambio.** Para poder proceder con la aprobación del cambio es necesario cuantificar el efecto que este tendrá sobre las limitaciones del proyecto (coste, plazo, recursos, etc.) en el caso de ser aplicado. Este análisis debe ser dirigido por el director del proyecto, pero realizado por el equipo del proyecto, procediendo de la misma forma que con las estimaciones que realizan durante la fase de planificación.
- **Aprobación.** Antes de aceptar el cambio y aplicarlo al proyecto, este debe ser aprobado por el sponsor o el comité de dirección de proyecto. En el caso de proyectos realizados

para terceros, esta aprobación debe incluir tanto al sponsor en el lado del cliente como él de la organización que realiza en proyecto, aunque este segundo es sustituido por el director del proyecto en muchos casos.

- **Modificación de la planificación.** Una vez aprobado el cambio, este debe aplicarse a la planificación del proyecto, lo que implica modificar las líneas base del proyecto en base al análisis cuantitativo realizado, y volver a emitir los documentos de planificación que se hayan visto alterados.
- **Informar.** Tanto si el cambio ha sido aprobado o no, es importante informar sobre el resultado a las personas implicadas en la solicitud:
  - En caso de no aprobación, el director del proyecto deberá informar a la persona que emitió la solicitud del resultado y los motivos de la no aceptación. Dar esta información es importante para dar a entender a esta persona que su solicitud ha sido analizada, y para evitar que este continúe intentando implementar el cambio.
  - Una vez un cambio está oficialmente aprobado y aplicado en la planificación del proyecto, el equipo del proyecto debe ser informado del cambio y de los efectos que ha tenido sobre el proyecto. Así mismo, es importante informar al solicitante de la aprobación.

Una vez aceptado el cambio, se debe asegurar de hacer un seguimiento de este correcto. Este seguimiento consiste en dos puntos:

- Asegurarse que el cambio realmente se ha aplicado. No sería la primera vez que se acepta un cambio y este no queda reflejado en el entregable, generando trabajo adicional, retrasos, e insatisfacción del cliente. Para ello es importante asegurarse que las personas que directamente están afectadas por el cambio conocen este, preferiblemente poco antes que estos vayan a realizar la tarea o tareas afectadas por este.
- Mantener un histórico para poder entender el origen de las modificaciones sobre el cronograma y costes debido a los cambios, y el resultado de las diferentes solicitudes, evitando así repetir el proceso para una solicitud que en su día fue rechazada.

Este histórico también permite calcular y justificar la facturación adicional (o reducción de la facturación) debida a los cambios aceptados, lo cual normalmente se hace con aditivos de contrato, modificaciones del pedido, o pedidos adicionales. (*PMBOK, 2015*)

## 2.4 Bajo nivel en el plan de ventas

La problemática a la que se enfrentan las empresas respecto al bajo nivel de ventas puede analizarse desde dos grupos de variables: factores internos y factores externos a la organización.

- Los factores externos son aquéllos sobre los que la empresa no tiene mayor poder para modificarlos como son factores económicos, demográficos y sociales. Entre los factores económicos con mayor efecto en el nivel de ventas de la empresa podemos mencionar la inestabilidad de la economía mexicana, crisis económicas, disminución de las fuentes de empleo, elevada imposición tributaria, altas tasas de interés en créditos, insuficiencia de programas de apoyo sectoriales, falta de fortalecimiento del mercado interno, competencia desleal de la economía informal y la competencia voraz internacional. Todos estos factores han afectado el poder adquisitivo de las familias y por ende la demanda, el gasto y el consumo agregado influyendo directamente en el nivel de ventas de la organización. La importancia de los factores demográficos y sociales reside principalmente en la determinación del número de compradores potenciales y sus decisiones de consumo, y aunque impactan directamente la estructura de la demanda agregada su efecto en el nivel de ventas ha sido menor en comparación a los factores económicos.
- Los factores internos definidos como aquéllas variables sobre las que el empresario o la organización pueden desarrollar estrategias para influir en ellas, también intervienen en el desempeño de las empresas (nivel de ventas). La ausencia de un comportamiento emprendedor en los directivos, carencia de visión estratégica, resistencia al cambio, desconocimiento del mercado y de la competencia, falta de coordinación en áreas funcionales, ausencia de estrategias para el crecimiento, poca reinversión de utilidades, desconocimiento del uso de información, baja eficiencia en la mano de obra, falta de capacitación, bajos niveles de productividad y de estándares de calidad, son algunas de las causas que impactan negativamente en los niveles de venta que generan las organizaciones (*Secretaría de Economía, 2010*).

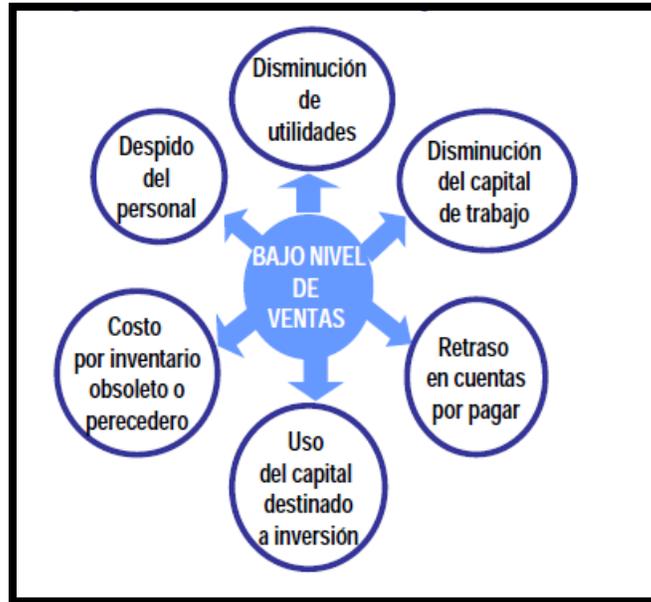
Las estadísticas proporcionadas por la Secretaría de Economía (2010), respecto a los factores internos de la empresa, muestran las condiciones sobre las que opera el 99% de las organizaciones en México:

- Cuentan con personal de bajo nivel de instrucción y aunque la mayoría ofrecen capacitación a sus empleados ésta es sólo de inducción a la organización.
- Alrededor del 40% de las empresas opera con maquinaria muy antigua y sólo un 4% con tecnología de punta. Esto se debe a que sus gastos de inversión que tienen en

tecnología e infraestructura son del 7%, razón por la cual el 70% de las empresas no tienen una base tecnológica.

- Sólo el 30% de las empresas utilizan técnicas de mejora de calidad y productividad, y solo un 40% utilizan licencias o patentes, haciendo a un lado las exigencias mínimas de calidad. El 86% de las PYMES no cuentan con ningún tipo de certificación de calidad.
- El uso de tecnologías de la información muestra una tendencia favorable ya que la mayoría tiene acceso a Internet. Sin embargo, sólo el 17% cuenta con página Web y realiza transacciones de compra o venta por este medio.
- El mercado que atienden está representado en su mayoría por clientes locales y regionales y menos del 20% atiende mercados nacionales.
- No llevan a cabo un análisis completo que les permita conocer a sus clientes y competidores debido a que sus fuentes de información son limitadas.
- Sólo el 35% de ellas cuenta con canales definidos para que los clientes expresen sus preferencias y su grado de satisfacción.
- Sólo el 9% participa en las exportaciones de bienes y servicios, mostrando una capacidad exportadora muy limitada. (*Secretaría de Economía, 2010*).

Asimismo, la mayoría de los empresarios concuerdan que en los primeros años del negocio, el bajo nivel de ventas impacta de manera considerable en la sobrevivencia de la organización, sin embargo, sostienen que con el paso del tiempo los negocios pueden soportar mejor las bajas ventas. En este sentido, el análisis del ciclo de vida de los negocios sustenta la afirmación de los empresarios, ya que conforme la empresa pasa de la etapa de formación a la de crecimiento y posteriormente a la etapa de madurez, las ventas experimentan un crecimiento en comparación a la etapa anterior. Esto hace que conforme las empresas se encuentran en la etapa de crecimiento o madurez están en mejores condiciones de enfrentar la problemática financiera que genera el bajo nivel de ventas. Esta problemática tiene diversas consecuencias, como lo muestra la siguiente figura:



*Imagen 2-6: Consecuencias del bajo nivel de ventas*

Cuando una organización experimenta una baja en sus ventas, consecuentemente las utilidades experimentan un descenso y el capital de trabajo disminuye; la capacidad financiera de hacer frente a sus pasivos de corto plazo, específicamente las deudas con los proveedores, se ve afectada teniendo que solicitar una extensión del periodo de pago o del monto del crédito, influyendo también en la relación con el proveedor; debido a la baja de recursos disponibles, el empresario utiliza los ahorros que tenía destinados para realizar inversiones en gastos necesarios para la operación del negocio y en deudas que vencen en un periodo determinado. Es decir, se sustituye el capital de inversión en capital de trabajo; se incurren en costos directos adicionales debido a que los inventarios pueden llegar a ser obsoletos o se vuelven inutilizables cuando éstos son percederos; finalmente, el despido del personal también se hace necesario cuando la actividad de la organización disminuye con la intención de recortar gastos al máximo posible, sin embargo, esto puede traer consigo gastos de liquidación del personal.

### **3 APLICACIÓN DE MODELOS "BIM" (BUILDING INFORMATION MODELING) EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN MÉXICO.**

La dirección de proyectos eficiente es más que una virtud. Una buena formación y una excelente capacidad de liderazgo no lo es todo. **Asegurar una gestión eficiente** solo es posible si a esas habilidades les sumamos el respaldo de una **herramienta de gestión de proyectos**. En este sentido, la aplicación de las nuevas **tecnologías disruptivas** está revolucionado la forma de dirigir los proyectos desde el momento que aseguran transparencia y un conocimiento total de los procesos que los componen. Dominar grandes cantidades de información y tomar decisiones sólidas y fundadas ya es posible. De esta manera, ser eficientes en la gestión de proyectos es solo una consecuencia de todo lo anterior.

Hablando de la **eficiencia en la gestión**, es inevitable no hablar del *Lean Project Management*, *Lean Construction* y de la *metodología BIM* en nuestra área es una tendencia en la dirección de proyectos que persigue precisamente **eso: asegurar la máxima eficiencia** a lo largo del ciclo de vida de cualquier proyecto que acometemos.

A continuación se describirá los diferentes proyectos en los cuales se ha implementado la metodología BIM aquí en México, hablaremos del uso que se les dio a los modelos BIM y los beneficios que conllevo.

Hablaremos de los estándares y normas que existen en la actualidad sobre BIM y de la importancia de estos en los proyectos.

### 3.1 Casos de éxito

#### Nuevo Aeropuerto Internacional de Ciudad de México

Esta obra es una de las más grandes obras en México y en el mundo por el tamaño del aeropuerto, debido a su inmenso tamaño y a la complejidad de todas las disciplinas se está implementado la metodología BIM para poder gestionar de una mejor manera esta gran obra.

#### *Objetivos Con El Uso De BIM*

En este proyecto el desarrollo del modelo BIM tiene como finalidad última:

- Creación de planos
- Análisis de ingeniería
- Visualización
- Programación de espacios
- Revisiones del diseño
- Coordinación de 3D (detección temprana de interferencias)
- Calculo de Cargas térmicas

Todas las disciplinas usan metodología BIM, también Estructuras, Instalaciones, y todo el sistema de gestión del equipaje. Todas generan modelos que integramos en un único modelo federado.

A nivel de diseño arquitectónico, dada la singularidad del proyecto, se usan muchas plataformas, que se integran posteriormente en un modelo BIM arquitectónico.

El uso del BIM está siendo fundamental como herramienta de coordinación entre disciplinas, y como herramienta de documentación, dado que la mayoría de la producción de planos se hace desde los modelos BIM.

La gestión de la información, (gestión de las familias, fichas individualizadas de habitaciones...) no hubiese sido posible sin herramientas BIM dado el tamaño y la complejidad del mismo. Ha sido necesario desarrollar herramientas específicas para poder manejar el tamaño y la compleja geometría.



*Imagen 3-1: Nuevo aeropuerto de la ciudad de México*



*Imagen 3-2: Modelo BIM del nuevo aeropuerto*

### **Torre Ejecutiva BBVA Bancomer**

La Torre BBVA Bancomer será un rascacielos ubicado frente a la Torre Mayor, su diseño es de estilo post-modernista y será la sede del Banco BBVA Bancomer de **México** y Latinoamérica. Contará con una altura de 250 metros de altura contando las antenas decorativas y 50 niveles.

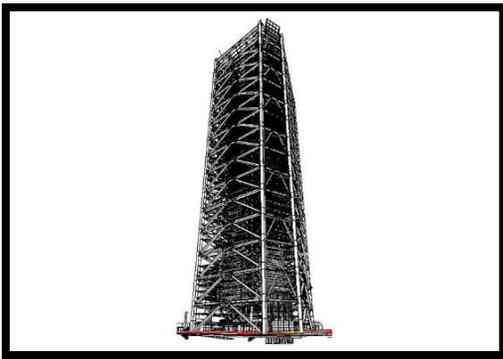
#### ***Objetivos Del Uso De BIM***

En este proyecto el desarrollo del modelo BIM tenía como finalidad última la coordinación y solventar las interferencias entre todas las instalaciones MEP del proyecto previo a su construcción.

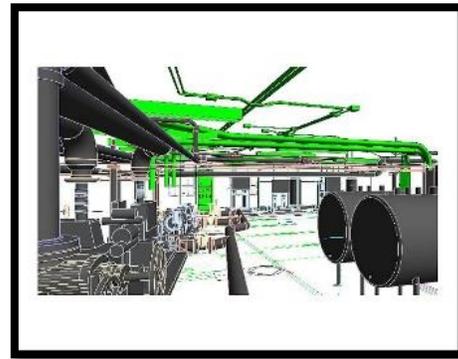
En la primera fase del Proyecto se utilizó para obtener una idea general de las instalaciones y sus trayectorias en relación a la estructura y arquitectura del proyecto.

Posteriormente dicho modelo se utilizó para la coordinación de las distintas disciplinas (arquitectura, estructura e instalaciones) detección y solución de las interferencias entre las mismas para optimizar la construcción.

Mediante el uso de BIM se obtuvieron importantes ahorros de tiempo en fase de construcción, dado que se habían resuelto las interferencias entre instalaciones previamente. El análisis de colisiones conllevó que la calidad del diseño incrementase de modo que en fase de obra se redujeran al mínimo las modificaciones con respecto al trabajo desarrollado en BIM.



*Imagen 3-3: Modelo BIM de la torre Bancomer*



*Imagen 3-4: Modelo de instalaciones de la torre Bancomer*

## **Torre Reforma**

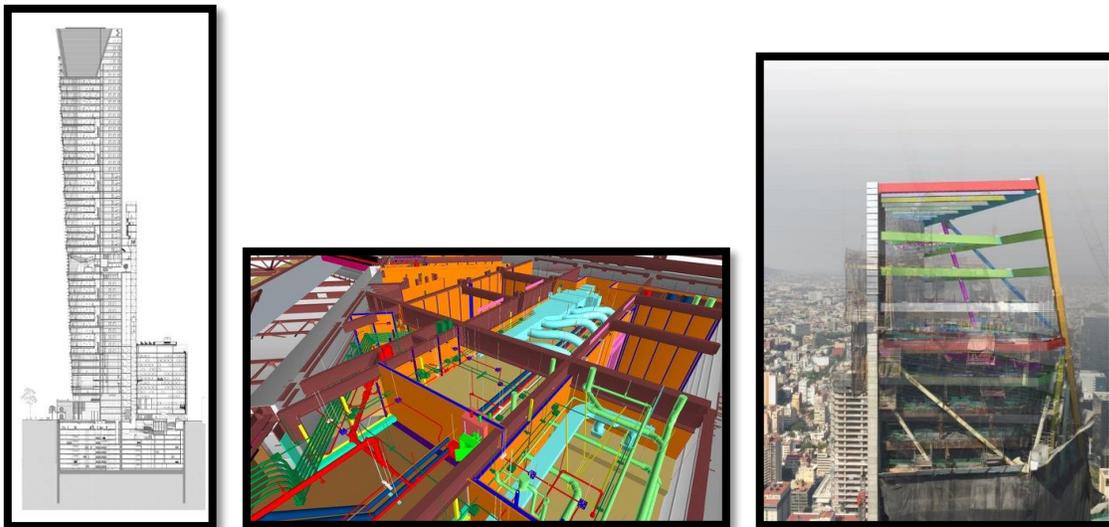
Torre Reforma, es única en su forma, estructura y construcción, rebasa los límites de altura e incorpora en su diseño métodos nunca utilizados en México. Torre Reforma, proyectada por LBR Arquitectos, cuenta con innovaciones tecnológicas de gran importancia en la construcción de México ofreciendo una excelente solución para integrar edificios con valor histórico a espacios nuevos.

### ***Objetivos Del Uso De BIM***

En este proyecto el desarrollo del modelo BIM tenía como finalidad última la coordinación y solventar las interferencias entre todas las instalaciones MEP del proyecto previo a su construcción.

En la primera fase del Proyecto se utilizó para obtener una idea general de las instalaciones y sus trayectorias en relación a la estructura y arquitectura del proyecto.

“BIM ayudó a nuestro equipo a realizar un proyecto de gran calidad y a poder evitar muchos imprevistos durante la construcción que nos hubieran hecho perder tiempo, materiales y mano de obra.” Dijo Arq Luis Manuel Sanchez Coordinador BIM de la obra. La herramienta **BIM** permite trabajar mano a mano y de manera transparente a todas diferentes áreas de diseño y construcción en una sola plataforma y así aumentar la eficiencia en la información del trabajo realizado, reduciendo los errores y mejorando tanto el proyecto como el comportamiento del edificio.



*Imagen 3-5: Modelos BIM de la torre Reforma, modelo de instalaciones y muestra de planificación con uso de los modelos*

### **Torre Koi (Nuevo León)**

El conjunto de la torre Koi sumarán 218 departamentos y 18 penthouses en 34 niveles que van desde los 90 m2 hasta 250 y 350 m2 con bodega propia y un rango promedio de 2 a 4 cajones de estacionamiento, alcanzará los 276 metros de altura y con el compromiso de un bajo impacto ambiental, el cuidado del medio ambiente y la sustentabilidad, esta obra busca la certificación Plata en el esquema LEED por eficiencia energética.

#### ***Objetivos Del Uso De BIM***

Por lo anterior, cuenta a nivel integral en su diseño con la más alta tecnología en software (Building information Modeling -BiM), con las cuales se realizaron los diseños de instalaciones, estructuras y pruebas de esfuerzo o viento y control logístico de gerencia de obra que garantiza seguridad a todos los trabajadores y una alta eficacia constructiva in situ. Además, para hacer encajar bien cada pieza de los sistemas prefabricados para no errar en su edificación.



*Imagen 3-6: Modelos BIM de la torre KOI incluyendo modelos de instalaciones*

### **Estadio de Fútbol en Monterrey**

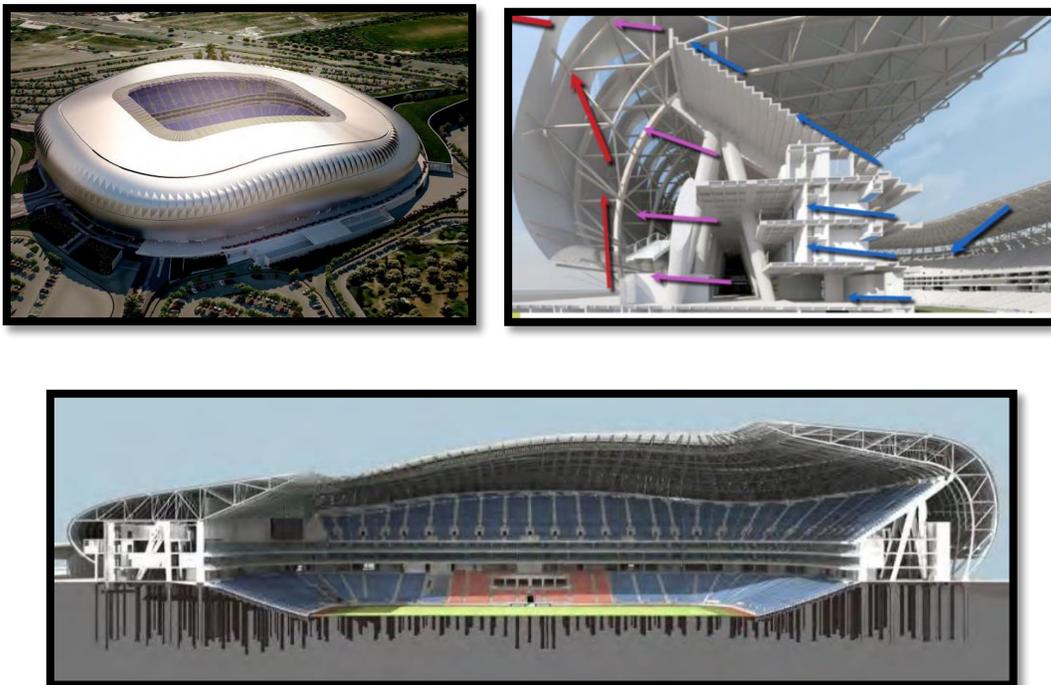
El Estadio de Fútbol Monterrey tendrá una capacidad para atender a 50,000 aficionados, en innovadoras instalaciones que contarán con la mejor visibilidad, los accesos adecuados y sistemas de seguridad y control de vanguardia. La inversión estimada para su construcción es de aproximadamente \$2 mil millones de pesos.

#### **Características técnicas**

1. La longitud del Estadio será de 265 mts, el ancho de 223 mts., y la altura de 43 mts., por lo que su circunferencia será de 800 mts.
2. El diseño contempla un volado de 55 metros de longitud que techará al 100% de los aficionados proporcionando un nivel de confort inmejorable.
3. La estructura principal requerirá 11,600 toneladas de acero, además de las significativas necesidades de aluminio y concreto.

#### ***Objetivos Del Uso De BIM***

La aplicación de BIM en este estadio tuvo varios usos, se implementó el modelado para el diseño conceptual del estadio, se utilizó este modelo para hacer simulaciones de los procesos constructivos ya que gran parte de la estructura fue prefabricada y por lo tanto en muchas ocasiones fue ensamblada, de igual manera se realizaron análisis energéticos del estadio para verificar si este satisfacía las necesidades del mismo.



*Imagen 3-7: Modelos BIM del estadio de futbol de Monterrey*

### **Centro Internacional de Convenciones los Cabos**

El Centro Internacional de Convenciones de Los Cabos, cuenta con 25,922 m<sup>2</sup> de construcción, diseñados con los más altos estándares de calidad. Tiene una capacidad de albergar eventos de hasta 6 mil 400 personas en 3 salas de exposiciones y 7 salas de convenciones, cuenta con áreas de servicios, andén de carga y descarga, patio de maniobras, estacionamiento cubierto y descubierto con 567 cajones, así como áreas de jardín.

Uno de los elementos más destacados del recinto es sin duda su muro verde, el más grande del mundo con 2,700m<sup>2</sup>, que es símbolo de la sustentabilidad bajo la que fue construido. Adicional a ello, cuenta con 1,008 paneles solares en la azotea que permitirán un considerable ahorro de energía. Además, 18% de la iluminación será con luz natural, a través de domos.

#### ***Objetivos Del Uso De BIM***

La empresa ganadora fue ICA y desde el momento de la licitación utilizaron la metodología BIM, con la cual modelaron el proyecto ejecutivo, se detectaron incongruencias e interferencias en el proyecto, las cuales se le hacían llegar al despacho del arquitecto Fernando Romero para su modificación. Estas incongruencias o interferencias gracias a que se detectaron a tiempo ahorraron tiempo y costo, ya que de no haberse detectado a tiempo se tendrían que solucionar en el momento que se estaba construyendo lo cual generaría retrasos de obra y costos adicionales.

Un caso muy particular en el que ayudo la herramienta BIM es que en el proyecto se tenían planeado las cancelerías a paño de las columnas prefabricadas, gracias a un análisis que se realizó con el escáner 3D a las columnas, se detectó que estaban desplomadas ligeramente por lo que la cancelería no iba a coincidir a paño, esto se le notificó al Gerente del Proyecto el cual tomo la decisión de cambiar el tipo de cancelería que se iba a usar y evitar el retraso de obra y costos ya que era una obra que no podía tener ningún margen de error debido a los tiempos de entrega.

En cuanto a las instalaciones es dónde más interferencias se encuentran, la instalación de aire acondicionado presentaba un alto grado de interferencias.



*Imagen 3-8: Render del modelo del centro de convenciones de los Cabos*

### **Planta de Ensamblaje de la BMW**

Esta planta será la primera planta de la empresa BMW la cual se encontrara en el estado de San Luis Potosí, la cual contara con 300 hectáreas, 5 edificios de operaciones, la planta tendrá una capacidad anual de 150 mil autos que serán modelos de la Serie 3 y constará de una inversión de mil millones de dólares. Se estima que la inversión para este proyecto fue de mil millones de dólares. La construcción de la nueva planta en San Luis Potosí se anunció oficialmente el 3 de julio de 2014 y se estima que terminara para el mes de mayo del 2019.

### ***Objetivos Del Uso De BIM***

En la construcción de la planta BMW se utilizaran modelos 3D para la construcción del edificio como la instalación de los equipos. Los arquitectos definen la información específica como ubicación, medidas o fecha de finalización en los modelos digitales de cada fase de construcción. Además durante la construcción se aplicara por primera vez una tecnología de escaneo 3D digital. La combinación de estas 2 tecnologías permite realizar análisis en tiempo real sobre el progreso de las obras de construcción y los ajustes eficaces en función de los costos. De esta manera BMW consigue una seguridad de planificación constante. De esta manera se implementaran los planes BEP (Bim Ejecution Plan) para las instalaciones y los equipos que necesitaran mantenimiento una vez que la planta este puesta en operación.



*Imagen 3-9: Modelo BIM de la planta de la BMW*

## **Tiendas Departamentales de Liverpool**

La cadena de tiendas departamentales más grande de México con 85 almacenes y 16 centros de comerciales en operación, presente en 52 ciudades y 30 estados, suma 1.1 millones de m<sup>2</sup> de área comercial y 315 000 m<sup>2</sup> de área rentable comercial, ha elegido el aclamado ArchiCAD de Graphisoft para implementar BIM en la expansión de nuevas tiendas a lo largo de México. Liverpool adoptó BIM como medio para planear, administrar y controlar los procesos involucrados en la construcción, expansión y modificaciones de las tiendas.

### ***Objetivos Del Uso De BIM***

Liverpool implementó la iniciativa de los “BIM-Cost” logrando la primera integración entre la información proveniente de los modelos BIM y las bases de datos de costos para generar presupuestos detallados de construcción de los almacenes. Dichos presupuestos fueron generados en un tiempo record de cinco horas, reduciendo la variación entre el costo proyectado y el costo real de un +/- 23 % a un +/-10%. Lo que es extraordinariamente bueno en las primeras etapas.

Liverpool ha empezado a trabajar con la última etapa de su iniciativa BIM, que incluye la consolidación y la optimización del proceso y metodología para su continua operación, integrando especialidades como ingenierías, diseño estructural y diseño gráfico, además de ir mejorando la manera de trabajar en colaboración desde fuera de su red de área local



*Imagen 3-10: Modelos BIM de tiendas Liverpool*

### **Instituto de Cancerología de la Ciudad de México**

El INCan se ubica en una superficie de 20,727 metros cuadrados y, a través de un puente de interconexión, conectará con el edificio ya existente. La inversión de la Secretaría de Salud ronda los 1,800 mdp.

Según Marco Valencia, gerente del proyecto, que construyo ICA, en este nuevo edificio se requirió reforzar las paredes del área de medicina nuclear con placas de plomo de 1.2 y 5 mm de grosor, lo que evitará que la radiación se filtre al exterior.

#### ***Objetivos Del Uso De BIM***

En la construcción del hospital de alta especialidad del Instituto de Cancerología el reto fue resolver las complejas instalaciones que surten nueve equipos de gases diferentes –mediante 26 diferentes sistemas de tuberías–, que de haberse hecho de la manera tradicional, la cantidad de interferencias entre ellas hubieran generado altos costos al tener que ser cambiadas o reparadas, gastos que no están contemplados en el presupuesto y que muchas veces tiene que absorber la constructora. Al usar el entorno digital de BIM, los profesionistas de ICA pudieron modelarlas con anticipación como si se tuvieran de manera real, y arreglar virtualmente en pantalla el choque de instalaciones seis meses antes de la construcción, lo cual evitó retrasos en la entrega y gastos no contemplados.



*Imagen 3-11: Modelos BIM del instituto de cancerología de la ciudad de México*

## 3.2 Normatividad BIM

### 3.2.1 Normatividad y estándares usados para BIM

Como sucede en muchos ámbitos de nuestro entorno, cuando jugamos a un juego, usamos una herramienta o queremos montar un mueble, es mejor seguir las instrucciones adjuntas si no queremos fracasar en el intento. Estas instrucciones nos guían sobre que piezas usar, como ensamblarlas entre ellas y finalmente como debe ser su puesta en funcionamiento y su posterior mantenimiento.

Lo mismo sucede con el BIM. Aunque un mueble no se asemeje a usar un programa paramétrico, al final obtenemos un producto donde hemos necesitado varias herramientas, (habitualmente) ayuda de otros agentes y un producto final con información que deberá seguir nutriéndonos durante su ciclo de vida.

Actualmente no hay unas normas BIM universales para todo el mundo, pero es conocido por todos que se está trabajando en ello. Aun así existen países en los que hace más tiempo que se trabaja en BIM que han redactado sus propios estándares para poder seguir una ruta dentro de sus propios reglamentos.

La norma más conocida y general que existe actualmente es el IFC de BuildingSMART International Home of openBIM, es una organización internacional cuyo objetivo es mejorar el intercambio de información entre las aplicaciones de software utilizadas en el entorno AEC.

BuildingSMART trabaja actualmente en el desarrollo de IFC (Industry Foundations Class) para un intercambio de información entre diferentes software y agentes, en el IFD (International Frameworks for Dictionaries) para conseguir una taxonomía que defina los conceptos BIM, y sobre el IDM (Information Delivery Manuals) para un buen traspaso de la información necesaria entre los distintos softwares. Cada uno de estos conceptos se define y se ordena por su correspondiente norma ISO.

Otro estándar bien definido lo ha redactado el National Institute of Building Sciences de Estados Unidos. Llamado National BIM Standard, va por su tercera versión y redacta desde la planificación y el diseño hasta la construcción y las operaciones, cubriendo el ciclo de vida completo de los edificios. Podremos encontrar estándares sobre Omniclass, IFD Library, BCF, Lod specification, COBie, Building energy analysis, HVAC, BIM Execution Plan, etc.

Existen otros países que también han definido sus propias normas BIM como sucede con Hong Kong Institute of Building Information Modelling, o Building and Construction Authority Singapore que también son guías en las que basarse para la normalización BIM.

Y para aportar más información encontramos otras normas que han sido redactadas de forma más específica como por ejemplo: NBS BIM Object Standard que define la geometría, el comportamiento y la presentación de objetos/familias BIM. O EMCS The BIM library for MEP engineers que define la nomenclatura, las propiedades y geometría de familias MEP.

Con toda esta información, desde España se trabaja con es.BIM para definir lo que deberán ser los estándares BIM para proyectos en España, basándose en estándares parecidos a los anteriores expuestos. Actualmente tenemos desde BuildingSMART Spanish las guías uBIM adaptadas de COBIM finlandés para coordinar todas las disciplinas y mejorar la realización del modelado. Y se sigue colaborando con Europa para poder finalizar la estandarización de las ISO similares a las de BuildingSMART International Home of openBIM.

### **3.2.2 Guías UBIM**

En estos documentos se recogen las guías fundamentales para la elaboración efectiva de modelos de información de construcción, a modo de Guía de Usuarios estándar.

Estas guías son una adaptación del COBIM finlandés (Common BIM Requirements 2012) elaborado por el Building Smart Finland en el año 2012, el cual ha sido adaptado a la casuística de España, atendiendo a las normativas y estándares vigentes, mediante un equipo redactor multidisciplinar integrado por expertos en cada uno de los capítulos tratados.

El objetivo de dicho documento es el de poder disponer de una guía estándar de fácil adaptación y en constante evolución con el fin de aglutinar y coordinar a todas las disciplinas implicadas en la confección de modelados BIM con garantías de precisión adecuadas para su uso efectivo en el sector.

Esta serie de publicaciones “requisitos comunes BIM 2012” consiste en los siguientes documentos:

1. Parte General
2. Modelado del estado actual
3. Diseño arquitectónico
4. Diseño de instalaciones (MEP)
5. Diseño estructural
6. Aseguramiento de la calidad
7. Mediciones en BIM
8. Uso de modelos en visualización
9. Uso de modelos en análisis de instalaciones MEP
10. Análisis energético
11. Gestión del proyecto BIM
12. BIM para mantenimiento y operaciones
13. Uso de modelos durante la fase de construcción

Adicionalmente a los requisitos de cada campo individual, cada participante debe respetar como mínimo los requisitos generales (serie 1) y los principios del aseguramiento de la calidad.

La persona responsable del proyecto o de la gestión de los datos del proyecto debe tener amplio dominio de los principios y requisitos del BIM.



Imagen 3-12: Guías UBIM para usuarios

### 3.2.3 Norma BIM en México

En México la implementación de BIM en los proyectos inmobiliarios y en las empresas constructoras es cada vez más frecuente, pero existe un problema el cual representa una gran importancia en México, al no existir una norma o estándares mexicanos para la implementación de BIM las empresas en su mayoría creen saber cómo es la implementación de BIM y por lo tanto se pueden presentar fracasos al momento de querer ejecutar sus proyectos con esta nueva metodología.

Por eso *La Fundación de la Industria de la Construcción (FIC)* está coordinando los trabajos a fin de tener una norma **NMXBIM**, la primera en Latinoamérica y dio origen al grupo interdisciplinario **BIM FORUM MÉXICO**, un grupo de trabajo que integra los principales grupos del sector construcción a fin de desarrollar una industria más competitiva.

La estructura de normas internacionales para el **BIM** está madurando cada vez más, lo que crea una oportunidad para que México cree procesos comunes para el **BIM** informados mediante soluciones probadas y comprobadas.

**La primera Norma BIM en México (Industria de la Construcción-NMX-000-11-2016 Modelado de Información para la Construcción), está por lanzarse a consulta pública.**

Esta norma mexicana establece los requisitos para un sistema de BIM tanto en su estructura física, administración, operación y mantenimiento en materia de urbanización, infraestructura y edificación.

Su campo de aplicación será aplicable a las edificaciones de alto desempeño y que se ubiquen en territorio nacional, públicas o privadas; en conjunto de edificios urbanos y sus obras exteriores, nuevas o existentes, parcialmente o en la totalidad de su superficie y en cualquier modalidad: en operación, construcción nueva, remodelación, reestructuración y ampliación.

La norma establecerá:

- Los requisitos y métodos de evaluación para personas físicas y morales que presten sus servicios de diseño, planeación, construcción, operación y mantenimiento de proyectos de edificación e infraestructura, utilizando modelos tridimensionales de información virtual (BIM).
- La norma establece una clasificación para las empresas, así como requisitos y especificaciones que éstas deben cumplir, además de señalar el método de comprobación de lo establecido.
- La norma contendrá las partes que conformaran el plan de ejecución del modelos de información, este estará formado por: visión general del plan de ejecución, información del proyecto, requerimientos del dueño para el modelos de información, metas y usos del modelos de información, estrategia de colaboración del modelo de información y entregables del modelo de información

Hasta ahora esta es la información revelada que contendrá la norma, esta norma aún se encuentra en aprobación ya que hace poco fue publicada para su consulta y realización de comentarios para poder ver puntos mejorables, así que puede cambiar su estructura en el transcurso, una vez que sea aprobada y publicada la norma esperemos que las empresas se puedan apegar a ella y poder realizar sus proyectos de una manera más eficiente por que no cabe duda de la gran necesidad de esta norma para la industria de la construcción.

### **3.2.4 Encuesta nacional de la implementación de BIM**

En este apartado analizaremos la encuesta nacional realizada por la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) a todas las empresas constructoras que están afiliadas a ella, a las cuales se les solicito que pudieran contestar la encuesta para poder determinar cómo está siendo el impacto de la implementación de BIM en las empresas. Se analizaran algunas de las preguntas realizadas en la encuesta y el resto de esta se encontrara en el apartado de anexos.

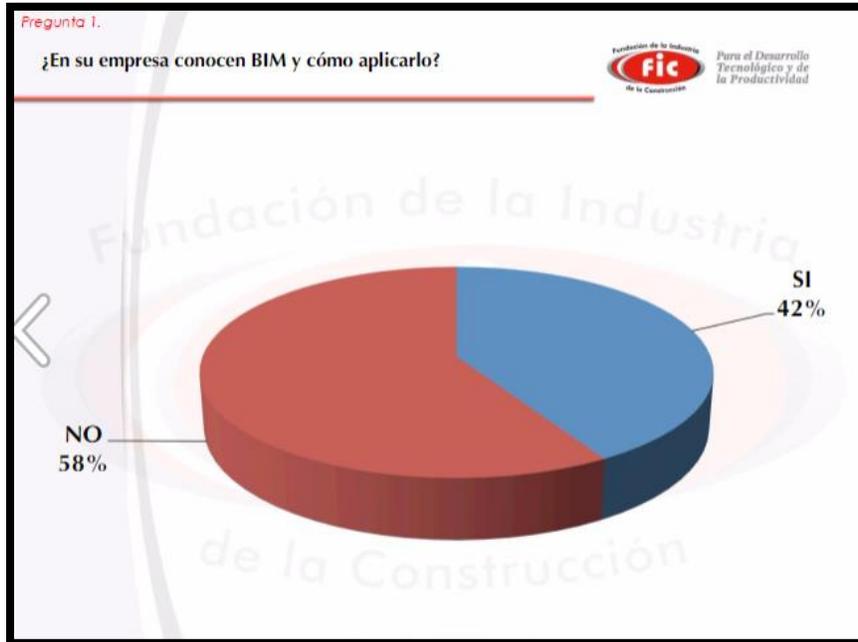


Imagen 3-13: Resultado de la pregunta ¿en su empresa conocen BIM y cómo aplicarlo?

Como podemos observar más de la mitad de las empresas no conocen lo que es la metodología BIM y mucho menos como implementarla, por otro lado podemos observar que hay un porcentaje de las empresas que si lo conocen y están empezando a implementar esta metodología para poder adaptarse a las necesidades de los clientes más exigentes.

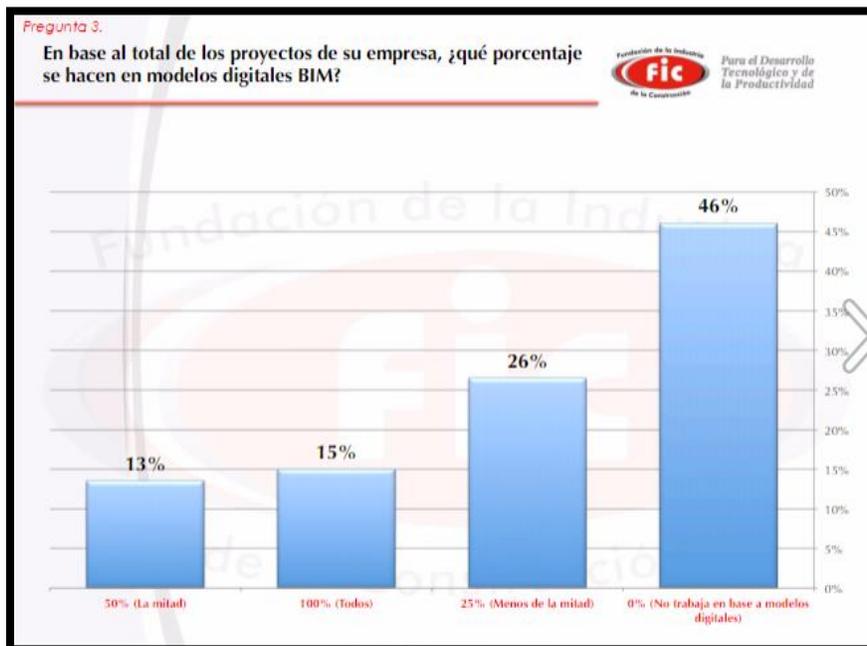


Imagen 3-14: Resultado de la pregunta ¿qué porcentaje se hacen en modelos BIM?

A pesar de que hay un 42% de las empresas que usan BIM la mayoría de estas no lo implementan al 100% en sus proyectos ya que muchas se encuentran en la etapa de aprendizaje para poder implementar bien esta metodología, un factor que igual influye son el tipo de proyectos en los cuales participan las empresas, en cada proyecto la implementación de BIM es diferente por lo cual es importante determinar desde un inicio el objetivo del uso de esta metodología.

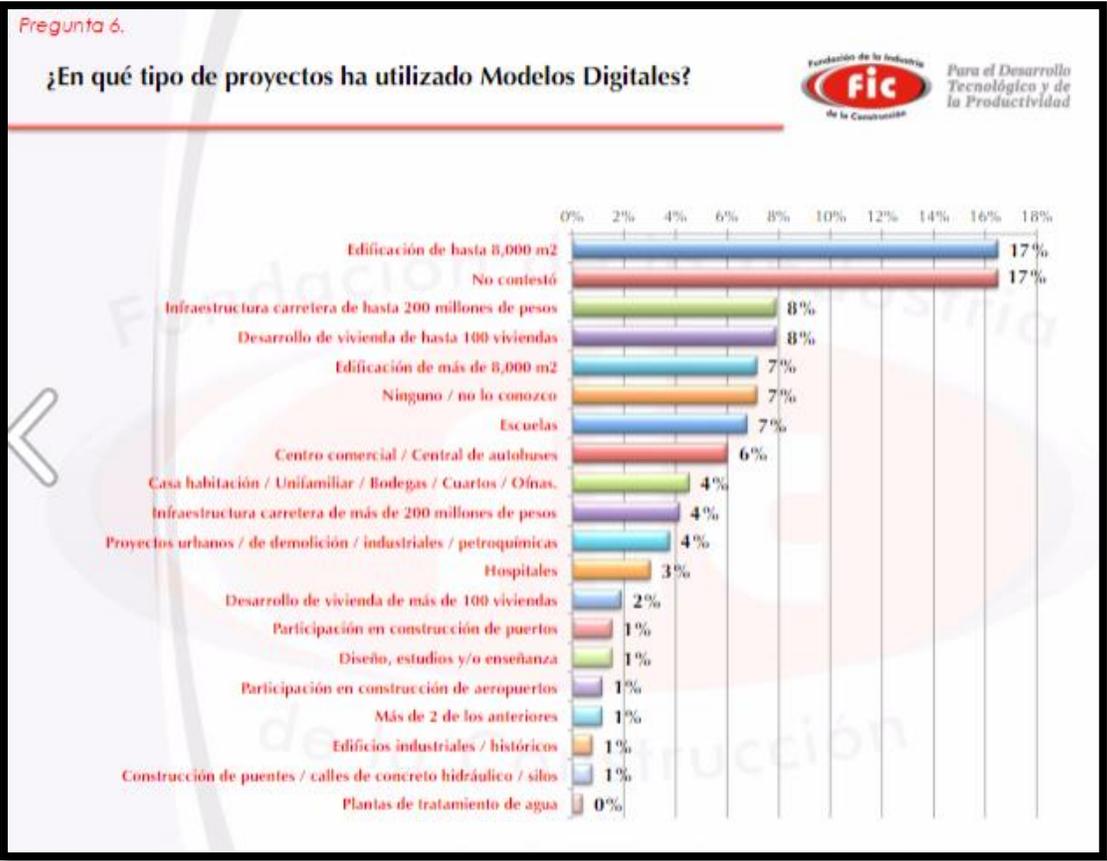


Imagen 3-15: Resultado de la pregunta ¿en qué tipo de proyectos ha utilizado BIM?

Como se mencionó anteriormente BIM se puede implementar en diferentes tipos de proyectos pero en los más comunes que se está empezando a implementar es en proyectos de edificaciones verticales o de gran tamaños que superan los 8,000 metros cuadrados, se está empezando a implementar en más proyectos de infraestructura como son carreteras, presas, puentes y aeropuertos, se estima que el porcentaje en estos tipos de proyectos vayan aumentando la implementación de esta metodología.

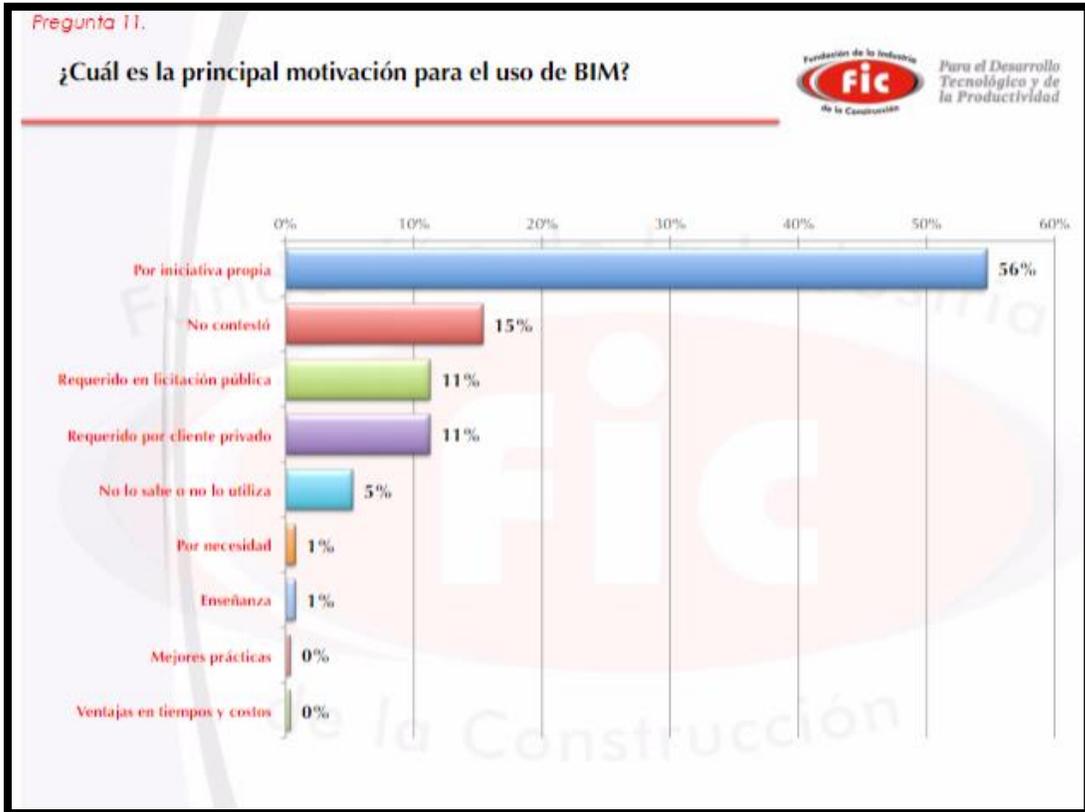


Imagen 3-16: Resultado de la pregunta ¿cuál es la principal motivación para el uso de BIM?

Como se puede observar la motivación de la empresas por la adopción de BIM es por iniciativa propia la cual as u vez está relacionada por la demanda de los clientes privados o publicas ya que cada vez los proyectos que estos solicitan son cada vez más complejos y requieren de una correcta ejecución y control para poder satisfacer los requerimientos que los clientes solicitan, por esta razón las empresas están adoptando la metodología para poder ser competentes ante las necesidades que los clientes solicitan.

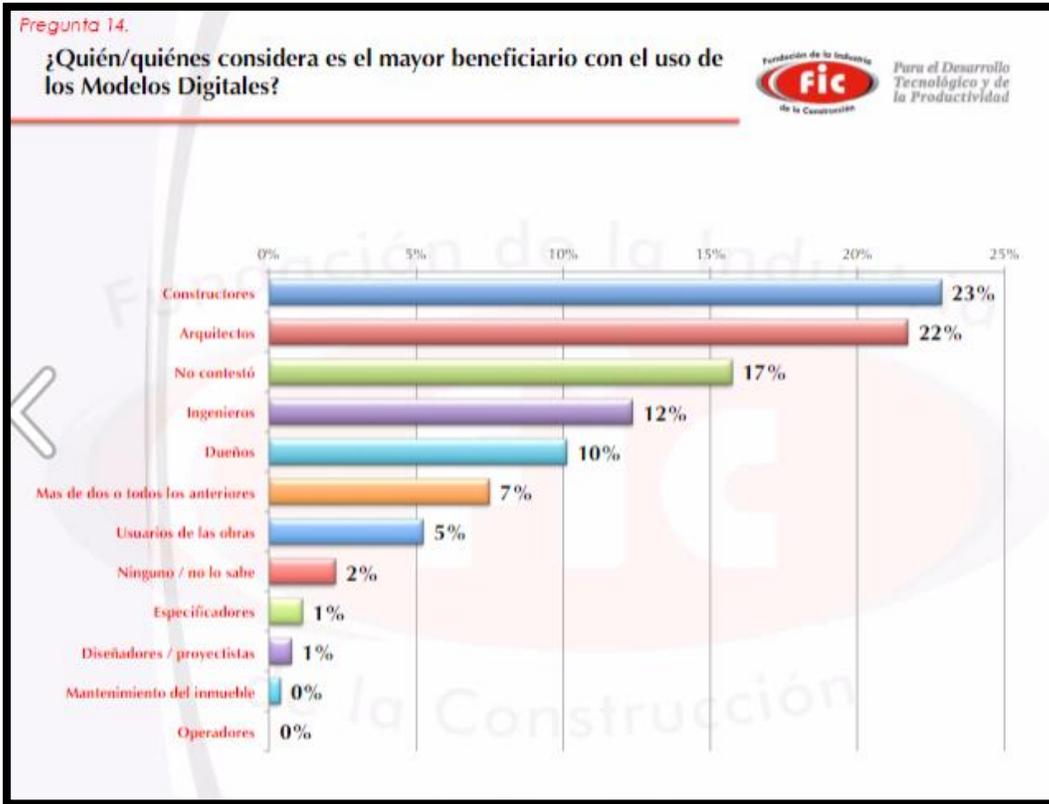


Imagen 3-17: Resultado de la pregunta ¿quiénes son los beneficiarios con el uso de BIM?

No cabe duda que los más beneficiados son los constructores, los arquitectos y los ingenieros en lo que respecta al uso de modelos de información 3D, como se ha venido hablando en uso de esta metodología es una gran herramienta para la gestión y control de todo el ciclo de vida del proyecto por lo cual los participantes del proyecto pueden trabajar de una manera colaborativa para el beneficio del proyecto.

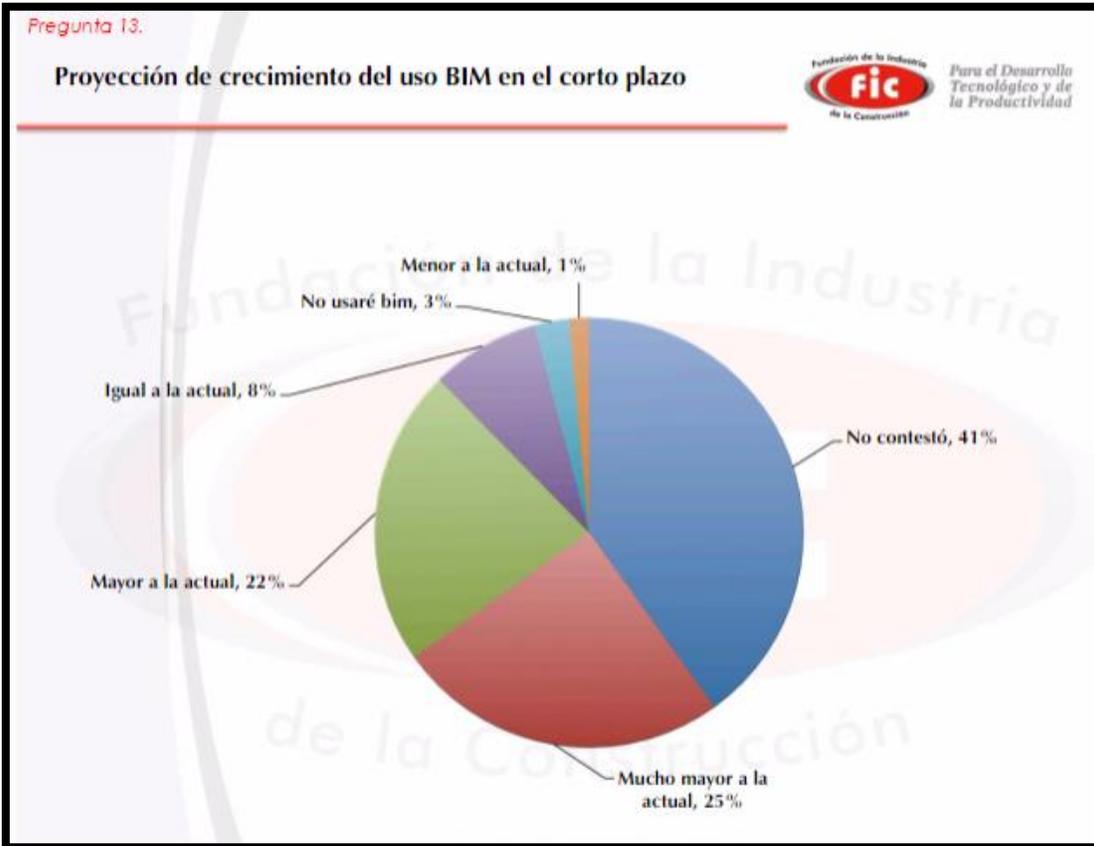


Imagen 3-18: Proyección de crecimiento del uso de BIM

Esta pregunta de la encuesta tiene una gran importancia ya que podemos observar que la mayoría no sabe cómo será el crecimiento del uso de BIM en sus empresas ya que la mayoría de estas están evaluando si es factible la utilización de esta metodología, es un hecho indiscutible que en el futuro todas las empresas constructoras deberán de implementar esta metodología ya que los proyectos que exijan los clientes tanto públicos como privados serán cada vez más complejos y exigentes, y ante la demanda que existe hoy en día por la utilización de esta metodología en los proyectos, las empresas se tiene que preguntar qué tan competitivos serán en el mercado contra las empresas que ya utilizan esta metodología.

### 3.3 Las dimensiones BIM y sus ventajas

Como hemos dicho anteriormente, el modelo BIM no es simplemente un render vistoso, toda la información que le hemos introducido nos la devuelve de manera detallada y es aquí donde entran en juego las distintas dimensiones de BIM.

Las dimensiones son la esencia de BIM. Existe cierta discrepancia a la vez de definir los límites de estas.



Imagen 3-19: Dimensiones BIM y sus usos

#### 3.3.1 3D: modelización

Aunque hasta ahora también se podía dibujar en 3D, no es hasta la llegada de BIM que se puede considerar un 3D como un modelo virtual con información para garantizar la parametrización. Por tanto se podría resumir en que BIM si es 3D pero paramétrico, sus tres dimensiones no solo nos ayudan a renderizar una imagen sino que nos puede dar más información, que hasta ahora los programas de 3D no nos la proporcionaban.

Con la modelización se pueden obtener los documentos necesarios para poder ejecutar la obra satisfactoriamente, se pueden obtener los planos para el uso en la construcción, con el modelo se pretende poder detectar interferencias antes de que se ejecuten y así ahorrar en sus reparaciones, recordemos que para usar BIM se tiene que pensar en cómo se va a construir.

Una gran ventaja con el uso de modelos BIM como se ha dicho anteriormente es la comunicación entre disciplinas lo cual en la actualidad es un problema ya que muchas disciplinas manejan modelos diferentes y en la ejecución esto genera problemas y retrasos lo cual conlleva a gastos innecesarios. Con los modelos BIM se maneja un solo modelo donde todos podrán trabajar conjuntamente pero es necesaria la participación del coordinador BIM o del BIM manager para supervisar que se esté llevando adecuadamente la comunicación entre disciplinas.

### **3.3.2 4D: Programación del proyecto**

BIM también nos permite obtener un planning detallado de obra durante su modelado. A medida que vamos introduciendo los datos necesarios para la elaboración de la maqueta, simultáneamente se le va dando tiempos a los trabajos, es decir se asigna una secuencia constructiva, de manera que podamos determinar las fases de construcción, optimizar las operaciones, aumentar productividad, etc.

Cuando hablamos del 4D en BIM, como ya comentamos, hablamos de la programación temporal del proyecto, de las fases y sus tiempos de ejecución y de poder controlarlos con mayor efectividad.

Pero cuando trabajamos en el entorno BIM nos podemos encontrar fases del proyecto en diferentes formatos o diferentes documentos realizados por distintos agentes, como pueden ser por ejemplo arquitectura con estructuras o con instalaciones. En ocasiones nos encontramos con distintos archivos de un mismo formato o se puede dar el caso que sea de diferentes formatos.

Pues bien, existe una herramienta de revisión de proyectos que permite unir distintos formatos de modelos en 3D y combinarlos en un modelo único. Se trata del software Navisworks con formato propio .nwd (formato Navisworks).

Una vez creada esta unión podemos navegar a través del proyecto en tiempo real, podemos realizar comprobaciones de interferencias del modelo u organizar el timeline de la obra.

La unión de varios documentos en uno nos permite ver la globalidad del proyecto en un único modelo. Navisworks permite una apertura y combinación de una amplia lista de distintos formatos facilitando así su comunicación. Es uno de sus puntos fuertes ya que cuenta con una lista de alrededor de unos 70 formatos posibles de lectura, pertenecientes a: Revit, AutoCAD, 3D Studio Max, Catia, IFC, SketchUp, Parasolids, Solidworks, Rhino, etc.

Al crearse un único modelo que tendrá formato propio de Navisworks nos dejará recorrer el interior del modelo y así poder revisarlo desde diferentes ángulos y marcar para revisiones futuras el modelo con herramientas de anotaciones.

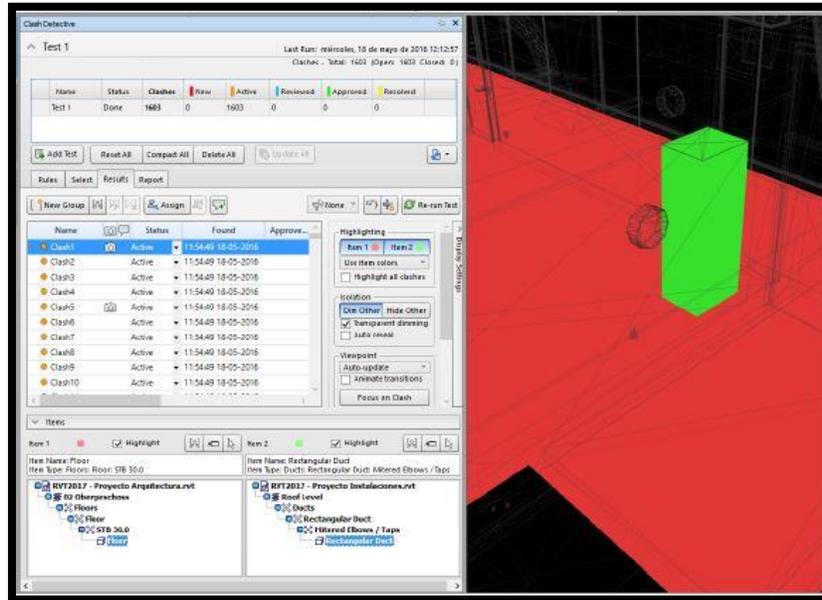


Imagen 3-20: Ejemplo conflicto Clash Detective

También cuenta con otra tarea muy interesante que se trata del llamado TimeLiner que nos permite temporalizar y simular el modelo controlando así estados y fases en cada momento. El programa incluye un apartado llamado Clash Detective que muestra interferencias que se encuentran en el nuevo modelo para poder tratarlas. Cuenta con una visualización muy intuitiva y fácil de localizar que permite ver esas incongruencias entre los modelos unidos y así poder evitar esos pequeños errores que nos podríamos encontrar en obra evitando de este modo que sucedan y a la vez reduciendo costes.

Esto nos permite trabajar en el entorno 4D de BIM pudiendo organizar tiempos de inicios y finalizaciones de cada fase de la obra y obtener un mayor control y optimización sobre el planning de obra. Obtenemos un diagrama de Gantt dinámico que podremos ir adaptándolo para mejorar el proyecto.

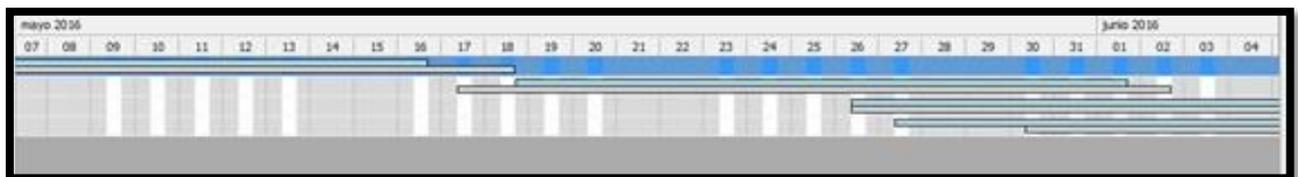


Imagen 3-21: Ejemplo TimeLiner

Además, Navisworks permite exportar informes y videos de los distintos campos que hemos trabajado. Para los Clash Detective podremos realizar informes de conflictos en formato

XML, HTML o TXT y así tener listados problemas de coordinación entre los equipos para poder solucionarlos.

Con los TimeLiner podremos exportar las simulaciones y animaciones en formato AVI o en una secuencia de archivos de imagen y así obtener visualmente el modelo en sus fases y sus tiempos de trabajo.

Navisworks es una herramienta que nos ayudará a encajar de una manera muy cómoda y rápida nuestro proyecto en un solo modelo y así a la vez trabajar simultáneamente entre distintos agentes programando los tiempos de ejecución y controlándolos desde un inicio.

Con esta herramienta de programación se pueden hacer reportes semanales, mensuales del avance de la obra, lo cual para los inversionista es muy útil para ver cómo se va ejecutando el proyecto y si este presenta retrasos o van adelantados, de igual manera es muy útil para el constructor porque así puede demostrar a sus trabajadores como es su desempeño en la obra si es necesario un corrección en los trabajadores para que estos cumplan con su rendimiento y así poder realizar la obra en tiempo y forma.

#### **Simulación 4D**

Las tecnologías 4D combinan modelos 3D con la cuarta dimensión, la cual viene dada por el tiempo proveniente de las duraciones de actividades de construcción representado en un programa de ejecución realizado en algún software de programación (ej. Primavera o MS Project). Al incorporar el tiempo, la construcción ocurre en etapas tempranas del proyecto, en un enfoque que va más allá de la forma tradicional de planificación de la estrategia de construcción: “Los Modelos 4D reflejan la realidad de la ejecución de la etapa de construcción del proyecto mejor que cualquier otro enfoque actualmente en uso” (Fisher, 1999).

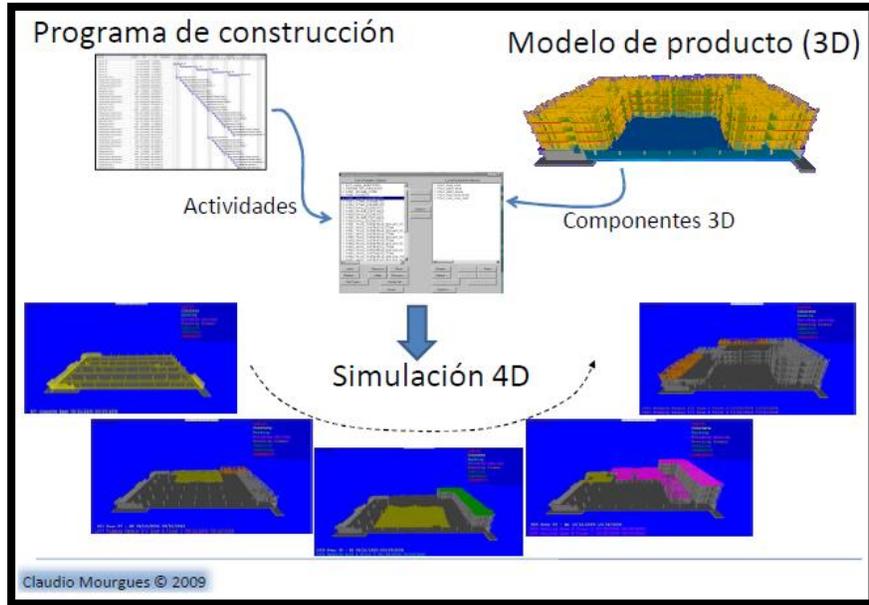


Imagen 3-22: Modelo 4D (simulación de cronograma)

Los modelos 4D siempre han existido en la mente de los constructores cuando imaginan y proyectan en forma mental la ejecución de un proyecto. Esta imaginación, lógicamente induce a errores, falta de precisión y fallas de planificación. Sin una representación explícita de los modelos mentales 4D, los participantes deben confiar únicamente en su habilidad para interpretar los programas y documentos en 2D (Mckinney y Fischer, 98).

Una de las grandes ventajas que tiene esta aplicación es que se puede incorporar la experiencia de construcción desde la etapa de diseño a través de un enfoque de constructabilidad mucho más avanzado, donde diseñadores, planificadores y constructores trabajan integradamente desde etapas tempranas del proyecto. Así, los errores son captados antes de la ejecución con el correspondiente ahorro de costos y de tiempo que este análisis conlleva. Combinar las especificaciones de materiales y componentes con un buen programa de ejecución de obras para lograr una logística racional y un proceso de construcción eficiente es el principal propósito de estos modelos. Así se tendrá un abastecimiento a tiempo sin cuellos de botella en las distintas actividades constructivas, logísticas, de control, administrativas y gerenciales, etc.

Por otro lado, con los modelos 4D se mejora el proceso de toma de decisiones al poder realizar análisis ¿Qué pasaría si..?, hacen posible la rápida identificación y resolución de conflictos de espacio-tiempo. Se pueden rastrear y controlar recursos tales como moldajes, andamios, grúas, etc. para asegurar que estos son aplicados efectivamente y sin conflictos. Son de gran ayuda en la comunicación para proyectos que involucran varios grupos de interés (en particular con actores no técnicos) y proyectos de renovación de instalaciones que

necesitan seguir operando (ej. Hospitales). Además, estos modelos pueden mostrar otras propiedades de los elementos que componen la infraestructura a lo largo del tiempo, por ejemplo el costo del uso de energía, ocupación, riesgo, etc.

### **3.3.3 5D: Cuantificación**

Esta dimensión hace referencia al control de costes y estimación de gastos durante todo el proyecto o por sub-apartados. Tendremos conocimiento de costes unitarios, costes por partidas, ayudados por tablas de planificación que podremos diseñar a nuestra medida. con la finalidad de facilitar la obtención y el cumplimiento de presupuestos y así mejorar la rentabilidad de la obra.

#### **Estimación de costos**

El modelo BIM permite determinar cantidades de materiales y vincularlas con herramientas de estimación de costos, de tal forma de realizar estas estimaciones al mismo tiempo que se va diseñando.

Estas estimaciones se pueden desarrollar de dos formas: exportar las cantidades a una planilla de cálculo (ej. Excel) y luego desarrollar el análisis con las herramientas de esta planilla. O vincular directamente las cantidades de los materiales extraídas del modelo con herramientas de estimación de costos del mismo software que nos provee del modelo BIM.

Por ejemplo, en “VICO Estimator”, se pueden usar las cantidades (basadas en el modelo) grabadas en “VICO Constructor”, para crear estimaciones basadas en el mismo. Las Recetas (paquetes de datos) contienen dos capas adicionales de información que hacen posible calcular los costos a partir de las cantidades basadas en el modelo; estas son: los Métodos, que representan actividades y los Recursos, en donde los precios de mano de obra, material, equipamiento y trabajo subcontratado son definidos.

Cada elemento (ej. fundaciones, columna circular, losa de 20 cm., etc.) que se quiere cuantificar, debe tener su propia receta de construcción (método constructivo y recursos utilizados), la cual puede venir de una base de datos definida en la organización (recetas estándar) o definida a nivel de proyecto (particular). Una vez asignadas las recetas a sus respectivos elementos 3D, se pueden generar informes de precios unitarios y la propuesta económica del proyecto.

Los precios de los recursos son mantenidos en la librería de “VICO Estimator”, que permite actualizar los precios de mano de obra, material, equipos y trabajo subcontratado de una forma centralizada y eficiente en cualquier momento que sea necesario.

Es importante mencionar que la preparación y definición de recetas de construcción implican un esfuerzo considerable al principio, pero con ventajas notables para proyectos futuros.

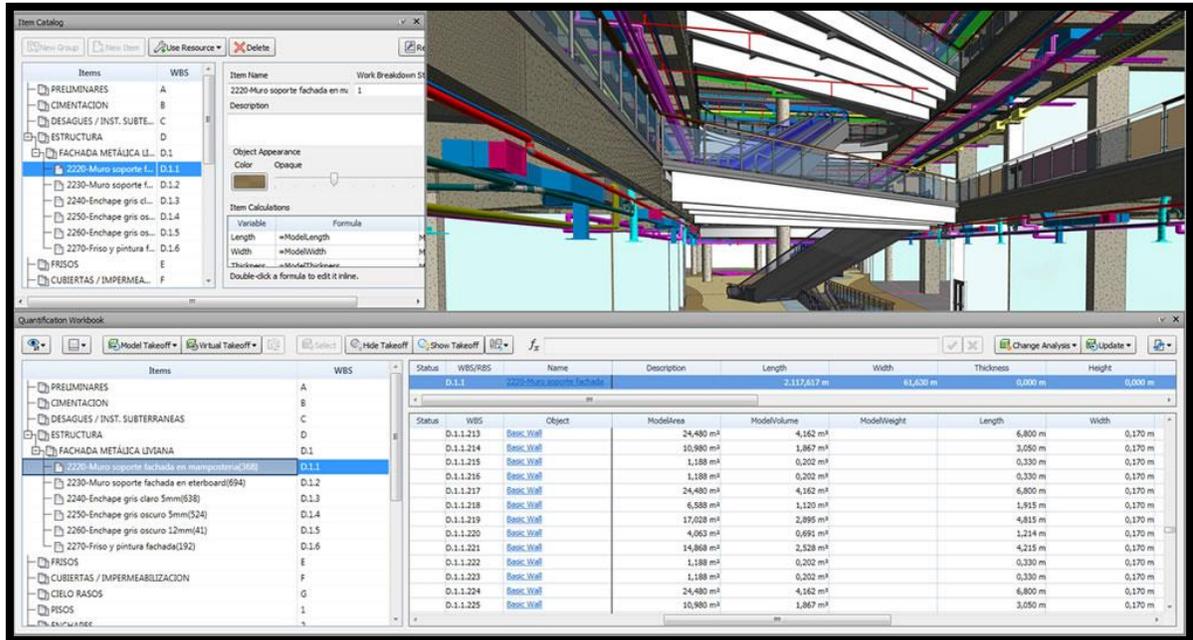


Imagen 3-23: Modelo 5D (cuantificación de volúmenes)

### 3.3.4 6D: Análisis energético

REVIT te da la oportunidad de conocer cómo se comporta tu edificio de manera energética. Estos resultados te pueden ayudar para la toma de decisiones importantes y realizar acciones de mejora en tu edificio para reducir el consumo de energía o demanda, dependiendo del objetivo del proyecto.

Para realizar un estudio energético, hace falta determinar ciertos factores como pueden ser; la orientación, el entorno, la situación... y dependiendo el grado de complejidad del análisis, también requerirá información sobre materiales, elementos, etc.

#### Eficiencia energética y sustentabilidad

Vinculando el modelo con software de análisis energético permite evaluar el desempeño de la edificación, en términos del consumo de energía en etapas tempranas del proyecto. Esto no es posible usando herramientas tradicionales 2D que requieren un análisis energético, desarrollado en forma separada y al final del proceso de diseño, reduciendo oportunidades de modificación que podrían mejorar el desempeño energético de la infraestructura.

Teniendo en cuenta que el BIM es una base de datos, y nada mejor que un ejemplo para explicarlo:

Los cerramientos y envoltorio de un edificio están formados por unos materiales que tienen su valor de transmisión térmica y capacidad aislante. Esos datos serán usados, juntamente con otros (localización geográfica, régimen de T<sup>a</sup>, vientos, humedad, ángulo solar, sistemas empleados para la calefacción / refrigeración, coste materias primas, etc.) con el objetivo de

realizar una previsión futura del coste energético de nuestro activo. Obtendremos datos de coste directo en € (lo que nos vamos a gastar en calefacción, ventilación o AA), y también los valores de kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> año. (La calificación Energética de nuestro inmueble).

Tener la capacidad de elaborar estos análisis en nuestro modelo BIM nos permite realizar una toma de decisiones muy potente. Seremos capaces de escoger la solución que consideremos más óptima mediante la comparación del mayor coste material que supone un mejor aislamiento con respecto al futuro ahorro de coste energético durante la vida útil.

Otro aspecto a tener muy en cuenta es que en modelos básicos conceptuales y de volúmenes, ya se pueden realizar análisis energéticos aproximados de una forma preliminar, con lo que para posteriores desarrollos de diseño detallado ya no se parte des de 0.

Además, el valor que obtengamos será un claro índice de sostenibilidad energética y medioambiental.

### Las plataformas BIM y las herramientas para generar el modelo energético

Las diferentes plataformas BIM ya disponen de herramientas para generar el modelo Energético. El objetivo final es el mismo: obtener los valores que hemos descrito anteriormente. Eso sí, cada plataforma tiene su particular forma de proceder y unas diferentes estrategias a la hora de realizarlo.

En Autodesk Revit disponemos del Green Building Studio , que ya nos viene de serie con REVIT. Autodesk, hace un tiempo adquirió ECOTEC, y luego lo integró en REVIT, siendo Green Building Studio el resultado de su evolución e integración. Su particularidad es que el modelo energético se calcula en la nube de Autodesk. Además, nos permite realizar un análisis preliminar energético en volúmenes.

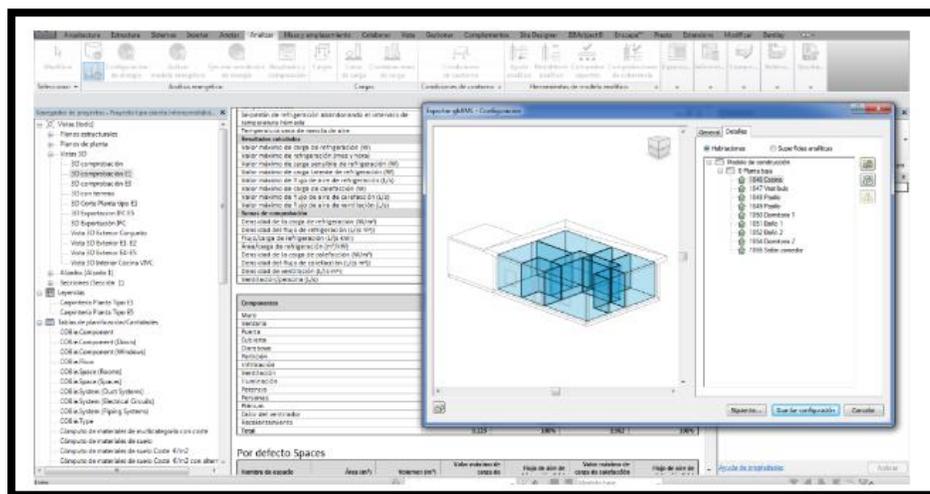
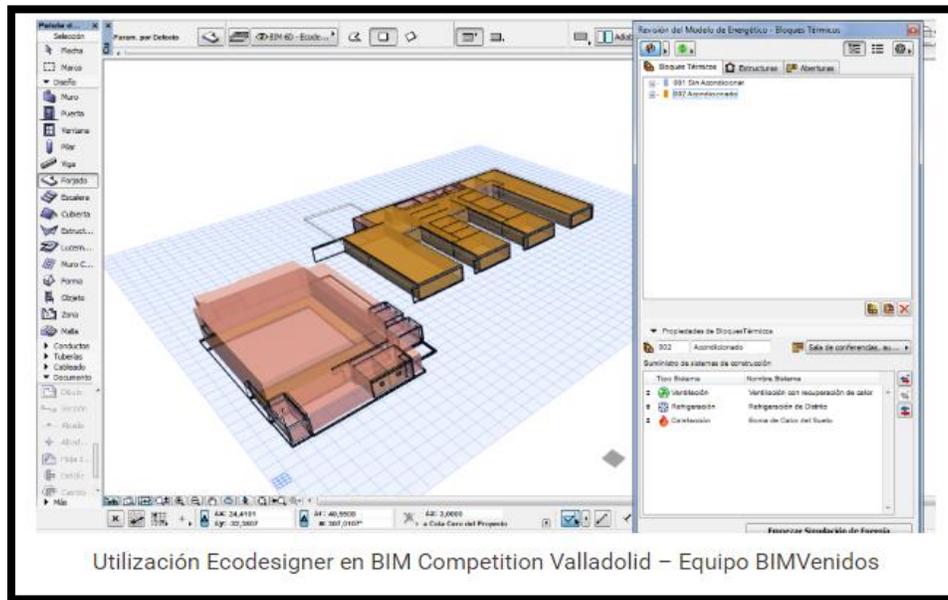


Imagen 3-24: Modelo de análisis energético en Green Building Studio

Archicad dispone de [Ecodesigner](#). Existen dos opciones, el Ecodesigner básico, que ya nos viene de serie con Archicad y luego tenemos la opción de Ecodesigner Star, servicio de pago que complementa las funcionalidades iniciales.



*Imagen 3-25: Modelo energético en Ecodesinger*

Archicad y REVIT ya tienen integrado la realización del modelo energético dentro del mismo programa. Es una función más que está disponible en el interface.

### **La rehabilitación energética**

A la hora de realizar un modelo energético no solo debemos concebirlo para una obra nueva. Es más, en nuestro país y también equiparable a la gran mayoría de estados de la Unión Europea, el mercado principal de los próximos años estará centrado en la rehabilitación.

Disponer de estas herramientas en las plataformas BIM, nos permitirá analizar de una forma integral el impacto de la rehabilitación, orientada siempre a una mayor eficiencia energética.

De la misma forma que planteamos una obra nueva, en una obra de rehabilitación poder comparar el estado existente, con el estado futuro en temas de balance energético y económico nos permite analizar de una forma integral un abanico de soluciones posibles.

La utilización del BIM en la rehabilitación tiene un potencial muy importante: no solo en temas energéticos, sino en configurar la mejor planificación posible de las fases constructivas, la correcta utilización de los espacios mientras se está rehabilitando. Un

modelo BIM de la situación existente, conjugado con el modelo BIM de la situación futura, es la combinación perfecta y óptima para acometer este tipo de obras.

### **Evaluaciones y certificaciones energéticas voluntarias**

Los términos como LEED, GREEN, PASSIVHAUS, cada vez están teniendo más repercusión. En nuestro país algunos edificios ya tienen certificaciones de este tipo. Van más allá de lo que actualmente se considera obligatorio, por este sentido las calificamos como Voluntarias.

Es más, en algunos casos se desarrolla un uso específico del BIM centrado en los análisis del modelo para la obtención de estos certificados. Incluso en fases previas de diseño ya se empieza a analizar el impacto energético de la solución, haciendo una especie de pre-certificación. Para cualquier hito del proyecto se tiene como punto importante de control comprobar si ya se están cumpliendo los objetivos fijados, para asegurar el correcto desarrollo en fases más evolucionadas del modelo evitando futuras sorpresas.

Debemos pensar que esas certificaciones van más allá de tener en cuenta el consumo energético y el respeto medioambiental durante la vida útil del activo. Comprenden todo el ciclo de vida, desde la construcción hasta la propia demolición.

A veces podemos tener un edificio con 0 consumo o nulo gasto de CO2 durante la vida útil, pero para su construcción hemos realizado un importante impacto ambiental. De esta forma, analizar desde la óptica global es sumamente importante a la hora de obtener ese tipo de certificados.

### **3.3.5 7D: Mantenimiento y operación**

En esta dimensión se trata el edificio una vez ya ejecutado, o llamado de otra manera, el as-built. Permite conocer el estado actual de los elementos necesarios de mantenimiento, como pueden ser las instalaciones, dotándolas de información necesaria para garantizar su buen comportamiento/mantenimiento.

Es una realidad previsible que usaremos BIM para proporcionar acceso de inmediato, preciso y fácil para la ubicación los elementos de la construcción que necesitan ser remplazados durante su vida útil. Por lo que BIM será clave para la gestión de instalaciones eficientes.

La gestión de instalaciones de forma rentable es un subproducto evidente de la recopilación de información durante la fase de diseño y construcción. Por eso, es necesario que al trabajar en un proyecto BIM, los principales implicados del equipo de proyecto asuman la importancia de introducir los datos en el modelo, como será proporcionada la información y como se extraerá.

La finalidad es que debemos integrar el As-built con los componentes específicos mantenibles para seguir consiguiendo sacar valor al modelo una vez acabado el proceso de construcción. Los datos introducidos en las fases anteriores deben ser seleccionados para enfocar una visión de futuro con requisitos de programación para la gestión del Facility.

Gracias a un modelo bien construido virtualmente y con la adecuada información, el Facility Manager puede conseguir información necesaria de una pieza de cualquiera de los sistemas de instalaciones del edificio, con un simple clic de forma sencilla y cómoda. Además, con las nuevas tecnologías podemos acceder a la información desde cualquier dispositivo móvil o Tablet y por lo tanto no es necesario acudir al lugar donde se encuentra la pieza.

BIM proporciona al Facility Management un entorno virtual, visual y preciso del que poder tomar decisiones considerando el escenario real. Por ejemplo, en el caso que se deba reemplazar una máquina de volumen de aire variable (VAV), en primer lugar, la maqueta nos proporcionará la ubicación exacta de la máquina, podremos saber cuántas placas de falso techo debemos retirar para acceder a la máquina y que espacio libre existe para operar, además de si debemos tener consideraciones de seguridad. El modelo BIM ayuda a comprender los pasos necesarios a seguir, como también los más óptimos, para que se puedan realizar las tareas necesarias con la menor alteración de la actividad normal.

Pongamos por caso, el ejemplo en la imagen siguiente. Tenemos el falso techo colocado a una doble altura, por lo que si debemos substituir la máquina no tendrá el mismo precio hacerlo en la zona ‘A’ a diferencia de la ‘B’ debido a su posición respecto al suelo, por lo que se tendrán que utilizar medios auxiliares más caros y un menor rendimiento de la mano de obra, como también son diferentes las medidas de seguridad a tener en cuenta. Tener el modelo virtual nos permite tener esta información de forma directa sin tener que desplazarnos al lugar del suceso, además de entender en que situación exacta tendremos la máquina y por lo tanto, que implicara tener que actuar en una zona o en otra.

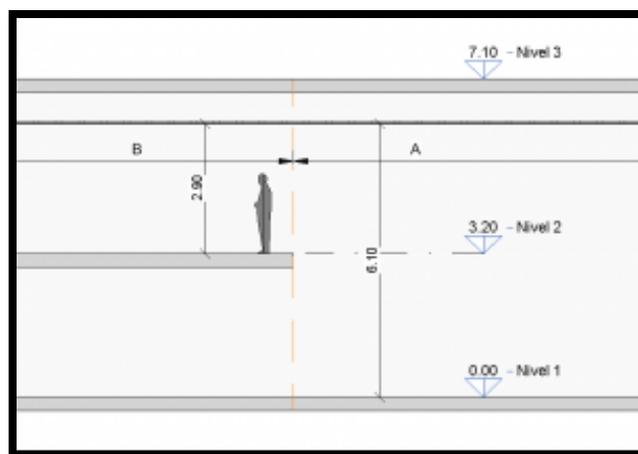


Imagen 3-26: Demostración del ejemplo

La maqueta virtual sirve para el Facility Managment como un repositorio de la información, es decir, como una base de datos compuesta por la información asociada al OPEX del activo y por la información utilizada en el proceso constructivo.

Además de que permite extraer mediciones y cantidades exactas de forma automática para generar informes presupuestarios para el coste total del mantenimiento. En este caso, sería muy útil para cuando tenemos que reclamar seguros, eliminando tareas como las de verificar los datos empapelados entre carpetas y que estos sean comparados con la realidad.

Una de las principales ventajas del BIM para la gestión del Facility es la de maximizar las perspectivas y permitir al Facility Managment identificar rápidamente la información respecto un entorno real influyente en las actuaciones que va tener que gestionar.

### 3.4 Desventajas de la implementación BIM en la actualidad

No es un secreto el que la adopción de una nueva metodología traiga consigo desventajas para su correcta adopción, a continuación se plasmaran las desventajas principales que se tienen para la implementación de BIM:

- **Cambio de 2D a BIM, obliga a una implementación:** La capacitación del personal no es suficiente para adoptar el BIM en una empresa. Es necesario implementar, en otras palabras, hacer y ejecutar un plan de trabajo que permita tanto como aprender el uso de la tecnología, adoptar estándares y buenas practicas, verificando que la nueva tecnología se va usando correctamente en cada una de las fases de los procesos relacionados de la empresa.
- **Carencia de Experiencia en Implementación:** Las universidades aun no forman profesionales en BIM, no es fácil conseguir un grupo de profesionales que tengan claro cuál es el proceso de implementación y lo puedan conducir directamente.
- **Elevada relación Costo/usuario de los servicios externos de implementación BIM:** Para una empresa pequeña o mediana la contratación de un servicio de implementación típicamente esta fuera del presupuesto, lo que hace que solo se capacite al personal y la implementación quede a medias, lo cual no permite explotar el potencial completo de la tecnología.
- **Especialidades tercerizadas aún no implementan BIM:** Los especialistas típicamente todavía trabajan en 2D, Esta situación dificulta aprovechar al 100% los beneficios de una implementación BIM. Pero con una buena organización se puede superar este inconveniente.
- **Proveedor de Software no conoce el BIM:** El que una empresa provea un software no necesariamente implica que conozca su aplicación en el campo de trabajo y que cuente con especialistas que ayuden a los usuarios o a la empresa en el proceso de implementación.

#### 3.4.1 Problemas de interoperabilidad

El concepto de interoperabilidad se relaciona con el traspaso de datos entre programas computacionales. Es también un esfuerzo importante en la búsqueda por recuperar rápidamente información confiable y consistente desde otros programas computacionales. El traspaso expedito de datos entre especialidades es vital para hacer más eficiente los procesos de trabajo y una de las principales trabas que ha existido para una correcta operación de los sistemas BIM.

Los problemas de interoperabilidad pueden ser:

- Vincular herramientas de distintas especialidades.

- Trabajos de distintas plataformas en una misma especialidad.
- Distintos procesos y/o culturas de trabajo de las organizaciones respecto a los niveles de detalle de los modelos, a los alcances de los trabajos y al nivel de conocimiento/competencias de cada empresa.

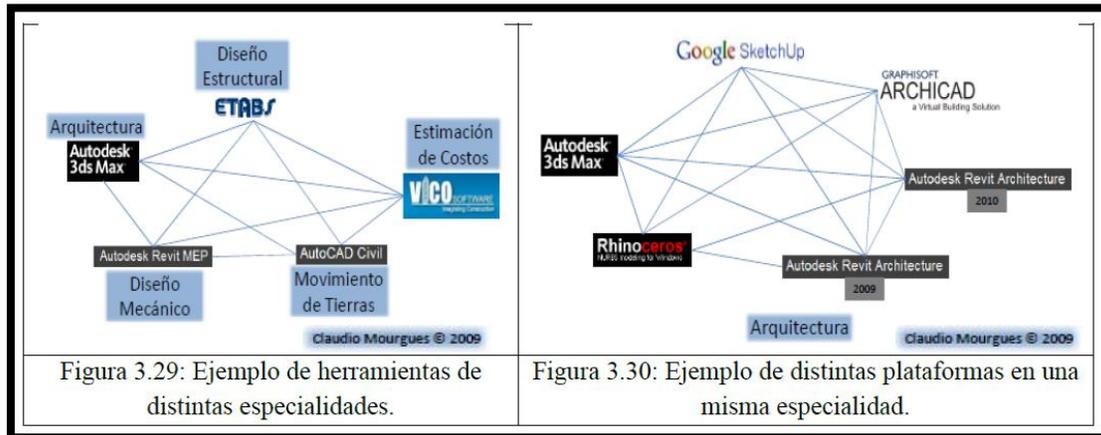


Imagen 3-27: Ejemplo de herramientas BIM

En EEUU los costos de una inadecuada interoperabilidad entre las distintas especialidades en la industria de la construcción, son cerca del 4% para ingeniería y 2.5% para el mandante.

Por estos problemas es que nace la Industry Alliance for Interoperability (IAI) que es un consorcio global de compañías comerciales de software y organizaciones de investigación, cuya misión es permitir la interoperabilidad entre las herramientas computacionales utilizadas por todos los participantes de un proyecto en la industria AEC/FM. Su meta es definir y promover un formato de datos estándares de un modelo de edificación (denominada Industry Foundation Classes – IFC`s), de tal forma de que los participantes del proyecto puedan compartir información y que el modelo virtual de la infraestructura posea un lenguaje computacional común, asegurando la interoperabilidad entre distintas plataformas BIM.



Imagen 3-28: Interoperabilidad entre softwares

### 3.4.2 Desafíos de implementación y operación

Los sistemas BIM son una nueva forma de hacer las cosas, un cambio en el paradigma. Demandan mucha colaboración y nos fuerzan a relacionarnos de forma diferente a la acostumbrada. Es psicológicamente un desarrollo sano, pero no necesariamente una fácil transición. La necesidad de colaboración desarrolla un espíritu de equipo en el que inevitablemente se crean interrelaciones entre los distintos actores, lo que se traduce en un aprendizaje bidireccional que genera una mejora sustancial del proyecto.

#### 3.4.2.1 Cambios que pueden ser esperados

La mejora de los procesos en cada fase de diseño y construcción reducirá el número y la severidad de los problemas asociados con las prácticas tradicionales. Sin embargo, el uso de BIM también causará significativos cambios en las relaciones de los participantes del proyecto y en los acuerdos contractuales entre ellos.

**Colaboración:** Mientras que BIM ofrece nuevos métodos de colaboración, introduce otros problemas respecto al desempeño efectivo de los equipos de trabajo. Determinar los métodos que serán usados para permitir un adecuado traspaso de información a partir del modelo y así compartir información valiosa entre los participantes del proyecto es un gran desafío. Si los miembros del proyecto utilizan diferentes herramientas de modelamiento, entonces otras herramientas para enviar información del modelo de un ambiente a otro o para combinar estos modelos son necesarias. Esto puede añadir complejidad e introducir potenciales errores al proyecto. Estos problemas pueden ser reducidos si se usa estándares IFC para intercambiar datos.

**Cambios legales para la producción y pertenencia de la documentación:** existen preocupaciones legales respecto a quien se apropia del conjunto de datos generados durante el diseño, análisis, fabricación y construcción de la infraestructura, quien paga por estos y quien es responsable por su exactitud.

**Cambios en las prácticas y en el uso de la información:** El uso de BIM también fomentará la integración del conocimiento de construcción en etapas tempranas del proceso de diseño. Arreglos contractuales que facilitan y requieren de una buena colaboración proveerán de grandes ventajas a los clientes cuando BIM sea usado. El cambio más significativo que las compañías enfrentarán cuando implementen tecnologías BIM es utilizar un modelo compartido de la edificación como base para todos los procesos de trabajo. Esta transformación requerirá de tiempo, educación, capacitación y una convicción por parte de la organización de las mejoras que puede traer esta tecnología (necesario para cualquier implementación tecnológica que implica cambios en los procesos y en la cultura de trabajo).

## **4 ADOPCIÓN DE BIM EN UNA EMPRESA**

En este capítulo hablaremos de las fases que implica la adopción de BIM en una empresa y de cómo se debe de realizar cada una de ellas para poder obtener los mejores resultado con la metodología, hablaremos de las etapas de la fase de preconstrucción en los proyectos inmobiliarios y de cómo esta nueva metodología BIM se puede implementar en estas fases para mejorar cada una de ellas.

### **4.1 Fases de Adopción BIM**

La implantación de los sistemas BIM en una empresa o cualquier organización tiene que ser un objetivo de todos los profesionales que conformen una entidad, siendo ésta un Plan de la empresa. Si no se aplica de esta forma y se ve el BIM como una simple herramienta para el buen funcionamiento de la empresa, la implantación se alargará más de lo debido y aparecerán importantes pérdidas de tiempo y dinero durante el proceso.

Para estar convencidos que el BIM es la respuesta a muchos de los problemas de la empresa, en primer lugar los profesionales o personas involucradas necesitarán entender los beneficios de esta metodología de trabajo.

A continuación podemos ver algunas de las ventajas que nos aportará trabajar en BIM en cualquier organización:

- Rebajaremos los tiempos de diseño y ejecución de proyectos.
- Tendremos una mejor precisión en la estimación y control de los presupuestos.
- Podremos trabajar de forma colaborativa, y por lo tanto tendremos una comunicación en tiempo real.
- Tendremos una coordinación más ágil en nuestros proyectos.
- Trabajaremos directamente en 3D, aportándonos todos los beneficios de poder visualizar nuestro proyecto tal y como será en la realidad.
- Dispondremos de una adaptabilidad y escalabilidad de la estructura de la Oficina Técnica, y por lo tanto, de nuestros servicios.

Para implantar el BIM de una forma efectiva y coherente en cualquier empresa, será conveniente seguir unos pasos y ser asesorados por profesionales (BIM Managers o consultores BIM) que ya hayan vivido esta experiencia anteriormente. Implantar esta metodología no es una tarea sencilla, y realizarlo de forma autodidacta puede llevar a un trámite demasiado costoso en tiempo y dinero. Estar demasiado tiempo descubriendo poco a poco las herramientas que nos ofrece el BIM, hará que nuestros proyectos sean poco eficientes, y por lo tanto, no serán competitivos.

Una de las bases de la formación es recrear los flujos de trabajo que se tiene en el día a día de nuestras actividades, lo cual nos permite no sólo aprender a usar determinados software, sino a trabajar de forma colaborativa.

Debemos ser conscientes que el punto crítico de trabajar en BIM no son las propias habilidades de usar un software u otro, sino **el cambio de paradigma**, es decir, el cambio de los flujos de trabajo en la organización y en cada proyecto que se realice. Se estima que la dificultad e importancia en aprender los nuevos programas informáticos está en un 30%, **mientras que el 70% restante reside en entender y aplicar los nuevos flujos de trabajo o procesos.**

Los pasos que se recomiendan seguir en una organización para implantar BIM de una forma coherente y adecuada, serán las siguientes:

| <b>Fase</b>   | <b>Actividad de implementación</b>                           |
|---------------|--|
| <b>Fase 1</b> | Evaluación de necesidades, oportunidades y Expectativas BIM  |
| <b>Fase 2</b> | Evaluación de la empresa y el personal                       |
| <b>Fase 3</b> | Desarrollo de un plan de adopción BIM para la empresa        |
| <b>Fase 4</b> | Selección de herramientas (software y hardware)              |
| <b>Fase 5</b> | Desarrollo de capacidades, seguimiento y refuerzo de avances |
| <b>Fase 6</b> | Desarrollo de directrices para BIM                           |

Estos pasos no son obligatorios, son una base de la cual pueden partir las empresas para la implementación de BIM

Antes de proceder a implementar estos paso será necesario que la empresa establezca objetivos “S.M.A.R.T” (Specific / Específico, Measurable / Medible, Attainable / Alcanzable, Relevant / Relevantes y Time-Related / Con un tiempo determinado), sobre lo que quiere llegar a lograr con la adopción de BIM en su empresa, teniendo bien claro los objetivos se podrá medir claramente los avances del proceso de implementación, para lo cual es recomendable que la empresa busque la ayuda de un experto en el área BIM, no quiere decir que sea alguien que sea un experto en modelar, sino que sea un experto en cómo implementar los procesos BIM dentro de los procesos que la empresa utiliza.

Una vez realizado esto se pueden empezar a ejecutar los pasos antes mencionados para la implementación de BIM dentro de la empresa.

#### **4.1.1 Fase 1: Evaluación de necesidades, oportunidades y Expectativas BIM**

En esta fase, la empresa tiene que plantearse cuales son las necesidades que tiene para poder implementar BIM y poder satisfacerlas, esto es muy importante ya que muchas empresas creen que necesitan implementar todos los softwares que hay en el mercado para poder usar BIM lo cual es totalmente incorrecto, por lo cual deben de conocer en que procesos dentro de su empresa lo quieren implementar y así se podrá determinar los softwares y hardwares necesarios que se necesitan para el uso de BIM.

Las principales razones por la cual las empresas están adoptando el BIM son para ser competitivos dentro del mercado, por la demanda que está teniendo por parte de los clientes y por lo ahorros que pueden generar en los proyectos.

De igual manera es importante conocer las expectativas que tiene la empresa al usar BIM en sus proyectos, estas expectativas pueden ser por ejemplo:

- Aumentar la productividad en cierto porcentaje
- Reducir los errores de proyecto
- Calcular cantidades de obra
- Entregar el proyecto ejecutivo de forma más eficiente
- Alimentar cantidades de obra para presupuestos
- Alimentar cantidades de equipos para compra, etc.

Esto para poder determinar en qué procesos de la empresa serán los más atendidos para poder alcanzar las expectativas que esta tiene.

#### **4.1.2 Fase 2: Evaluación de la empresa y el personal**

El siguiente paso en la adopción de BIM es la evaluación de la empresa y de su personal, esto es de gran importancia para poder determinar un panorama general de cómo funciona la empresa, el tipo de proyectos que desarrolla y los procesos que utilizan, para esto es necesario medir los siguientes aspectos:

- Habilidades y competencias actuales del personal y la empresa
- Organización de proyectos
- Métodos de comunicación de información (de forma interna o externa)
- Herramientas actuales y requeridas
- Expectativas y objetivos
- Bienes tecnológicos y de infraestructura
- Flujos de trabajo acostumbrados

Al evaluar al personal se puede tener una idea de cómo serán los cursos de capacitación que serán necesarios para el personal que no tenga noción de BIM, de igual manera si se pretende reclutar a nuevo personal y este ya tiene noción o conocimiento de BIM, se sabrá como adoptarlo a los procesos que se usan en la empresa.

Cuando se evalúa la organización del proyecto se determina como es el flujo de trabajo y de comunicación de cada uno de los involucrados, se determina que hace cada quien, a quien le pasa la información, si dependen de alguien o son independientes. Todas estas evaluaciones sirven para poder verificar que los procesos de la empresa son funcionales o si se presentan cuellos de botella o brechas dentro del cumplimiento de los estándares de la empresa, las cuales puedan provocar adversidades a los proyectos.

La evaluación de la empresa y del personal conlleva los siguientes beneficios:

- Obtener una imagen clara de las competencias de la empresa
- Generar perfil, objetivos e identificar carencias
- Identificar requerimientos de entrenamiento y desarrollo
- Relaciona las necesidades de entrenamiento con el material de entrenamiento
- Asocia las competencias con roles y proyectos
- Clarifica el criterio de reclutamiento de nuevo personal
- Establece el nivel de preparación de la empresa para la adopción
- Identifica cuellos de botella en la organización
- Descubre potencial sin explotar que puede ser utilizado en los procesos requeridos u otros proyectos
- Identifica brechas en cumplimiento de estándares y protocolos que puede desarrollarse

### **4.1.3 Fase 3: Desarrollo de un plan de adopción BIM para la empresa**

Una vez conociendo los objetivos de la empresa más la evaluación de ella misma junto con su personal, se determina el plan de adopción el cual lo determinará el consultor BIM, primero se planteara que personal será el que empiece a adoptar esta metodología, si el dueño de la empresa elije a todos, se les comunicara a todo el personal de esta adopción para que se sientan tomados en cuenta por los altos mandos y sobre todo será necesaria la participación del personal de sistemas para que estén preparados para los cambios que se presentaran.

Este plan de adopción se irá actualizando en la medida en que la empresa avance en su ejecución, con esto se refiere a ir señalando cuáles serán las responsabilidades de cada quien

y como ira moviendo la información conforme se vaya avanzando en el proyecto, aquí en este punto es importante señalar a todos los involucrados la importancia de la toma de decisiones ya que aquí es donde se pueden presentar el mayor beneficio de BIM en los proyectos, cuando se toman las decisiones y se toma en cuenta a los participantes en el proyecto se logra una mayor transparencia la cual conlleva a una colaboración más unida lo que resulta en mejores resultados en los proyectos.

Para la correcta ejecución de este plan de adopción es recomendable la ayuda de un experto BIM que tenga los conocimientos sobre cómo aplicar la metodología dentro de los procesos que la empresa tiene, para esto es recomendable que este experto tenga una dirección profesional de Project manager, ya que estas competencias de Project management son muy útiles a la hora de plantear los procesos a seguir para el correcto desarrollo de los proyectos, también plantean las herramientas de capacitación para el personal y así mejorar el flujo de trabajo de los procesos que utiliza la empresa. Un pequeño inconveniente es el que los expertos en BIM desconocen la cultura de la empresa por lo cual si trabajan solos puede tomar más tiempo en implementar los nuevos procesos, por eso es altamente recomendable que el experto BIM trabaje con una persona que conozca muy bien los procesos de trabajo de la empresa, esta persona podrá ser la que estará a cargo de dirigir los nuevos procesos una vez implementados

#### **4.1.4 Fase 4: Selección de herramientas (software y hardware)**

Para la empresa que desea implementar la metodología BIM es necesaria que se base en los siguientes puntos para poder seleccionar las mejores herramientas que le ayudaran a cumplir sus objetivos, la selección de herramientas debe basarse en:

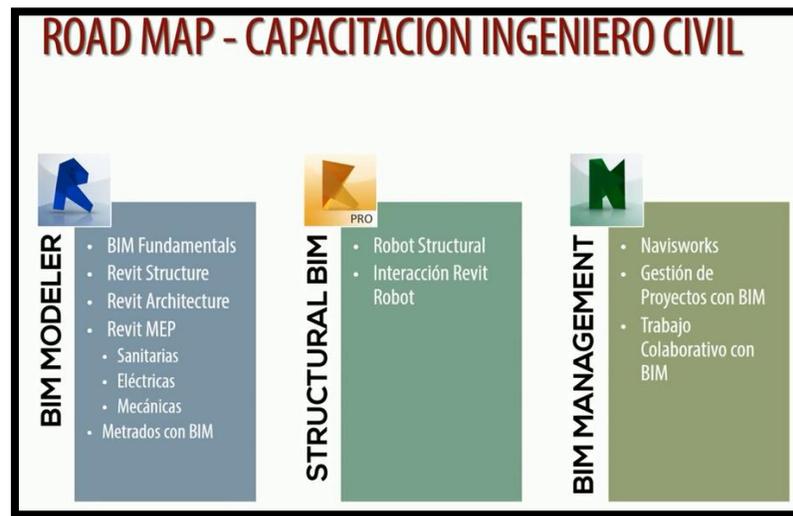
- Las necesidades de los proyectos a ejecutar
- Los requerimientos de mercado
- Las necesidades de operación de cada herramienta
- Las características específicas de cada herramienta
- Los alcances de cada herramienta y su aplicación en los proyectos

Como ejemplo ilustraremos que clase de herramientas pueden ser útiles a un ingeniero civil y un arquitecto que se enfoca en el diseño arquitectónico del proyecto.

Para el ingeniero civil las necesidades principales del proyecto serán garantizar la estabilidad de la estructura, por lo cual se necesita de una herramienta de cálculo estructural para poder generar dichos cálculos de una manera más rápida, por lo cual se analiza en el mercado que tipo de herramientas pueden brindar este servicio, por lo cual aquí en México dominan los

productos de Autodesk por lo cual ROBOT puede ser una excelente herramienta para cumplir con este fin, adicionando que el ingeniero tiene que generar los cálculos de las instalaciones que serán necesarias para poder habilitar el proyecto de las necesidades básicas, por lo cual la herramienta REVIT es un buena opción para este fin, y para finalizar el ingeniero debe procurar que no existan interferencias entre las diversas disciplinas con las que cuenta el proyecto, por lo cual la herramienta NAVISWORKS es una excelente herramienta que ayuda a detectar las interferencias que existen en el proyecto.

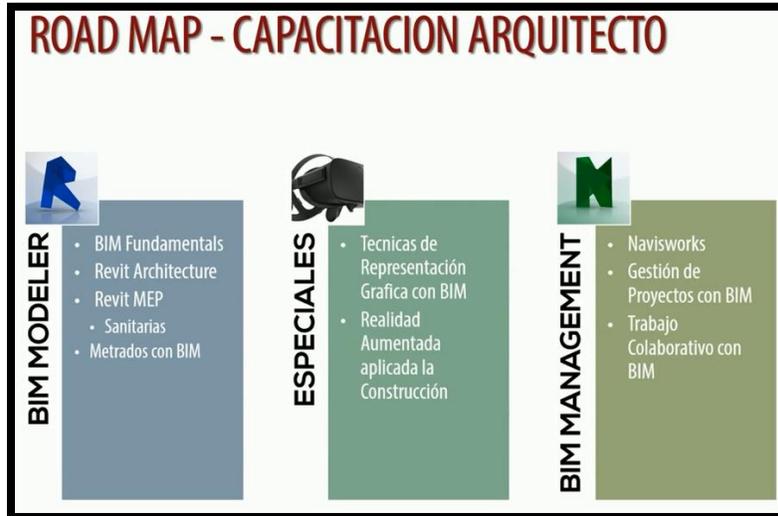
A continuación se presenta una imagen la cual señala las herramientas antes mencionas y las características por las cuales un ingeniero civil puede optar por utilizar estos softwares.



*Imagen 4-1: Softwares útiles para un ingeniero civil*

Para un arquitecto el uso de las herramientas antes plasmadas pueden serle de utilidad solo que no utilizara todas las funciones que presentan dichos softwares, como por ejemplo el arquitecto utilizara de una manera más profunda el REVIT para poder generar todos los detalles del proyecto, incluyendo las instalaciones as significativas como pueden ser la de aire acondicionado o las instalaciones sanitarias, una vez terminado el diseño del proyecto, el arquitecto puede utilizar los modelos generados en REVIT para poder implementarlos en sistemas 3D especializados para la visualización del proyecto, lo cual le genera un valor agregado al momento de poder presentar el modelo al cliente y a los clientes que puedan adquirir el proyecto. La utilización de NAVISWORKS para los arquitectos es muy similar a la que utilizo el ingeniero civil en el ejemplo anterior, la detección de interferencias entre las disciplinas.

A continuación se presenta una imagen la cual señala las herramientas antes mencionas y las características por las cuales un arquitecto puede optar por utilizar estos softwares.



*Imagen 4-2: Softwares útiles para un arquitecto*

Siempre es necesario que el equipo de trabajo tenga una reunión para determinar que herramientas son las que mejor les conviene adquirir para poder cumplir con sus tareas. Cabe mencionar que de igual forma es necesaria la adquisición de un sistema que ayude a la implementación de dichos modelos, estos sistemas (hardware) son redes que se manejan de manera habitual en las empresas, las cuales pueden ser vía Wi fi o con servidores y si pueden usar el uso de la nube (cloud computing).

La red cableada es mejor que la red wifi ya que mejora la eficiencia de traslado de información entre las diversas áreas que existan en la empresa, así de esta forma se pueden evitar los problemas que existen cuando quieren implementar el sistema a través de WI FI ya que dependiendo donde se encuentre el lugar de trabajo es mucho más probable que no exista alguna conexión inalámbrica, la cual afectaría en el flujo de subir y bajar información, por lo cual se recomienda siempre trabajar con servidores exclusivos de la empresa para los proyectos.



*Imagen 4-3: Estructura de una red interna de una empresa*

#### **4.1.5 Fase 5: Desarrollo de capacidades, seguimiento y refuerzo de avances**

En la siguiente fase el experto BIM desarrolla un entrenamiento el cual estará basado en las necesidades de cada área involucrada en donde tendrá como principal objetivo focalizar en el flujo de trabajo de cada área para el mejor desarrollo del proyecto, para esto el experto resaltará el entendimiento y la aplicación adecuada de las herramientas en dichas áreas para que facilite el intercambio de información entre cada área involucrada y así poder obtener los mejores resultados, para este desarrollo se pueden incluir la participación de más de un experto BIM que conozca mejor cada área a implementar la metodología.

Para que el entrenamiento sea lo más productivo posible se realizarán seguimientos y refuerzos de los avances en la metodología, en la cual se puede basar en reportes de avance en el proceso, estos reportes contendrán la información sobre lo expuesto en el entrenamiento, antes de que estos reportes sean firmados por los participantes estos deberán estar 100% seguros de que son capaces de realizar los labores que se le encomendarán con la metodología, si el participante no está seguro o tiene dudas al respecto será responsabilidad del experto BIM en resolver las dudas de los participantes, después de que los participantes estén seguros de los trabajos que pueden realizar, estos firmarán los reportes dando aval de que entendieron el uso de las herramientas que utilizarán para sus futuros trabajos, estos reportes se les proporcionarán al líder de proyecto y a la gerencia de la empresa para tener respaldos de que el participante es consciente de lo aprendido y no podrá negar que no se le capacitó en alguna tarea que implique la herramienta a utilizar.

Para lo anterior, el entrenamiento debe de plantear los siguientes puntos:

- Debe de cumplir lo programado en el entrenamiento.
- Puede ajustarse el programa de entrenamiento.
- Se deben de reforzar temas importantes.

Como se mencionó anteriormente el comunicar resultados de forma periódica a la dirección y a los involucrados facilita el manejo del cambio, ya que a medida que se van presentando los resultados en las áreas donde se está implementando la metodología lograra que las demás áreas se inciten a participar de una forma proactiva a la adopción de las nuevas herramientas y del nuevo método de trabajo.

#### **4.1.6 Fase 6: Desarrollo de directrices para BIM**

Es importante entender que el aprendizaje sobre la implementación de la metodología será continua por lo cual es necesario tener en cuenta que las áreas involucradas deben de comprometerse con el proceso ya que a medida que el BIM evolucione, lo harán los beneficios para la compañía, por lo cual es fundamental tener en cuentas estas directrices:

- Las áreas involucradas deben de comprometerse con el proceso
- Aprender a ser socios y competidores
- Desarrollar una estrategia que recopile y aplique lecciones aprendidas
- Considerar el desarrollo de una fuente de consulta de información interna

A medida que la adopción de BIM vaya evolucionando esta puede afectar en la estructura organizacional de la empresa, esta puede cambiar a medida que los proyectos vayan avanzando, ya que se irán demostrando la necesidad de la comunicación entre las áreas para efectuar una coordinación productiva en la metodología, esta comunicación puede que no existiera con los métodos de trabajo convencionales por lo cual se generaran los cambios.

Para poder mitigar de una mejor manera los cambios y que estos puedan ser adoptados de la mejor manera posible es necesario la incursión de un coordinador BIM y un BIM manager, el coordinador BIM se encargara de la correcta utilización de las herramientas en las áreas donde serán utilizadas, el BIM manager será el responsable de la correcta comunicación entre las diferente áreas para que exista una adecuada coordinación de información y así dar los mejores resultados al proyecto.

Para la identificación de un buen BIM manager, se pueden proponer los potenciales candidatos a los cuales se les reconoce el esfuerzo que ha mostrado durante el proceso de adopción, los mejores candidatos son aquellos que demuestran fuertes capacidades de liderazgo, aquellos que se han ganado la confianza de la empresa, aquellos que han

demostrado ser leales a la empresa, estas personas podrán ser los BIM managers propios de la empresa una vez que el experto BIM haya terminado sus labores durante la implementación.

## **4.2 BIM en la fase de preconstrucción**

### **4.2.1 Plan de Ejecución BIM (BEP) en Preconstrucción**

Durante la fase de desarrollo anteriormente visto es muy importante el desarrollo del Plan de ejecución BIM (BEP por sus siglas en ingles), Este documento contiene los requisitos de información, los usos BIM y los flujos de trabajo requeridos durante las diversas etapas de un proyecto, así como instrucciones detalladas para la gestión de la fase en la que se encuentre, en este caso desarrollaremos el plan de ejecución para la fase de Preconstrucción. Es recomendable establecer el BEP junto con el contrato para establecer las obligaciones que el contratista deberá tener con los modelos BIM o en su caso de una misma empresa que desea implementar BIM en esta fase, estas serán las pautas que deberá seguir para poder ejecutar la metodología de una correcta forma.

El plan de ejecución BIM está integrado por 4 fases, las cuales son:

#### **Fase 1: Establecer las metas y usos BIM**

Esta fase consiste en identificar las razones por las cuales se desea utilizar la metodología BIM, formular los objetivos y plantear los resultados esperados de los modelos.

Es importante identificar los modelos necesarios junto con los entregables que estos proporcionaran.

Las metas BIM se deben de plantearse para que los integrantes del proyecto sepan cual es el fin de esta metodología.

Durante la fase de preconstrucción se utilizarán los modelos BIM para comunicar gráficamente el objetivo de diseño a los licitadores para la asignación de contratos de construcción de los proyectos, además, los modelos brindarán la información sobre las cantidades, tanto de los elementos que serán construidos como de los materiales que los componen, lo que permite saber su cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación, tal como fueron diseñados.

Esta información de cantidades del modelo facilita que los futuros contratistas comprendan el tamaño del proyecto y el espacio requerido para el acceso a la construcción que se analizará para lograr una fijación de precios más precisa. La información asociada con los objetos se

concentra en la comprensión de las especificaciones y las conexiones del sistema en consonancia con la filosofía del diseño, todo visualizado en el entorno del modelo.

El plan de ejecución BIM para fase de preconstrucción se diseñó para crear las guías de captura de atributos. Durante esta fase, el contratista usa los modelos generados en la fase de diseño para verificar la viabilidad de la construcción y validar las cantidades de la estimación del costo durante la licitación.

El plan de ejecución BIM para la fase de preconstrucción está diseñado para detallar las pautas para la creación y uso de BIM, durante esta fase, los accionistas del proyecto generalmente aprovecharán el modelo para los siguientes usos BIM:

- Cuantificaciones.
- Simulación de cronograma de obra
- Planeación y logística de construcción.

La lista anterior no es exhaustiva. El modelo facilitará los flujos de trabajo de la pre construcción adicionales que no se muestran en la lista mencionada anteriormente, pero que son adecuados para el emplazamiento de construcción. El enfoque principal del proyecto durante esta fase es el de la construcción real del mismo proyecto. Todos los usos BIM sirven para facilitar la construcción y permitir el consumo descendente de la información del modelo para fines de operación y mantenimiento. Antes de comenzar la construcción, se recomienda que los accionistas cumplan y finalicen los usos de un modelo BIM durante la fase de construcción.

## **Fase 2: Determinar plan de contenido del modelo y entregables**

En esta fase se planteara el nivel de contenido que tendrán los modelos durante el desarrollo del proyecto, esto es de gran importancia ya que aquí se planteara la información que incluirá el modelos, en la fase de preconstrucción es importante tener los parámetros necesarios que serán de utilidad para el desarrollo del proyecto, ya sean coordenadas, volúmenes, especificaciones generales, etc.

Es importante definir los contenidos de los entregables a desarrollar, dentro de los entregables más utilizados se encuentran entregas de cada una de las dimensiones que anteriormente se desarrollaron, las cuales son 2D, 3D, 4D, 5D, 6D y 7D

Para la fase de preconstrucción se utilizaran 3 dimensiones las cuales serán la 3D para poder realizar los planos de taller del proyecto de los cuales a su vez se podrán utilizar para poder realizar las cuantificaciones del proyecto lo cual nos lleva a la dimensión 5D y para plasmar el avance que se planea tener se utiliza la dimensión 4D.

Es importante que dentro del plan se establezcan las fechas de revisiones de los entregables para cumplir con la estrategia de colaboración.

### **Fase 3: Desarrollar intercambios de información**

Esta sección debe de incluir diagramas de flujo de proceso que describan como se implementara el plan de ejecución en el proyecto, por lo cual debe de incluir al menos un diagrama de vista general que muestre la relación entre los distintos usos BIM que se aplicaran en el proyecto, que identifique a las partes responsables para cada uno de los procesos y los principales intercambios de información que ocurrirán a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

De igual manera deberá de incluir un diagrama detallado de cada uno de los usos BIM que defina la secuencia de los procesos a ejecutar y que identifique las partes responsables de cada proceso, los intercambios de información, los puntos de revisión, así como cualquier información de referencia para realizar el uso BIM.

Para los diagramas antes mencionados deberán de contener al menos:

- Nombre del intercambio
- Etapa en la que se llevara a cabo
- La parte responsable de generar la información
- Los miembros del proyecto que recibirán la información
- Lista de los programas informáticos y la versión que el emisor y receptor usaran para manipular los modelos
- El nivel de desarrollo
- Cualquier especificación relativa al contenido del modelo y/o a la técnica de modelado.

### **Fase 4: Definir la infraestructura requerida para el desarrollo del proceso BIM**

En esta fase se plasmaran varios puntos en donde se irán determinando lo criterios necesarios para la correcta ejecución del plan, como primer punto tendremos la visión general del plan de ejecución el cual incluirá los documentos que expliquen la importancia de este plan para el proyecto, dentro de los cuales se menciona el resumen ejecutivo y la declaración de la misión.

Como segundo punto tendremos la información del proyecto que incluye como mínimo los siguientes puntos:

- Dueño del proyecto
- Nombre del proyecto
- Ubicación del proyecto y dirección
- Descripción breve del proyecto
- Programa del proyecto
- Calendario del proyecto con etapas y objetivos intermedios

Como tercer punto tendremos al personal clave del proyecto los cuales deberán de incluir los datos de contacto de cada uno de ellos y sus respectivos roles y responsabilidades, por lo que es de gran importancia establecer un organigrama y/o matriz para cada uno de los usos BIM.

Como cuarto punto es necesario establecer la infraestructura informática que se necesitara para la ejecución de los modelos BIM, dentro de los requerimientos informáticos para implementar la metodología BIM debe de incluir al menos:

- Los programas informáticos y la versión de estos para realizar los usos BIM del proyecto. Así como el procedimiento para el cambio o actualización de estos.
- El equipo informático requerido de acuerdo a los requerimientos mínimos del sistema definidos por el desarrollador de los programas
- El contenido de modelado y la información de referencia, tales como las familias u objetos de modelado, los espacios de trabajo o vistas, esquemas y las bases de datos.

Como último punto en necesario plantear la estrategia de control de calidad de los modelos, en esta sección se debe de documentar la estrategia general para asegurar la calidad de los modelos en cada etapa del proyecto y antes de los intercambios de información, contemplando al menos:

1.- Cada modelo ha sido pre planteado, y se ha considerado su contenido, nivel de desarrollo, formato.

2.- Que se cuente con una persona responsable de coordinar cada modelo y de que este se mantenga actualizado, preciso y completo. También de que este responsable participe en las actividades de coordinación.

3.- Que se siguen los estándares de referencia acordados.

4.- Que se realice una revisión de los modelos y su información en la que se detecten:

- Componentes accidentales
- Desviaciones en las intenciones de diseño
- Choques entre elementos constructivos
- Incumplimiento de las especificaciones y/o normativas
- Elementos indefinidos o definidos de modo incorrecto

5.- Que los entregables cumplan con:

- Los requerimientos del propietario
- Las normas, estándares u otros lineamientos acordados por el equipo de proyecto.

Toda esta estructura es para tener un buen control sobre el proceso de ejecución del plan BIM, es de gran importancia que se respete para poder obtener los resultados esperados. Al implementar el plan de ejecución BIM se obtiene varios beneficios como lo son:

- Los participantes entienden y comunican claramente las metas estratégicas de aplicar BIM en el proyecto
- Los participantes entienden claramente sus roles y sus responsabilidades en la aplicación de BIM
- El equipo puede diseñar un proceso de trabajo que se ajusta a cada especialista y a sus prácticas utilizando sus flujos de trabajo acostumbrados
- El plan determina potenciales recursos adicionales, capacitación u otras competencias necesarias para implementar con éxito BIM para los usos previstos
- El plan proporcionará un punto de referencia para describir el proceso para futuros participantes que se incorporen al proyecto
- El plan básico ofrece un objetivo para medir el progreso en todo el proyecto y para cada participante.

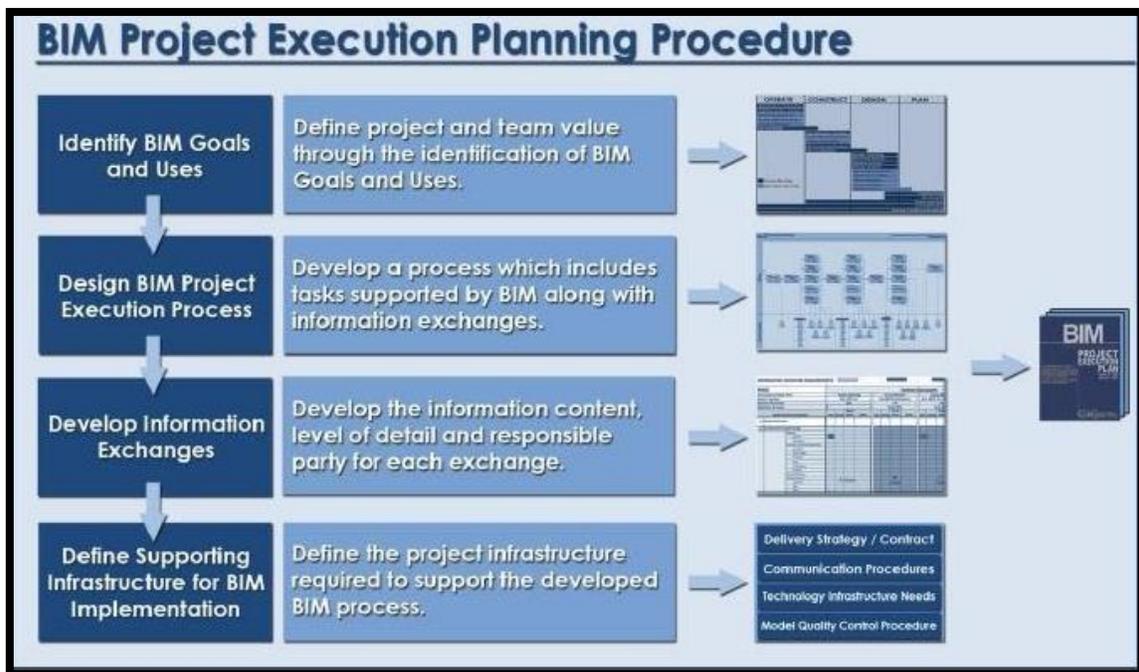


Imagen 4-4: Pasos de un plan de ejecución BIM

A continuación se describirá cada fase que está integrada en la etapa de Preconstrucción y como se adoptara la metodología BIM en cada una de estas fases y así poder plasmar los beneficios que traerá consigo la correcta adopción de la metodología.

#### **4.2.2 Fase de conceptualización**

La fase conceptual es la primera y una de las más decisivas etapas de un proyecto. En esta fase se elabora lo que es un proyecto básico en el cual, se exponen los aspectos fundamentales de las características generales de la obra como lo son los objetivos preliminares a alcanzar, se efectúa el análisis del entorno del proyecto, se definen que procesos constructivos se pueden seguir, se elabora un análisis económico preliminar, todo esto con el objeto de proporcionar una primera imagen global de la misma y establecer un avance de presupuesto. Además se realiza como parte del proceso de toma de decisiones inicial y primordial en estas acciones iniciales, un estudio de la factibilidad técnica, económica del mercado potencial, y la selección de la alternativa más apropiada.

No contendrá documentos específicos del Proyecto de Ejecución o ejecutivo, excepto en el caso de instalaciones cuya definición sea necesaria para definir o proyectar la distribución de plantas, u obtener autorizaciones administrativas o concesión de licencia.

Un proyecto básico está conformado por:

##### **1.- Identificación y objetivos del proyecto**

Unos objetivos de proyecto claros son cruciales pues el éxito del proyecto vendrá determinado por el grado de cumplimiento de los mismos. Un objetivo de proyecto claro es específico y medible. Deben evitarse objetivos imprecisos como "Crear resultados modernos". Los objetivos de un proyecto pueden incluir:

- Una lista de resultados del proyecto.
- Fechas de cumplimiento específicas, tanto para la finalización del proyecto como para los hitos intermedios.
- Criterios de calidad específicos que deben cumplir los resultados.
- Límites de costo que no debe sobrepasar el proyecto.

Para que los objetivos resulten eficaces, es importante que todos los participantes del proyecto estén oficialmente de acuerdo con ellos. A menudo, el administrador del proyecto crea un documento de objetivos que se convierte en una parte permanente del proyecto.

##### **1.1.- Definición de las suposiciones del proyecto**

Durante la etapa de planificación de un proyecto, probablemente surgirán muchas cuestiones importantes sin respuesta; por ejemplo, cuándo estarán disponibles los recursos clave para iniciar el trabajo, y cuánto tiempo llevará un nuevo proceso. Para comenzar la planificación,

se hacen conjeturas hipotéticas y, a continuación, se utilizan esas estimaciones para crear la programación.

Es importante hacer un seguimiento de las suposiciones que se hacen de manera que:

- Los participantes del proyecto puedan criticarlas y, después, apoyar formalmente un conjunto de suposiciones del proyecto.
- Se pueda actualizar la programación cuando se disponga de información adicional sobre esos factores.

Hay que tener en cuenta las siguientes áreas del proyecto para identificar suposiciones subyacentes:

- **Entregas de otros proyectos o departamentos:** Si el proyecto va a depender del trabajo de otras personas, ¿son conscientes dichas personas de esta dependencia y están de acuerdo con las fechas de entrega establecidas?

- **Disponibilidad y uso de recursos (incluyendo personas, materiales y equipamiento):** Si algunas de las personas que van a trabajar en el proyecto están bajo otro cargo, ¿a cargo de quién están? Y, ¿ha aprobado esa persona la utilización de estos recursos?

- **Duraciones de las tareas:** ¿Están fundamentadas las estimaciones de tareas en una información sólida o en conjeturas?

- **Costos del proyecto:** ¿Qué importancia tiene el costo en el proyecto? ¿Quién debe aprobar el presupuesto o aumentarlo si es necesario?

- **Tiempo disponible:** Si se está trabajando teniendo presente una fecha límite conocida, ¿se puede completar de forma realista todas las tareas con un nivel aceptable de calidad?

- **Resultados:** ¿Cumple el resultado esperado las expectativas del cliente y de otros participantes? Si se deben hacer concesiones en el resultado, ¿están de acuerdo los participantes sobre los aspectos del resultado en que se han de hacer las concesiones en primer lugar?

Estos son unos pocos ejemplos de los asuntos a considerar antes de empezar un proyecto complejo. El éxito del proyecto depende en último término de la identificación de suposiciones y de la realización de planes alternativos de seguridad, así como de llevar a cabo el proyecto tal como fue planeado.

## **1.2.- Definición de las limitaciones del proyecto**

Las limitaciones en un proyecto son factores que pueden restringir las opciones del administrador del proyecto. Normalmente, las tres delimitaciones principales son:

- Programación, como una fecha de fin fija o una fecha límite para un hito principal.

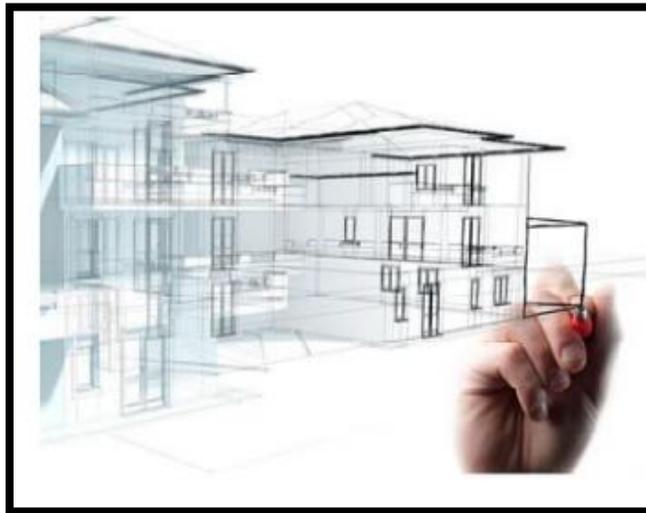
- Recursos (materiales, instalaciones, equipamiento y personal, así como los costos asociados), como un presupuesto preestablecido.

- **Ámbito**, como un requisito de realización de tres modelos del producto.

Un cambio en una de estas delimitaciones afecta normalmente a las otras dos, y también afecta a la calidad total. Por ejemplo, si decrece la duración del proyecto (programación), puede aumentar el número de trabajadores necesarios (recursos) y reducirse el número de características que pueden incluirse en el producto (ámbito). El administrador del proyecto determina entonces si este ajuste es aceptable. Este concepto se denomina "delimitaciones triples de administración del proyecto" o "triángulo del proyecto".

Durante el proceso de planificación, se deben enumerar las delimitaciones del proyecto para asegurarse de que todos los participantes del proyecto las conocen y tienen la oportunidad de hacer observaciones acerca de las mismas.

También es importante que los participantes se pongan de acuerdo sobre la forma en que se ha de responder a delimitaciones inesperadas que puedan surgir durante el proyecto. Por ejemplo, si los costos laborales resultan superiores a los previstos, los participantes pueden desear reducir el ámbito del proyecto de ciertas maneras específicas predefinidas.



*Imagen 4-5: Conceptualización de un proyecto*

## **2.- Agentes del proyecto (equipo de trabajo)**

El equipo de proyecto debe estar conformado por un grupo de individuos que tengan participación en la organización y que posean características y atributos individuales específicos que contribuyan al desarrollo efectivo de los proyectos mediante la integración de las habilidades de cada uno de los integrantes del mismo. El equipo de proyecto debe poseer fundamentalmente tres atributos, estos son:

- Experiencia; el equipo de proyecto debe poseer los conocimientos claves que conforman los elementos del mismo.
- Capacidad; el Equipo de Proyecto debe poseer la capacidad de ejecutar las tareas necesarias para complementar los esfuerzos planificados.
- Autoridad; el Equipo de Proyecto debe tomar las decisiones correctas.

Estos atributos deben estar presentes, de lo contrario el Equipo de Proyecto tendrá muchas dificultades para lograr los objetivos. De no estar presente la experiencia cuando es necesaria, los errores son inevitables. Si la capacidad de ejecución una tarea no está presente, el trabajo no será realizado y de ser realizado será deficiente. De no estar presente la autoridad en el equipo, tomar una decisión será muy difícil o imposible de resolver; estos atributos pueden ser proveídos por características individuales o combinadas de los integrantes del Equipo de Proyecto. Es importante que los integrantes de los equipos de proyectos contengan las siguientes cualidades:

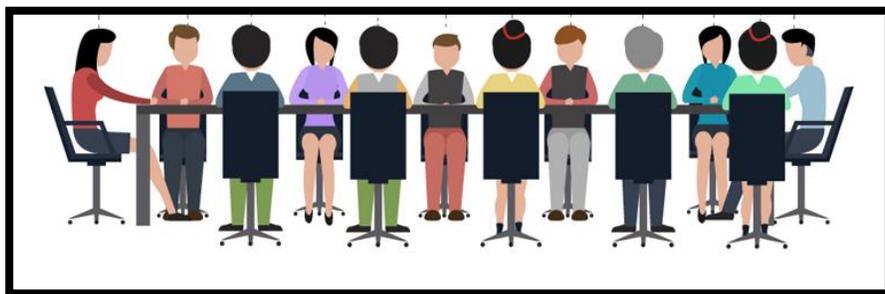
- Formalmente acreditado
- Necesidad de valoración vs. Selección
- Entrenamiento
- Herramientas para construcción de equipos
- Métricas para la valoración del desempeño
- Disciplina de las reuniones y Participación
- Sesiones de Alineación

El equipo de Proyecto debe planificar las comunicaciones definiendo los canales que serán implementados durante el proyecto para la divulgación de la información y la retroalimentación entre los componentes del proyecto e internamente en el Equipo de Proyecto.

Dentro del Equipo de Proyecto, es el Gerente de Proyecto una de los elementos más importantes y determinantes, ya que la función integradora que él debe gestionar amerita cualidades específicas que ayudaran a disminuir los conflictos y aumentaran la eficiencia del equipo de proyecto. El Líder, Gerente de Proyecto debe poseer las siguientes características:

- Comprender y entender las Fases de los Proyectos.
- Experiencia en proyectos similares.
- Experiencia ante los procesos facilitadores en los equipos.
- Demostrar Competencia.
- Poseer la voluntad de Escuchar y la habilidad de expresarse.
- Habilidad para ayudar a la superación individual y corporativa.
- Efectividad organizacional (asignación de tareas a las personas indicadas).
- Habilidad y Voluntad para la confrontación de problemas.

En muchas oportunidades la corporación no cuenta con todo el recurso humano necesario para trabajar en el Proyecto y se ven en la necesidad de reclutar profesionales o personas que formen parte del equipo de proyecto.



*Imagen 4-6: Equipo de trabajo en un proyecto*

### **3.- Memoria descriptiva del proyecto**

#### **3.1.-Antecedentes del predio**

Es importante la evaluación geográfica al momento de planificar el desarrollo de un proyecto. Proyectos similares en lugares distintos pueden contener grandes diferencias en costos, tiempos y procedimientos. Ejemplo de esto podría ser la construcción de una vivienda multifamiliar en el centro de la ciudad con respecto a la construcción de una vivienda multifamiliar en las afueras de la ciudad, es mucho más congestionado el tráfico automotor en centro de la ciudad que en las afueras de la ciudad; la incidencia del costo del transporte del acero es mayor en el centro que en las afueras; las condiciones sísmicas son diferentes entre estas dos ciudades; vemos como dos proyectos que podrían ser arquitectónicamente iguales, divergen en su planificación por presentar condiciones geográficas distintas.

En muchos casos el sitio del proyecto determina la tecnología a utilizar en el mismo, es importante seleccionar el sitio adecuado donde se instaurara el proyecto para maximizar las oportunidades de éxito del mismo.

El primer indicador ante la selección del sitio de instauración del proyecto podemos determinarlo analizando los objetivos que el mismo desea alcanzar; La primera decisión que se toma es la que ofrece la menor cantidad de dificultades al proyecto; el fácil acceso del usuario, fácil obtención de los materiales, bajo costo en mano de obra, disponibilidad de herramientas y servicios entre otros aspectos que podrían ser determinante.

#### **3.2.- Descripción del proyecto**

Descripción del modelo de edificio adoptado y de las características generales de la obra: descripción y relación de usos previstos para el edificio o las partes del mismo y de los locales que lo integran; descripción de espacios exteriores; previsión de los sistemas constructivos de forma genérica y exposición de datos económicos significativos si los hubiere.

**Descripción de las circunstancias o parámetros que determinan la elección de los sistemas:**

- Estructural
- Compartimentación

- Fachadas
- Acabados
- Acondicionamiento ambiental y de servicios

#### **Cuadro resumen de los parámetros urbanísticos del modelo adoptado:**

- Altura de la edificación (nº plantas)
- Retranqueos o separación a linderos
- % de ocupación
- Edificabilidad
- Alturas (altura de pisos, libres de pisos, cornisa, etc.)
- Cuerpos volados
- Patios

#### **4.- Memoria constructiva**

Justificación de las características y parámetros del suelo a considerar para el cálculo, en su momento, de la cimentación

El estudio geotécnico es opcional como documento completo y finalista. En fase de Proyecto Básico, el “Estudio Geotécnico” NO ES EXIGIBLE como no es exigible como documento completo y finalista. El contenido mínimo (fase inicial del estudio geotécnico) es: datos del entorno, por reconocimiento visual o documental, en relación con el terreno, el suelo y las cimentaciones próximas; que justifiquen la tipología de la cimentación planteada y la excavación a realizar. Si en fase de Proyecto Básico existiera el “Estudio geotécnico” (como documento completo y finalista) podrá aportarse en justificación de la tipología de cimentación planteada y de excavación a realizar.

##### **4.1.- Normatividad**

Se mencionan las normas a las cuales estará apegada el proyecto para su ejecución.

Se justificará igualmente el cumplimiento de otras normas, si las hubiere (de ámbito autonómico, municipal, etc.), sobre protección contra incendios, así como sobre accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas.

Se mencionaran de igual manera los permisos de construcción que se deben de tener.

##### **4.2.- Planeamiento de la administración en la obra**

Durante la planeación se decide anticipadamente qué, quién, cómo, cuándo y por qué se hará el proyecto. Las tareas más importantes de la planeación son determinar el status actual de la organización, pronosticar a futuro, determinar los recursos que se necesitarán, revisar y ajustar el plan de acuerdo con los resultados de control y coordinar durante todo el proceso de planeación.

La organización realiza actividades en grupo, de asignación y asesoramiento, y proporciona la autoridad necesaria para llevar a cabo las actividades en obra. Dentro de esta etapa se

identifica, define y divide el trabajo a realizar, se agrupan y definen los puestos, se proporcionan los recursos necesarios y se asignan los grados de autoridad.

El siguiente paso es la dirección, la cual sirve para conducir al potencial humano hacia las metas establecidas. Se comunican y explican los objetivos a los subordinados, se asignan estándares, se entrena y ayuda a los subordinados para llegar a los estándares requeridos, se recompensa el rendimiento y se mantiene un ambiente motivacional.

Por último se encuentra el control, que se encarga de medir el rendimiento obtenido en relación a las metas fijadas.

En caso de haber desviaciones, se determinan las causas y se corrige lo que sea necesario.

#### **4.3.- Elección de mano de obra, subcontratistas, disponibilidad y calidad de materiales**

Los constructores que supervisan la ejecución de proyectos de construcción se conocen tradicionalmente como contratistas, o más apropiadamente llamados constructores. La empresa contratista coordina las diversas tareas de un proyecto mientras que la especialidad de los contratistas como los contratistas mecánicos o eléctricos realizan el trabajo en sus especialidades. Material y proveedores de equipos a menudo actúan como contratistas de instalación, que juegan un papel importante en un proyecto de construcción ya que las condiciones de la entrega de materiales y equipos afectan a la calidad, costo, y la conclusión oportuna del proyecto. Es esencial para comprender el funcionamiento de estos contratistas con el fin de hacer frente de manera efectiva.

#### **5.- Planos y documentación gráfica**

El proyecto contendrá tantos planos como sean necesarios para la definición en detalle de las obras. En caso de obras de rehabilitación se incluirán planos del edificio antes de la intervención.

- **Plano de ubicación con indicación de norte geográfico:** referido a planeamiento vigente, referenciado a punto localizado.
- **Planos de plantas generales:** Acotadas, con indicación de escala y de usos, reflejando los elementos fijos y los de mobiliario cuando sea preciso para la comprobación de la funcionalidad de los espacios.
- **Alzados y secciones:** Acotados, con indicación de escala y cotas de altura de plantas, gruesos de forjado, alturas totales, para comprobar el cumplimiento de los requisitos urbanísticos y funcionales.

#### **6.- Desarrollo de un presupuesto inicial**

La finalidad primordial del presupuesto inicial es canalizar de manera responsable y eficiente los recursos económicos para continuar con el cumplimiento de los objetivos planteados.

A continuación 6 puntos los cuales se deben tocar para el presupuesto inicial:

- Gastos de incorporación. Investigación del proyecto, estudios y análisis de mercadeo para el proyecto, fabricación de productos prototipos, etc.
- Gastos de organización. Incluye partidas como licencias, permisos y otros gastos legales.
- Sueldos de empleados. Remuneraciones del personal del futuro proyecto, respectivos impuestos y contribuciones.
- Capital de inversión. Se refiere al dinero con el que vas a adquirir el inventario inicial del proyecto, tipo de maquinaria que se necesitara o servicios de luz, teléfono, conexión a internet, entre otro.
- Gastos operativos. Todos aquellos gastos fijos o variables de la empresa que necesites cubrir aunque no hayan entradas de ningún tipo.
- Flujo de caja. Se debe investigar cuales son los ingresos en determinado período de tiempo.

Hoy en día existe diversidad de software los cuales crean fácilmente listas de precios, catálogos y presupuestos, donde los datos se modifican según las actualizaciones Online de las empresas vanguardistas.

#### **4.2.2.1 Aplicación de BIM en la fase de conceptualización**

La metodología BIM al ser aplicada en esta fase de conceptualización da una gran ventaja para el cliente o dueño de los proyectos ya que al presentar la idea que este pueda tener al respecto de su proyecto se plasmara en un modelo 3D el cual no estará muy detalle ya que el propósito del modelo en esta etapa será mostrarle cómo será el proyecto con las ideas que el cliente tiene al respecto.

Estos modelos 3D dan una gran ventaja contra los métodos tradicionales, ya que mostrarle al cliente la idea que tiene al respecto del proyecto en planos 2D o con simples renders no es suficientemente satisfactorio para el cliente, con la ayuda de los modelos esto se elimina ya que el cliente puede ver en 3ra dimensión el proyecto y ver más a fondo como quedaría realizado el proyecto. Otra gran ventaja que tiene es que al solicitar cambios se pueden realizar de una manera más fácil y se evita el retrabajo de tener que volver a hacer planos y renders por lo cual los modelos son más rentables, ya que al hacer un cambio en el modelo automáticamente se hace el cambio en los planos 2D.

Otra ventaja que presentan los modelos es que se pueden posicionar geográficamente en los puntos donde serán construidos y al presentarle esta vista a los clientes les puede dar una

mayor idea de cómo se verá su proyecto en el sitio, esto le da un valor agregado a los modelos BIM para esta etapa en particular.



*Imagen 4-7: Modelo conceptual de un proyecto*

Este modelo conceptual será la partida para los diferentes modelos que se generaran para las demás especialidades, pero antes de esto el modelo conceptual se incluirá en los procesos antes mencionado de la etapa de conceptualización, servirá para dar un estimado de costo general del proyecto, este presupuesto no será muy detallado ya que el modelo solo está hecho de manera volumétrica y no a detalle, así que el costo será un estimado máximo de cuanto puede costar la construcción del proyecto.

Con la tecnología de los softwares BIM se pueden realizar programaciones rápidas de los proyectos y poder realizar con estimado inicial de tiempo en que se puede tomar realizar el proyecto y así darle este estimado inicial al cliente donde el tomara la decisión de si le conviene o no el proyecto.

De igual manera los modelos pueden servir para explicar de una forma más simple el proceso constructivo recomendado para el proyecto del cual se puede proponer una planeación en general sobre el control y ejecución del proyecto, para que así el cliente tenga una idea de cómo serán los cobros y los pagos de los trabajos realizados.

Un valor agregado que tienen los modelos paramétricos en esta fase de conceptualización es que con ayuda de la tecnología se pueden hacer recorridos virtuales a través del modelo, así el cliente o el inversionista puede “caminar” dentro del proyecto para que pueda visualizar de una manera más realista cómo será el interior o exterior del proyecto terminando, y así puede ver con mayor facilidad si algo no le gusta o si está totalmente satisfecho con el proyecto. Este avance tecnológico igual genera una gran ventaja para poder vender a las personas que vayan a ocupar o usar ya sean locales o departamentos una mayor claridad de que es lo que se les está prometiendo entregarles y así las personas puedan decidir si están a gusto con el producto que se les está ofreciendo.



*Imagen 4-8: Visualización real de un proyecto con modelos BIM*

### **4.2.3 Fase de desarrollo**

En este punto de desarrollo se empieza a realizar el proyecto ejecutivo del proyecto, se basa en el proyecto básico pero es mucho más detallado el cual permite la contratación y la ejecución de la obra; por tanto, sirve para LICITAR y CONSTRUIR.

Su composición básica se basa en la determinación completa de detalles y especificaciones de todos los materiales, elementos, sistemas constructivos y equipos, definiendo la obra en su totalidad. Mediante los cuales se puede garantizar la correcta ejecución de las acciones, partidas y conceptos presupuestados.

El proyecto ejecutivo está compuesto por:

1. Memoria descriptiva
2. Planos
3. Presupuesto
4. Programación de los trabajos a realizar

#### **1.- Memoria descriptiva**

La Memoria es el documento en el que se recogen todos aquellos datos para la redacción del proyecto y en el que se describen las soluciones que se dan a los distintos problemas. Por todo ello, la Memoria describirá los antecedentes de que disponemos, el programa de necesidades y la descripción detallada de todas las soluciones adoptadas. A esta parte de la memoria, se la denomina Memoria descriptiva, mientras que la justificación de lo anterior, sería la denominada Memoria justificativa.

Suelen estar organizadas de la siguiente manera:

- Memorias descriptivas y constructivas
- Calendario de obra.
- Catálogo detallado de conceptos de obra y especificaciones.

### **1.1.- Memoria constructiva**

En esta memoria se establecerá el proceso que se debe seguir para la construcción del proyecto, por lo general tendrá los siguientes aspectos:

#### **DEMOLICIONES**

- Procedimiento a utilizar.
- Materiales a reciclar
- Elementos a demoler
- Medidas estructurales de seguridad a adoptar respecto a colindantes

#### **MOVIMIENTO DE TIERRAS**

- Desmontes. Procedimiento a utilizar. Vaciado, relleno y condiciones de compactación.
- Medidas estructurales de seguridad a adoptar respecto a colindantes

#### **SUSTENTACIÓN DEL EDIFICIO**

- Datos correspondientes a la redacción del Estudio Geotécnico (Redactor, etc.) Características geotécnicas del terreno
- Otras conclusiones del Estudio Geotécnico Descripción del sistema de cimentación propuesto (de acuerdo con las conclusiones anteriores)
- Referencia al anexo de cálculo de la estructura donde quedan detallados los pormenores relativos a la cimentación

#### **SISTEMA ESTRUCTURAL**

- Estructura portante y estructura horizontal. Descripción de las hipótesis de partida y del método de cálculo utilizado. Descripción del sistema propuesto y de los elementos que lo componen (modulaciones, materiales, tipos de forjados,)
- Juntas estructurales
- Estructuras auxiliares, refuerzos y atados
- Elementos complementarios: muros de contención, escaleras, rampas, etc.
- Referencia al anexo de cálculo de la estructura donde quedan detallados los pormenores relativos a la misma

#### **SISTEMA ENVOLVENTE**

- Descripción del modelo adoptado
- Definición constructiva de los distintos subsistemas de la envolvente del edificio. Composición de elementos. Modulaciones, hojas, capas, trabazón, estanqueidad, juntas de dilatación
- Impermeabilización, aislamientos, barreras de vapor
- Elementos complementarios

- Carpintería exterior. Materiales, secciones y perfiles, colocaciones. Sistemas de apertura y cierre, herrajes de colgar y seguridad. Tratamientos de terminación y acabado.

#### SISTEMA DE ACABADOS

- Materiales, composición, colocación
- Tratamientos de terminación y acabados
- Acondicionamiento térmico y acústico (si son necesarios)

#### SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO, INSTALACIONES Y SERVICIOS SANITARIO

- Normativa optativa aplicada, en su caso
- Dimensionado de la instalación

#### HIDRAULICO (AGUA FRÍA Y CALIENTE)

- Normativa optativa aplicada, en su caso
- Identificación del redactor, si es diferente del arquitecto autor del presente proyecto  
Criterios de diseño y descripción de la instalación
- Acometida a la red general
- Sistema de producción de agua caliente. Combustible. Sala de calderas
- Columnas de distribución

#### ELECTRICIDAD

- Identificación del redactor, si es diferente del arquitecto autor del presente proyecto
- Normativa optativa aplicada, en su caso
- Criterios de diseño y descripción de la instalación
- Acometida desde la red general
- Red de puesta a tierra
- Cuarto de contadores, situación. Cuadros de distribución, mecanismos.
- Centro de transformación en su caso

#### GAS

- Identificación del redactor, si es diferente del arquitecto autor del presente proyecto  
Normativa optativa aplicada, en su caso
- Criterios de diseño y descripción de la instalación
- Acometida desde la red general
- Columnas de distribución

#### AIRE ACONDICIONADO

- Normativa optativa aplicada, en su caso
- Criterios de diseño y descripción de la instalación
- Generadores, distribución, unidades terminales y equipos complementarios
- Control de ejecución. Pruebas de servicio
- Dimensionado de la instalación

Esta es una pequeña muestra de cómo es la memoria constructiva, dependiendo del tipo de proyecto a construir este ira variando en sus procesos y en los detalles de cada uno de los procedimientos elegidos.

## **2.- Planos**

Los planos son la representación gráfica de las soluciones adoptadas. Deben comprender tanto los planos de conjunto, como los de detalle necesarios para que pueda realizarse el trabajo sin dificultad, tanto en la obra como en el taller, para la exacta realización de la obra, así como para que puedan deducirse de ellos las mediciones que sirvan de base para las valoraciones pertinentes. En caso de obras de rehabilitación se incluirán planos del edificio antes de la intervención

Como norma general, la información de los planos deberá siempre ir de lo general a lo particular, de la información de conjunto, a los detalles, y asimismo es importante guardar los siguientes criterios en su representación:

- a) Escala adecuada.
- b) Simbología clara.
- c) Información suficiente.
- d) Carátula normalizada.
- e) Que se correspondan con los cálculos.
- f) Que se representen los suficientes detalles constructivos.
- g) Que figuren todas las fechas y firmas de los autores y controladores.

### **Planos Arquitectónicos**

- **Planta de distribución:** indicación de escala y de usos, reflejando los elementos fijos y los de mobiliario cuando sea preciso para la comprobación de la funcionalidad de los espacios
- **Planta de Cubiertas:** Pendientes, puntos de recogida de aguas, etc.
- **Secciones Generales:** Acotados, con indicación de escala y cotas de altura de plantas, gruesos de forjado, alturas totales, para comprobar el cumplimiento de los requisitos urbanísticos y funcionales

### **Planos de Estructura:**

- **Cimentación:** Se incluirá, además, su relación con el entorno inmediato y el conjunto de la obra
- Plantas de losas.
- **Estructura Vertical:** Cuadro de columnas.
- Detalles estructurales.

### **Planos de Instalaciones**

Descripción gráfica y dimensional de las redes de cada instalación, plantas, secciones y detalles

- Saneamiento y Red de Tierra.
- Plomería.
- Electricidad.
- Telefonía.
- Calefacción y Refrigeración.
- Otras Instalaciones. (Gas, Ventilación, Centro de Transformación).

### **3.- Presupuesto**

En el proyecto ejecutivo el presupuesto antes presentado contendrá más detalles de los cuales se incluirán:

- Cuadro de precios agrupado por capítulos
- Resumen por capítulos, con expresión del valor final de ejecución y contrata.
- Incluirá el presupuesto del control de calidad.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Resumen de presupuesto por capítulos, con Gastos Generales.

### **4.- programa de los trabajos a realizar**

El programa de los trabajos a realizar es la representación mediante un diagrama de Gantt de la programación prevista para la ejecución de una obra acotada en el tiempo. El programa deberá reflejar la dependencia de unas tareas sobre otras, el hecho de que una partida no se pueda realizar hasta que la anterior, esto nos dará como resultado varias cadenas de tareas sucesivas. A la sucesión de tareas más larga, que comienza en el inicio de la obra y finaliza con la última tarea de obra, se le llama “ruta crítica” del programa de obra. Las tareas que forman parte del camino crítico son aquellas que si se retrasan afectan directamente a la fecha de finalización de la obra. Durante la ejecución de la obra se debe realizar un seguimiento exhaustivo del programa de obra, en especial en la ruta crítica. Es por eso que es necesario incluir el programa como parte de las actas de las visitas de obra. Se deben detectar con antelación las posibles desviaciones, permitiendo así buscar las soluciones para mantener la ejecución de la obra dentro de la previsión.

El programa de obra es un documento importantísimo para una promoción inmobiliaria. Además de realizar la función del seguimiento del proceso de construcción, servirá para que el promotor componga su programación de entrega de las viviendas, ya que como veremos, el Certificado Final de obra marca el inicio de toda la gestión documental que comporta la promoción.

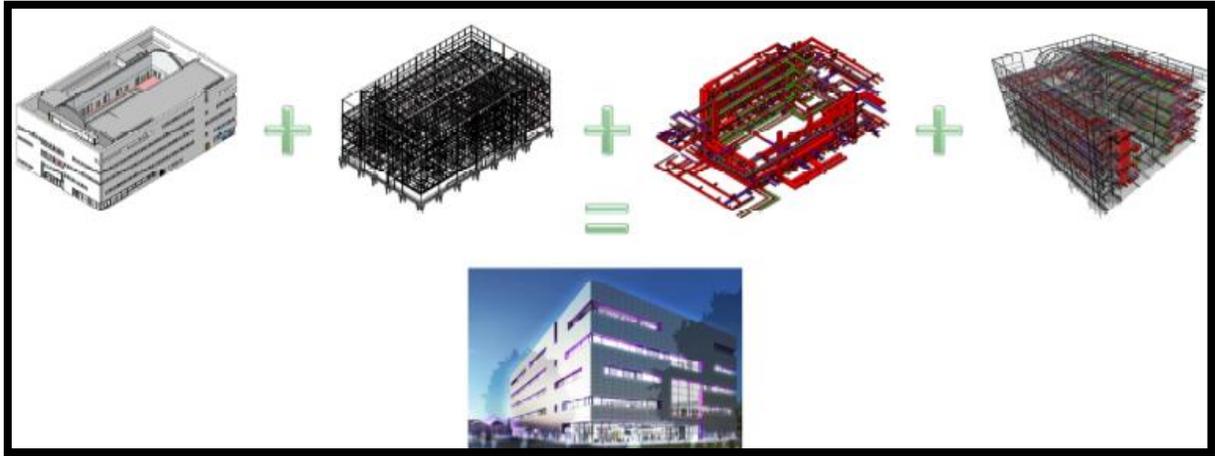
#### **4.2.3.1 Aplicación de BIM en la fase de desarrollo**

La aplicación de modelos BIM en esta fase es de gran utilidad y tiene una gran ventaja a comparación del método tradicional; Siguiendo el proceso de la fase conceptualización, al presentarle un modelo volumétrico al cliente este podrá observarlo y hacer todos los comentarios que él quiera y podrá solicitar los cambios necesarios para que esté totalmente satisfecho, con la ayuda de los modelos los cambios se pueden realizar de una manera más rápida lo cual dará como resultado la actualización automática de los planos 2D, por lo cual se puede eliminar el retrabajo de tener que volver a realizar los planos, se realizaran todos los cambios necesarios hasta que el cliente dé el visto bueno al modelo y así de esta manera se podrá empezar a desarrollar a mayor detalle las ingenierías y los modelos de cada una de ellas.

El modelo final arquitectónico servirá para las demás ingenierías para poder realizar los estudios necesarios para poder cumplir con las necesidades del proyecto, por ejemplo el modelo arquitectónico será usado para el modelo estructural en el cual se realizara el análisis estructural para determinar que el proyecto si se puede construir, después de realizar este análisis el estructurista debe entregar el modelo y planos con los detalles constructivos que son necesarios para la construcción del proyecto, estos modelos son de gran ayuda al momento de poder realizar los detalles ya que con el modelo se pueden apreciar de una manera más eficiente que con los planos 2D.

El mismo modelo arquitectónico se puede utilizar para las instalaciones ya sean eléctricas, sanitarias, hidráulicas, etc. Aquí la ingeniería de cada una de ellas se encargara de distribuir las instalaciones por donde sea mejor su ubicación y de igual manera el modelo puede generar los planos de los detalles de las instalaciones de una manera más satisfactoria visualmente hablando. Cada ingeniería será responsable de la realización de los planos 2D de su área.

Una vez que las ingenierías estén terminadas se procederá a la creación de un modelo integrado donde estarán incluidas todas las ingenierías y es aquí donde es necesario una revisión de interferencias entre las distintas ingenierías y como se ha hablado anteriormente aquí es donde los modelos BIM presentan una gran ventaja ya que se pueden detectar todas las interferencias en los modelos y corregirlos antes de que se esté construyendo el proyecto, situación que resulta complicada realizarla con planos 2D.



*Imagen 4-9: Modelos BIM que se desarrollando durante las etapas de un proyecto*

Todos estos nuevos modelos pasaran de ser volumétricos a modelos con un LOD (Level of Development o nivel de desarrollo) mayor dependiendo de cada una de las ingenierías, estos modelos son muy útiles al momento de poder realizar la memoria descriptiva del proyecto, ya que como se ha ido mencionando anteriormente para poder hacer un buen modelo BIM se necesita saber cómo se va construir el proyecto, por lo cual para poder presentarle al cliente y al constructor como será el proceso de construcción se puede realizar simulaciones de cómo se ira construyendo y en los tiempos que estos pueden llevar, aquí se presenta el famoso nivel 4D de los modelos BIM.

A conforme se va desarrollando el proyecto y los modelos se puede generar una detallada explosión de insumos para poder generar el costo total del proyecto, los modelos pueden generar la volumetría o la cuantificación de los materiales y aquí entra el nivel 5D de la metodología BIM, al generar la volumetría es más fácil poder aplicarle los precios para poder obtener el precio total, para esto se utilizan las cantidades obtenidas en el modelo se exportan las cantidades a distintos softwares de precios unitarios ya que estos son más especialidades para esta función y así se genera el presupuesto del proyecto.

#### **4.2.4 Fase de Licitación-Oferta**

La licitación de la contratación abarca todo el proceso de gestión de ofertas que debe llevarse a cabo desde que disponemos del proyecto de ejecución a valorar hasta que se realiza la contratación.

##### **Objetivo**

La primera fase de la licitación se basa en fijar los objetivos a conseguir en nuestra contratación: coste, plazo y calidad de la construcción que debemos llevar a cabo.

De acuerdo con el estudio de viabilidad que se realizó al inicio de la operación fijaremos el coste máximo de construcción, que nos marcará qué tope de coste podemos invertir en la construcción prevista para obtener la rentabilidad prevista.

La rentabilidad va muy ligada al tiempo, así pues se valorará el plazo de ejecución de los trabajos que prevean las diferentes empresas ofertantes.

Las calidades de la construcción deberán venir marcadas por la memoria y estar fijadas con marca, referencia, color, etc en el mayor número de elementos que sea posible. A partir de ahí, y conociendo las empresas ofertantes se deberá valorar la calidad de construcción y acabados que puede ofrecer cada una.

Se valorará también, pero en menor medida, la garantía que ofrece la empresa para el cumplimiento con las normas de seguridad y salud; y su compromiso como empresa y en el desarrollo de su actividad con el medioambiente.

##### **Estrategia de contratación**

Una vez la empresa promotora tiene fijados sus objetivos deberá decidir su estrategia a seguir en el proceso de contratación. En la toma de esta decisión influirán varios aspectos que tienen que ver con la propia empresa, con la obra y con las empresas que optan a la adjudicación:

##### **Condiciones del contorno**

Influyen en las condiciones del contorno:

- La empresa promotora:
- Tipo de sociedad.
- Representantes.
- Estructura: Si dispone de técnicos propios.
- Experiencia: Bagaje que tiene en la ejecución de promociones inmobiliarias.
- Sus objetivos y sus necesidades.

El proyecto a ejecutar:

- Ubicación y obras vecinas.
- Obras preexistentes.
- Complejidad técnica de los trabajos.
- Tamaño / Presupuesto.

Situación del mercado:

- Necesidad de contratar.
- Tendencias costes de materiales.
- Existencia en obras similares.
- Experiencias con la propiedad.

En este punto, cada contrato, cada pliego de cargos, debe tener una requisición y una respuesta. Dependiendo de su objetivo hará una determinada requisición de documentos, garantías y posiciones al contratista. Los requisitos y documentación se pueden agrupar de la siguiente forma:

**A.- Requisitos generales de la propuesta:**

Certificados de constitución y gerencia, expedido por la macara de comercio, local de la firma proponente.

Referencias bancarias y comerciales del proponente.

Estados financiero acompañados por sus respectivos soportes (balances y declaraciones de renta de los últimos 2 años, mínimo)

**B.- Propuesta técnica:**

Descripción general de los servicios objeto de la propuesta, acompañados de los soportes necesarios para su interpretación, tales como diagramas y manuales de procedimiento, alcance de los servicios, distribución de funciones, conformación del grupo de trabajo, organigramas, relaciones, niveles de participación y responsabilidades.

Además, debe incluirse la programación general y detallada de las actividades que se desarrollaran, en las que se determinaran los niveles de prioridad de cada una, sus relaciones y dependencias (ruta crítica). Se debe determinar el nivel de intervención en el tiempo total propuesto de las actividades que se subcontraten y el tiempo necesario para su ejecución

**C.- Propuesta económica:**

Como resultante de la propuesta técnica, se debe describir la totalidad de los costos en que el contratista incurrirá en el desarrollo de las actividades propuestas, describiendo y detallando con claridad y agrupando, según sea el caso: costos directos, indirectos, comerciales y reembolsables, al igual que la propuesta de reajustes y su metodología de aplicación.

Cada costo deberá incluir sus propias afectaciones según el caso, cuando se trata de materiales por ejemplo, transportes, impuestos si están afectados), costos de localización y reacomodación interna, etc. De igual forma, los costos de mano de obra abarcaran sus respectivas prestaciones sociales legales y extralegales, especialmente las reales.

#### **D.- Información general sobre el contrato:**

Como puntos previos a la información sobre el contrato que se va a ejecutar, se tendrán en cuenta las condiciones que el promotor pone para la entrega, apertura y rechazo de las propuestas que participen en las licitaciones.

En un gran número de oportunidades, el proponente da por hecho que el cumplimiento en la entrega se estudiara su propuesta o tomara parte en el concurso y calificación, sin embargo, el simple hecho de omitir un anexo a un declaración de renta o un soporte a un cuenta de un balance, es causa para descalificar una firma de cualquier licitación.

El contrato deberá legalizarse dentro de los parámetros descritos por la ley vigente para cada caso y el momento de la apertura de los pliegos. En muchas oportunidades y dependiendo del tipo de actividades que se van a realizar, es importante investigar si para ese ramo específico y durante el proceso de entrega de la licitación, pueden ocurrir cambios legales que afecten la contratación final.

El tipo de contrato que se desarrollara esta descrito en los pliegos de condiciones, por lo tanto, es vital que el proponente analice detalladamente las consecuencias que tienen las diferentes modalidades de contratos su alcance, ya que cada uno maneja sus condiciones según su modalidad y ello redundará, en especial, en la propuesta económica.

#### **E.- Análisis y evaluación de propuestas:**

No cabe duda de que el proceso más complicado para una contratación es su evaluación, porque existen innumerables variables que a veces lo hacen depender de factores puramente subjetivos o de criterios, que sobrepasan los límites del práctico y el objetivo de los documentos. Por ello se han establecido cualquier cantidad de procesos de valuación que buscan la aparición de la fórmula mágica que permita definir claramente un proceso de evaluación de propuestas.

En muchas oportunidades, los mismos pliegos de condiciones tratan de cerrar el número de opciones de cada proponente para el desarrollo y cuantificación de su propuesta. Pero no cabe duda de que la simple adquisición de un insumo, componente de una actividad, puede tener múltiples opciones. La resultante final será entonces, que el proponente más calificado sea quien haya efectuado una verdadera optimización y distribución de sus operaciones en beneficios del producto final.

#### **Homogenización de las ofertas**

Una vez recibidas las ofertas se debe realizar una labor de homogenización. Pese a haber estipulado detalladamente en el pliego de base cómo realizar la oferta en cuanto a costo, plazo y aspectos técnicos, a la práctica cada empresa realiza su interpretación y nos podemos encontrar con diferencias sustanciales debidas únicamente a la variación en el modo en que ha realizado su oferta. Es por ello que deberemos realizar un proceso de homogeneización.

#### **El costo**

Para comparar el coste de las diferentes ofertas realizaremos los siguientes pasos:

1. Calcular el costo realmente comparable.
  - Eliminar partidas no valoradas por algún licitante.
  - Eliminar partidas importantes con gran dispersión.
2. Estimar el costo completo del proyecto según cada licitante.
  - En la oferta que no valoró alguna partida colocar un precio a la partida (media / máximo).
  - En partidas con dispersión poner a todos un precio (media / máximo / oferta propia).
3. Calcular el porcentaje de proyecto ofertado (oferta / coste resultante paso 2)

Se debe estudiar el presupuesto partida por partida y consultando con el licitante aquellas partidas, que siendo importantes, están muy desviadas de la media.

Se descartaran las posibles bajas temerarias cuando observemos un presupuesto muy por debajo de la media. Para la realización de la media se descartaran las ofertas más baja y más alta.

### **El plazo**

Para comprobar si el plazo de ejecución indicado en la oferta es el correcto deberemos:

1. Realizar el planning del proyecto.
  - Estimar los equipos que pueden participar en la obra.
  - Estimar plazos por capítulos teniendo en cuenta rendimientos en obras similares.
2. Comparar las ofertas con el planning de proyecto.
  - Comparar equipos propuestos.
  - Comparar rendimientos.
3. Comparar las ofertas entre ellas.
  - Comparar equipos propuestos.
  - Comparar rendimientos.

### **Aspectos técnicos**

Durante la licitación se deben recoger e interpretar datos, que en ocasiones no forman parte de la propia oferta, pero que nos ayudarán a crear un perfil del licitante en cuanto a su manera de trabajar:

1. Interés por la obra.
  - ¿Ha realizado consultas durante el proceso de licitación?.
  - ¿Entregó la documentación solicitada?
  - ¿Realizó visita de obra?
2. Equipo de obra.
  - Experiencia del jefe de obra en obras similares (tipo y costo).
  - ¿Los equipos propuestos son correctos?

- ¿El organigrama se adapta a la obra?
- ¿El equipo tiene experiencia en la zona?

### 3. La empresa.

- Índice de facturación / contratación.
- Accidentalidad.
- Afinidad propiedad / licitante.
- Políticas de calidad y medioambientales

### **Adjudicación**

Para tomar la decisión de la adjudicación deberemos valorar los tres conceptos: coste, plazo y aspectos técnicos. Un análisis en profundidad de estos aspectos aumentará las posibilidades de éxito del proyecto y permitirá a la propiedad tomar la decisión con mayor seguridad.

Para cerrar la adjudicación con la empresa licitante elegida se deberá concretar:

- Coste de ejecución de la obra.
- Plazo de ejecución de la obra.
- Fecha de inicio de obra.
- Fecha límite de firma de contrato.

#### **4.2.4.1 Aplicación de BIM en la fase de licitación-oferta**

En la actualidad se está empezando a utilizar en las licitaciones públicas y privadas el uso de modelos BIM para los proyectos, para garantizar un adecuado control en todo el proyecto sobre todo en el área de cobranza y de la ejecución de los trabajos, las dependencias y los inversionistas privados están conscientes que la implementación de esta metodología es una gran oportunidad para ahorrar recursos económicos por lo cual ya están exigiendo que varios proyectos se realicen con BIM, un claro ejemplo como se mencionó en el capítulo 3 es el del nuevo aeropuerto internacional de la ciudad de México, un proyecto tan grande como el aeropuerto necesita de una metodología que le permita tener un control adecuado de todas las ingenierías y un control de costo para garantizar que todo se esté realizando adecuadamente.

Dicho esto en las licitaciones se puede especificar como quiere la dependencia o el cliente que se realice la metodología BIM, ya sea con un software específico o similar pero que cumpla con las especificaciones marcadas en la licitación, si algún participante no cumple con estas especificaciones entonces su propuesta se verá rechazada y no podrá participar en el concurso.

A continuación se presentara unas especificaciones de una licitación pública para la “supervisión de proyecto ejecutivo y de los trabajos de construcción del edificio # 503 unidad de cardiología y neumología del hospital general de México O.D”

## **Especificaciones**

*El software que los licitantes propongan deberá garantizar las siguientes funciones mediante la ficha técnica del producto a utilizar:*

- 1. Visualización de forma simultánea en el monitor, de plantas en 2D, vistas en 3D, bases de datos correlacionada con los gráficos, y la programación de obra.*
- 2. Coordinación simultánea de cambios en los planos, cuantificaciones de volúmenes de obra, costos, e interferencias.*
- 3. Base de datos centralizada con interface gráfica para ver de forma simultánea el modelo en 3D, la planta en 2D, y los datos de referencia en forma de tabla.*
- 4. Permite la generación de programas de obra por componentes paramétricos.*
- 5. Generación de boletines para las soluciones del proyecto ejecutivo.*
- 6. Identificación automática de puntos de interferencia entre los elementos del proyecto ejecutivo.*
- 7. Cuantificación de Materiales, Línea base de volúmenes de materiales, y actualización a detalle de ellos en tiempo real, de acuerdo a los cambios en tiempo real, para ser utilizados en la actualización de los costos del proyecto.*
- 8. Componentes Paramétricos, Lenguaje que permite el fácil y libre diseño de formas y elementos constructivos desde lo general, hasta el detalle máximo.*
- 9. El licitante en el Anexo II deberá de indicar los requerimientos standard de hardware requerido por el tipo de software propuesto para el BIM, el cual deberá de estar relacionado en el Anexo K de las Bases de la presente convocatoria. El equipo relacionado en el Anexo K, debe ser congruente con el requerido por el sistema BIM propuesto, y simultáneamente con el requerido en cantidad y calidad por la planilla propuesta por el licitante para este concepto de servicios. Será motivo de descalificación en caso de no estar manifestado en el Anexo I y/o en caso de no ser congruente en lo manifestado en relación con las especificaciones requeridas por el software propuesto y con relación al número de técnicos operadores del software en la plantilla propuesta.*

#### **4.2.5 Fase de Contrato**

Un contrato es un instrumento legal que reglamenta el acuerdo de voluntades y las relaciones entre dos partes que buscan conjuntamente la realización de un fin; se trata de un acuerdo que se consigna generalmente por escrito y envuelve a dos o más personas, empresas, empresas y personas, estado y personas, o estado y empresas, y constituye un vínculo jurídico entre los contratantes.

Los contratos pueden ser unilaterales o bilaterales, según generen obligaciones a una sola de las partes o a ambas. Los contratos privados que se firman entre empresas y particulares se redactan por mutuo acuerdo de los interesados y según varias modalidades, teniendo los documentos de apoyo legal que avalen la personalidad de las partes; según las características de las mismas y de los trabajos, se estipulan los alcances y un plazo de entrega.

Un contrato consta de tres partes: el título (en donde se estipula el tipo de contratación, trabajo o servicio), las declaraciones (en donde se asienta el objeto del contrato, las intenciones, la personalidad de los contratantes, las capacidades de las partes y sus domicilios), y las cláusulas (en donde quedan pactados tiempos, precios, formas de pago, garantías, sanciones, premios, etcétera). Antes de realizar un contrato es necesario contar con los elementos en que se basará para reflejar las condiciones que cada parte desea incluir y aceptar.

En particular, para negociar un contrato de servicios o de obra es indispensable contar con el proyecto ejecutivo completo, las especificaciones, las bases de la convocatoria, los términos de referencia que sirvieron de base para las ofertas técnica y económica —si se trata de una obra ganada en concurso—, los datos de personalidad de los contratantes y cualesquiera otros datos que se quiera incluir; además, conviene que cada parte los proporcione a su abogado asesor y después se reúnan los representantes legales de cada parte para llegar a la redacción definitiva.

##### **4.2.5.1 Tipos de contratos en México**

Existen diversos tipos de contratos en los sectores público y privado para la construcción de proyectos en México.

Entre los más importantes se encuentran los contratos a precios unitarios, a precios alzados y mixtos, además de contratos tipo llave en mano a precio fijo (Lump sum turn key project), a libro abierto (conocidos también como contratos open book estimation) y con incentivos, entre otros.

##### **Contratos por precios unitarios**

Este tipo de contrato necesita incluir los precios unitarios que regirán cada concepto. Las cantidades de obra o cubicaciones se miden según la obra ya ejecutada, y para obtener los totales a pagar en cada partida basta con aplicarles los precios unitarios correspondientes. Este contrato es muy usado por dependencias oficiales, especialmente las que prefieren escoger compañías constructoras que trabajen en más de una obra a la vez regidas básicamente por catálogos de precios unitarios.

### **Características de los contratos por precios unitarios**

1. Recomendado cuando no se conocen con detalle los trabajos por ejecutar.
2. Pudiendo existir variaciones en los volúmenes de obra.
3. Es una actividad comercial.
4. El contratista cotiza por unidad y se le paga el producto de multiplicar el precio por unidad, por el volumen de obra ejecutando, en el precio unitario incluyeron los indirectos y utilidad.
5. Este se refiere a la cotización a detalle de diseño y construcción (material y mano de obra) agregando los indirectos y honorarios en cada concepto.
6. Haciendo incrementos porcentuales de inflación sobre la base de incremento del Índice de Precios que emite el Banco de México o incremento de los salarios mínimos. Este procedimiento es el más recomendable para realizar obras de larga duración, como las del Gobierno o Inmobiliarias

### **Contratos por precio alzado**

El contrato de obra a precio alzado se usa frecuentemente por organismos oficiales y por particulares en construcciones otorgadas mediante concursos, principalmente. Este tipo de contrato significa la máxima garantía para el propietario, quien no gastará un centavo más de lo que tiene en su presupuesto; sin embargo, cuando el proyecto ejecutivo no está completo o si se efectúan, como suele ocurrir, numerosos cambios sobre la marcha de la obra, el propietario tendrá que hacer frente a los gastos eventuales mediante una reserva considerada con antelación. Por su parte, las compañías constructoras estiman que este tipo de contrato es, en ocasiones, un riesgo para el capital propio de la compañía. En el espíritu del Código Civil, el contrato a precio alzado no presenta diferencias importantes respecto del de precios unitarios.

### **Características de los contratos por precio alzado**

1. El constructor contrata por un valor total la obra a ejecutar y absorbe todas las variaciones de precio de los materiales y de la mano de obra. Comprometiéndose a entregar la obra en el tiempo de acuerdo con las especificaciones contratadas.
2. Los pagos se efectúan de acuerdo a un programa de avance de obra establecido con anticipación.
3. El cliente queda liberado del cumplimiento de cualquier tipo de obligación laboral o fiscal.

4. Se pueden realizar ajustes por trabajos no incluidos en el presupuesto original, por escalada de precios debidos a la inflación o por la modificación a los volúmenes de obra o cambio de especificaciones solicitadas por el cliente
5. El cliente puede contratar adicionalmente una empresa de supervisión. Para verificar el cumplimiento de acuerdo a lo contratado con respecto a la calidad.
6. El tiempo y el costo, requiriéndose especificaciones, con descripción del material, forma de colocación y alcance de trabajo muy detallados. También será de utilidad para la negociación de todos los ajustes presupuestales.
7. El contratista en su indirecto incluye todos los gasto de operación y administración, así como su utilidad, la cual está afectada por las leyes del mercado.
8. El contratista absorbe las fluctuaciones en el precio de los materiales de todos aquellos insumos que se hayan comprado con los anticipos, los que no se hayan comprado se verán afectados por la escalada de precios.
9. Los incrementos en el valor de los precios unitarios se aplican mediante el sistema de indización de precios por todos los conceptos de obra no ejecutados y que estén dentro del programa en el momento de la revisión de precios.
10. Para cobrar el contratista elabora periódicamente estimaciones de Obra Ejecutada, las cuales paga el cliente amortizado la parte proporcional de los anticipos entregados.

### **Contratos por administración**

Se realizan cuando el contratista se encarga de la administración del proyecto y de que los trabajos se lleven a cabo. A menudo, el contratista efectúa las erogaciones por cuenta y a nombre del cliente, en otros casos de esto se encarga el cliente. Por tanto, al contratista se le debe pagar sus honorarios definidos (incluyendo la utilidad) y las erogaciones (previa solicitud de reembolso al cliente), las cuales en ningún caso formarán parte de los costos del contratista

### **Características de los contratos por administración**

1. Es el único sistema que le permite al contratista llevar a cabo una obra sin perder su calidad profesional.
2. Convirtiéndose este en administrador de los recursos del cliente, a nombre de quien contrata todos los trabajos de la obra.
3. El contratista no asume ningún tipo de riesgo debido a incrementos de precios.
4. Ni por el cumplimiento de obligaciones laborales o fiscales.

5. Cobra por honorarios por la Prestación de Servicios Profesionales por la Administración de la Obra
6. Todas las variaciones en precios a favor o en contra recaen en el cliente.
7. Por lo que todos los descuentos que se obtengan de los proveedores o contratistas, beneficiarán directamente al cliente. Sin que el contratista, tenga derecho de cantidad alguna por este concepto.
8. El cliente paga todos los costos y gastos directos o indirectos derivados de la obra más honorarios del contratista.
9. El cliente entrega al contratista un fondo solvente, con el cual se pagan los gastos de la obra periódicamente.
10. Haciendo entrega al cliente de las facturas o comprobantes contra los que se aplicó el gasto. Siendo estos pagados por el cliente y el anticipo amortizado, según se reduzca la necesidad de su aplicación
11. Anticipadamente el contratista entregará al cliente un programa de pagos por efectuar.
12. Es recomendable cuando no existe una definición precisa de los trabajos por ejecutar. Se recomienda que el cliente cuente con una supervisión que controle la ejecución de los trabajos en cuanto a calidad, tiempo y costo.

Para el constructor que trabaja bajo esta modalidad existen dos alternativas:

- El cliente asume la totalidad de las obligaciones laborales contratando directamente al personal administrado por el contratista. – El trabajo del contratista es el de Prestación de servicios profesionales por Administración de Obra.
- El cliente por intermediación de un coordinador de obra subcontrata todos los trabajos de la obra. EL trabajo del coordinador es el de Prestación de Servicios profesionales por Administración de Obra

### **Contratos a libro abierto**

La evolución contractual también ha buscado dar a las partes contratantes mayor certeza en la obtención de las mejores condiciones contractuales y precisamente, esta búsqueda ha llevado a la formalización de contratos bajo la modalidad de libro abierto u OBCE u OBE (open book cost esti mate).

El contrato OBE, o contrato de estimación a libro abierto es muy popular para asegurar al cliente obtener un precio competitivo, por ejemplo en los casos de proyectos con un grado de complejidad en el que los concursos de licitación resultarían imprácticos, ya que los elevados costos de preparación de ofertas se reflejarían en la oferta de los licitantes y

restringirían el número de ofertas. También es útil si el trabajo es difícil de especificar con precisión desde el principio, o si el cliente no está dispuesto a pagar por la prima de riesgo que los contratistas suelen añadir al dar precios fijos.

Con frecuencia, se incluye un incentivo para el contratista para dar un precio realista y reducir al mínimo los costos durante el proyecto. Por lo general, el mecanismo de este tipo de incentivos es que el contratista recibe una bonificación o penalización calculado como un porcentaje de la diferencia entre el coste real del proyecto y una estimación proporcionada por adelantado.

En un contrato a libro abierto, el cliente y el contratista están de acuerdo en:

- Que los costos son remunerables al contratista.
- El margen que el contratista puede añadir a estos costos.
- El proyecto se factura luego al cliente sobre la base de los costes reales incurridos más el margen acordado.

### **Características del Libro Abierto.**

De acuerdo con lo expuesto, es claro que existen diversas particularidades en los Proyectos de Infraestructura que se realizan al amparo del sistema “Libro Abierto”, los cuales le dan las características que le distinguen de otros Proyectos de Infraestructura, por lo que dentro de dichas características encontramos, entre otras, las siguientes:

1. Inicialmente se firma un Acuerdo de Trabajos Iniciales para cubrir los Trabajos de Ingeniería Básica, Ingeniería de detalle inicial y la estimación de Costos a Libros abiertos (Open Book Cost Estimate).
2. El Precio del contrato se valora conjuntamente entre la Contratante y el Contratista.
3. Todos los datos de costos, ya sean creados internamente o recibidos de terceros (cotizaciones de proveedores de equipos y materiales, subcontratistas, etc.), son compartidos en su forma original entre la Contratante y el Contratista, sin manipulación, ajustes o análisis previos.
4. Se realiza la compra temprana/anticipada, mientras se hace la Ingeniería se encargan los equipos de largo plazo de entrega.
5. Se acuerdan factores multiplicadores incluyendo Contingencia, Riesgo y Beneficio del contratista.
6. No se aplican concesiones ocultas o complementarias a los estimados, que sean adicionales a los convenios entre las partes antes del comienzo del proceso de estimación de costos.

7. La tarea de elaborar estimados es un ejercicio conjunto, realizado por el Contratista y la Contratante, con base en los diseños detallados que ejecute cada parte.
8. La información sobre costos se pone a disposición de todas las partes tan pronto como sea recibida, sin manipulación, ajustes o análisis previos.
9. El proceso de estimación será monitoreado minuciosamente y periódicamente por todas las partes y se ajustará, en su caso, para cumplir con las estipulaciones anteriores.
10. La interventoría de las Ingenierías se realizará en forma normal y en simultánea con las actividades del sistema de Libro Abierto, de tal forma que la Contratante realizará las revisiones de calidad y de cumplimiento de especificaciones técnicas que se requieran para el recibo a satisfacción de los trabajos de Ingeniería.
11. Los aspectos relacionados con productividad, organización administrativa, supervisión de campo, manejo de materiales y contingencias del Contratista siguen estando bajo su responsabilidad. Los eventos que ocurran en el desarrollo de la obra, junto con los cambios en los mercados de productos y equipos que no sean cambios de alcance de trabajos ni decisiones del propietario que hacen que cambie el contrato, son responsabilidad del Contratista.
12. Las metodologías de ejecución de construcción del Contratista serán revisadas y convenidas en conjunto con la Contratante, antes del comienzo de la etapa de Refinamiento.

### **Condiciones que deben ser consideradas en los Contratos a Libro Abierto.**

Para que un Proyecto de Infraestructura bajo el sistema "Libro Abierto" produzca los resultados deseados, es necesario que cumpla con ciertas condiciones mínimas, las cuales permitirán a las partes acercarse al éxito del proyecto, entre las que se encuentran las siguientes:

1. Coeficientes de gastos generales y beneficio.
2. Coeficientes para contingencias.
3. Incrementos para cantidades estimadas y no medidas.
4. Principios básicos del contrato.
5. Precios unitarios para personal de Ingeniería.
6. Precios unitarios para personal de Staff.

### **Contrato integral o llave en mano**

El contrato integral o "llave en mano" o "turnkey contract" es aquel en que el contratista se obliga frente al cliente o contratante, a cambio de un precio, generalmente alzado, a concebir, construir y poner en funcionamiento una obra determinada que él mismo previamente ha proyectado. En este tipo de contrato el énfasis ha de ponerse en la responsabilidad global que asume el contratista frente al cliente. Otras prestaciones que siempre están presentes en los

contratos integrales, formando parte de la obligación global del contratista son: el suministro de materiales y maquinaria; el transporte de los mismos; la realización de las obras civiles; la instalación y montaje, y la puesta a punto y en funcionamiento de la obra proyectada. En determinados casos, también es posible incluir en este tipo de contrato otras obligaciones posteriores a la ejecución de la obra, como la formación de personal y la asistencia técnica.

De los distintos métodos de realización de proyectos que han aparecido, principalmente en el ámbito del comercio internacional, como consecuencia de los avances tecnológicos, el que mejor refleja las transformaciones experimentadas en este sector es, sin duda el método "llave en mano". Con éste, desaparece la tradicional relación tripartita entre cliente (contratante), ingeniero y contratista, para quedar sustituida por una única relación entre cliente-contratista, en la que este último, junto a sus funciones tradicionales, asume la concepción del proyecto.

**Las características principales de estos contratos integrales son las siguientes:**

1. El contrato integral implica la celebración de un solo y único contrato realizado entre el cliente y el contratista. Generalmente, en la selección de este tipo de contratos ejerce una influencia decisiva la tecnología implicada en el proyecto que se pretende realizar y que se va a manifestar no sólo en los planos y especificaciones técnicas sino también en los derechos de propiedad industrial implicados en el proceso de producción y, en determinados casos, en la formación de personal y en la asistencia técnica proporcionada por el contratista.
2. El hecho de que en los contratos integrales, el contratista asuma la concepción y la ejecución de la obra condiciona no solo el procedimiento de adjudicación del contrato, generalmente un procedimiento restringido o negociado, sino también la determinación del objeto y la función del cliente o de su ingeniero.
3. En los contratos integrales la elaboración detallada del proyecto tiene lugar una vez concluido el contrato, circunstancia ésta que justifica conceder al contratista un derecho a introducir modificaciones en sus planos, a su propio costo y riesgo y siempre que se respeten los parámetros contractuales acordados (calidad, cantidades de materias primas, rendimientos) sin que sea necesaria a tal efecto la propia aprobación del cliente.
4. Esta estructura sobre la que descansa el contrato integral, y que ha revolucionado ciertamente la industria de la construcción, implica a su vez una pérdida de control sobre el proyecto por parte del cliente y una reducción considerable en las funciones del ingeniero que en este tipo de contratos actúa generalmente como representante del cliente, siendo posible incluso en los casos más extremos que se prescindiera de su participación.
5. Finalmente, la obligación global que se deriva de los contratos integrales para el contratista influye de manera decisiva en la determinación del precio, que no puede ser, más que un precio alzado.

En la industria de la construcción los contratos integrales pueden adoptar un gran número de modalidades o soluciones contractuales, dependiendo de las necesidades que tengan los contratantes como son: llave en mano; Precios unitarios; Fórmula "cost plus fee"; Precio máximo garantizado; Construir, Operar y Transferir (BOT); Construir, Operar y Propiedad (BOO); Lump sum progresivo, con estimación "open book"; Ingeniería, Procura, Construcción (EPC).

#### **4.2.5.2 Aplicación de BIM en la fase de contrato**

Como se habló en el apartado de licitación, las dependencias y los clientes privados están empezando a pedir por contrato el uso de la metodología BIM en sus proyectos ya que están conscientes de la ventaja que estos pueden generar en cuestión de ahorros de recursos, por lo cual por contrato se establece el uso obligatorio de modelos BIM y que estos estén bajo el cumplimiento ya sea por normas o estándares propios o públicos (como es el caso de la norma mexicana de modelado de información).

Cabe mencionar que por contrato el cliente puede solicitar juntas para los cambios del proyecto, pero es de gran importancia limitar la cantidad de juntas que se llevaran a cabo para el cambio del proyecto, ya que si se deja un número ilimitado de juntas o de cambios que se puedan realizar esto solo afectará el tiempo en el cual se pueda entregar el proyecto, agregando además que si el contratista no establece un número de juntas de cambios este tendrá que realizarlos sin ningún costo adicional, por eso la importancia de limitar la cantidad de juntas que se puedan realizar hasta que el cliente dé el visto bueno, lo más recomendable es que una vez que el cliente da el visto bueno se realice un documento donde firme el cliente que está de acuerdo con el proyecto y si posterior a esto el cliente quiere un cambio en el proyecto, este cambio si se podrá realizar pero tendrá un costo adicional.

En el contrato se pueden establecer juntas con el contratista para poder llevar un control del avance físico del proyecto, bajo el contrato se puede estipular que en estas juntas se presenten los modelos BIM con el avance de la obra, ya que existen muchos clientes que no van al lugar donde se está ejecutando el proyecto, pero para poder mostrarles el avance que lleva la obra se pueden utilizar tecnologías que ayuden a plasmar el avance físico, estas tecnologías van desde videos con drones hasta escaneos con nubes de puntos, estas tecnologías son compatibles con los modelos BIM permitiendo poder mostrar de una manera más real el avance que se lleva en el proyecto.

Como se explicó anteriormente en los contratos se establecen las obligaciones que tiene el contratista las cuales debe de cumplir, lo cual nos lleva al caso de los contratos que incluyen la metodología BIM, estos contratos marcan específicamente como entregables un modelo integrado (modelos que incluye todas las ingenierías), los modelos de las ingenierías por separado y planos 2D, cabe mencionar que aún siguen solicitando los archivos de los planos 2D en formato DWG, el cual es el formato que los archivos que puede abrir el programa

AutoCAD, en otros casos solo se solicita un tipo de archivo donde se pueda visualizar los planos, estos tipos de archivos puede ser desde formatos en PDF o en DWG.

#### 4.2.6 Fase de Planificación

La planificación constituye una de las principales etapas de cualquier proyecto. Es la base en la que se sustenta cada uno de los pasos que se llevarán a cabo en las posteriores etapas. Esta fase se caracteriza por ser el momento en el que se toman las principales decisiones, donde se da respuesta a las cuestiones básicas del proyecto, qué se quiere conseguir con el proyecto, cómo se va a conseguir, los métodos, estrategias y recursos, y cuándo se va a realizar. A lo largo de este período:

- Se definen los objetivos que se pretenden alcanzar.
- Se delimitan las actividades que se van a llevar a cabo para conseguir los objetivos propuestos.
- Se eligen los métodos, técnicas y estrategias más eficaces para alcanzar los objetivos.
- Se seleccionan los recursos y herramientas necesarias para llevar a cabo las actividades.
- Se diseña el cronograma de actividades, teniendo en cuenta los plazos de entrega establecidos.
- Se valora el presupuesto del proyecto.

En este proceso de planificación se debe disponer de toda la información necesaria para poder desarrollar el proyecto con eficacia y tomar las decisiones adecuadas. Este análisis inicial debe tener en cuenta todos los factores que puedan influir en el desarrollo del proyecto, tanto internos como externos, con el fin de planificar las actividades necesarias y analizar los posibles riesgos.

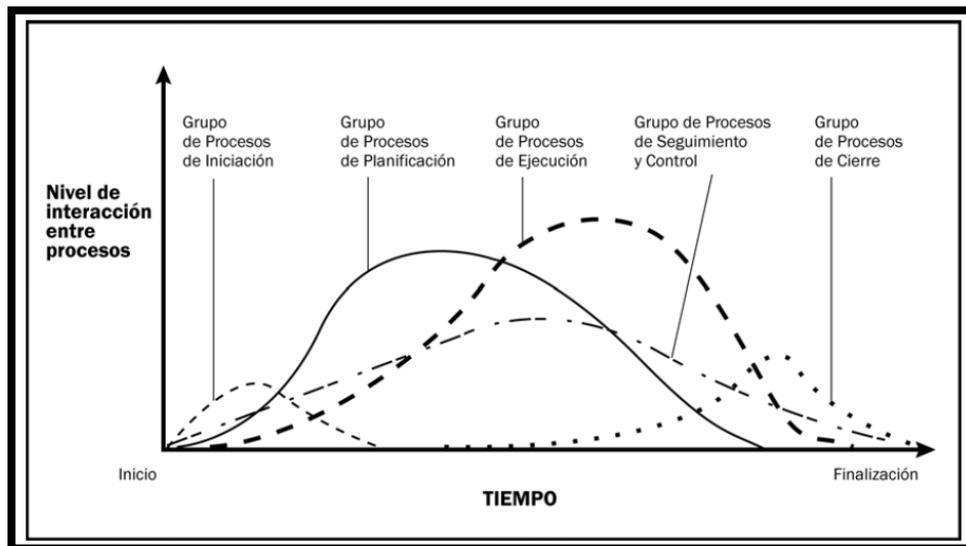
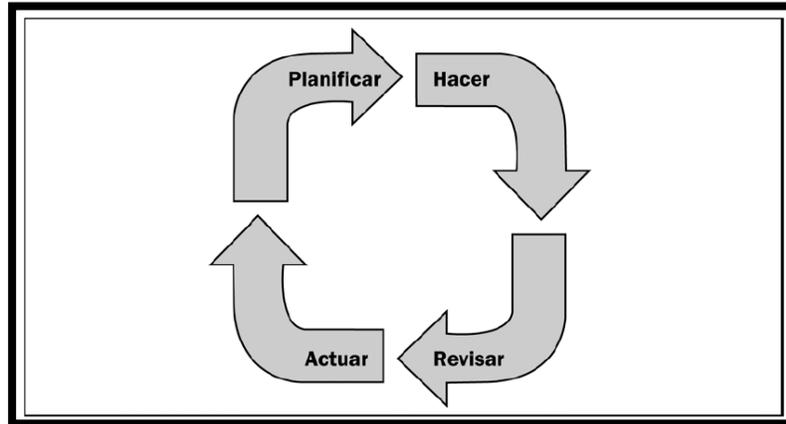


Imagen 4-10 interacción de las fases de un proyecto durante su ciclo de vida

El PMI a través del PMBOK establece el Plan de Gestión de un Proyecto como el documento formal que define cómo se ejecutará, supervisará y controlará el proyecto.

Cabe mencionar que entre los procesos de dirección de proyectos subyace el ciclo de mejora continua “planificar – hacer – revisar – actuar”, planteado por Deming.



*Imagen 4-11: Ciclo de una planeación de un proyecto por el PMBOK*

## **GRUPO DE PROCESOS DE PLANIFICACION (PMBOK)**

El Grupo de Procesos de Planificación está compuesto por aquellos procesos realizados para establecer el alcance total del esfuerzo, definir y refinar los objetivos, y desarrollar la línea de acción requerida para alcanzar dichos objetivos. Los procesos de Planificación desarrollan el plan para la dirección del proyecto y los documentos del proyecto que se utilizarán para llevarlo a cabo.

### **1. Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto (Gestión de la Integración)**

Es el proceso necesario para definir, preparar, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios en un plan de gestión del proyecto. El plan de gestión del proyecto se convierte en la principal fuente de información para determinar cómo se planificará, ejecutará, supervisará y controlará, y cerrará el proyecto.

### **2. Planificación del Alcance (Gestión del Alcance)**

Es el proceso necesario para crear un plan de gestión del alcance del proyecto que documente cómo se definirá, verificará y controlará el alcance del proyecto, y cómo se creará y definirá la estructura de desglose del trabajo.

### **3. Definición del Alcance (Gestión del Alcance)**

Es el proceso necesario para desarrollar un enunciado detallado del alcance del proyecto como base para futuras decisiones asociadas al mismo.

#### **4. Crear EDT (Gestión del Alcance)**

Es el proceso necesario para subdividir los principales productos entregables del proyecto y el trabajo comprendido en componentes más pequeños y más fáciles de gestionar.

#### **5. Definición de las Actividades (Gestión del Tiempo)**

Es el proceso necesario para identificar las actividades específicas que deben realizarse para producir los diversos productos entregables del proyecto.

#### **6. Establecimiento de la Secuencia de las Actividades (Gestión del Tiempo)**

Es el proceso necesario para identificar y documentar las dependencias entre las actividades del cronograma.

#### **7. Estimación de Recursos de las Actividades (Gestión del Tiempo)**

Es el proceso necesario para estimar los tipos y las cantidades de recursos necesarios para realizar cada actividad del cronograma.

#### **8. Estimación de la Duración de las Actividades (Gestión del Tiempo)**

Es el proceso necesario para estimar la cantidad de períodos laborables que se requerirán para completar cada actividad del cronograma.

#### **9. Desarrollo del Cronograma (Gestión del Tiempo)**

Es el proceso necesario para analizar las secuencias de las actividades, la duración de las mismas, los requerimientos de recursos y las restricciones para crear el cronograma del proyecto.

#### **10. Estimación de Costos (Gestión del Costo)**

Es el proceso necesario para desarrollar una aproximación de los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto.

#### **11. Preparación del Presupuesto de Costos (Gestión del Costo)**

Es el proceso necesario para sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo, a fin de establecer una línea base de costos.

#### **12. Planificación de Calidad (Gestión de la Calidad)**

Es el proceso necesario para identificar qué estándares de calidad son relevantes para el proyecto, y determinar cómo satisfacerlos.

### **13. Planificación de los RR. HH. (Gestión de los RR.HH.)**

Es el proceso necesario para identificar y documentar los roles dentro del proyecto, las responsabilidades y las relaciones de comunicación, así como para crear el plan de gestión de personal.

### **14. Planificación de las Comunicaciones (Gestión de las Comunicaciones)**

Es el proceso necesario para determinar las necesidades con respecto a la información y las comunicaciones entre los interesados o constituyentes del proyecto.

### **15. Planificación de la Gestión de Riesgos (Gestión de los Riesgos)**

Es el proceso necesario para decidir cómo abordar, planificar y ejecutar las actividades de gestión de riesgos para un proyecto.

### **16. Identificación de Riesgos (Gestión de los Riesgos)**

Es el proceso necesario para determinar qué riesgos podrían afectar al proyecto y documentar sus características.

### **17. Análisis Cualitativo de Riesgos (Gestión de los Riesgos)**

Es el proceso necesario para priorizar los riesgos y encaminar acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los mismos.

### **18. Análisis Cuantitativo de Riesgos (Gestión de los Riesgos)**

Es el proceso necesario para analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados en los objetivos generales del proyecto.

### **19. Planificación de la Respuesta a los Riesgos (Gestión de los Riesgos)**

Es el proceso necesario para desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

### **20. Planificar las Compras y Adquisiciones (Gestión de las Adquisiciones)**

Es el proceso necesario para determinar qué comprar o adquirir, cuándo y cómo hacerlo.

### **21. Planificar la Contratación (Gestión de las Adquisiciones)**

Es el proceso necesario para documentar los requerimientos y proveedores de los mismos.

#### **4.2.6.1 Aplicación de BIM en la fase de planificación**

Los modelos de información permiten hacer un seguimiento más exhaustivo y segmentado del proyecto a través de sus diferentes etapas. Es aquí donde la metodología BIM tendrá su mayor impacto en el proyecto ya que aquí se plantearán todas las estrategias necesarias para poder tener el mayor éxito posible en el proyecto.

Como se vio en etapas anteriores, se usan los modelos de información para realizar las primeras ideas sobre el proyecto a medida que se va desarrollando el proyecto el modelo se puede utilizar para la programación de los trabajos a realizar, gracias a la tecnología 4D en BIM facilita la vinculación de los modelos BIM en 3D a las actividades relacionadas según las pautas de la ruta crítica, permitiendo a los usuarios crear simulaciones de proyectos para identificar y resolver conflictos espacio-tiempo de forma dinámica y optimizar el rendimiento del proyecto. La capacidad de visualizar la planificación, permite un control y trabajo en colaboración que nunca ha sido posible con la planificación 2D analógica. El plan que hasta ahora estaba sólo en la "imaginación" del project manager o el planificador, ahora se convierte, gracias a la realidad virtual en tiempo real de la secuencia de construcción, en una visión compartida en equipo. El resultado supone un cambio fundamental en la forma de ejecución de los proyectos.

Por eso es de gran importancia tomar en cuenta al constructor en esta etapa para que sea una planeación más exacta, si no se toma en cuenta al constructor se tiene que tener un gran conocimiento sobre los procesos constructivos para que una vez entregado al constructor este pueda interpretar de una manera correcta dicho modelo.

Al acceder a un nivel BIM 4D facilita la administración de los recursos y el cronograma, las simulaciones para el Plan de Evaluación de Riesgos y la Planificación visual de la calidad. De este modo podremos unir las necesidades y las comunicaciones en un solo Modelo de Información del Proyecto (PIM, Project Information Modeling).

De esta forma la tecnología 4D en BIM aporta a los profesionales:

- Tener un conocimiento profundo del proyecto, desde la fase de diseño o pre-construcción hasta la finalización de la obra
- Mayor agilidad en cambios durante el proceso constructivo. Información y procesos actualizados en tiempo real al estar enlazado con el modelo virtual
- Mayor capacidad de decisión en cada fase del proyecto
- Comunicación entre los participantes del proyecto de una forma clara y rápida
- Disminuir los riesgos y condiciones de seguridad y salud
- Ahorrar dinero en cambios de última hora durante la fase constructiva
- Integrar y coordinar subcontratistas y proveedores con un enfoque orientado a la ejecución integrada del proyecto

- Ahorrar recursos de equipamiento provisional, personal, materiales y espacio
- Ganar concursos y contratos gracias a una concisa y rápida exposición de su propuesta, demostrando innovación y un buen sistema para identificar y evitar riesgos

Los modelos BIM ayudan a mantener bien controlados todos los aspectos que afectan a la fase de construcción de un proyecto como los aspectos de control y calidad, en este aspecto los modelos son de gran utilidad ya que a conforme se va construyendo el proyecto se puede ir señalando en el modelo en qué etapa va la construcción y poder mostrar a los inversionistas o al dueño el avance real que se tiene en el momento y así de esta manera se pueden realizar las estimaciones de la construcción por parte del constructor.

La mala gestión de compras y pedidos es otro de los problemas que afectan directamente a los retrasos en la fase de construcción del proyecto. Si no se tienen en cuenta los tiempos de fabricación y suministro de los diferentes materiales el retraso en la construcción está asegurado. Dentro del módulo de contratación la gestión de pedidos se monitoriza evitando así los tiempos muertos por retrasos en los suministros.

En la actualidad existen programas o sistemas de planificación de recursos empresariales o sistemas ERP (Enterprise Resource Planning). Un sistema ERP integra y ordena la información de cada uno de los procesos y actividades de la empresa, para después concentrar esa información en un solo lugar, finalmente automatiza las actividades para que operen de la manera más óptima posible y con esto alcanzar las metas que se haya planteado el director.

De igual forma el sistema ERP se encarga de crear un flujo de información actualizada en tiempo real, dando la oportunidad de analizar y tomar mejores decisiones en tu empresa; ya que conocerás la situación actual y futura de tu organización, además, aumentarás la productividad de tus colaboradores.

El sistema ERP es apto para usarse en cualquier empresa, desde la más chica hasta la más grande porque se compone por «módulos», lo que significa que es un sistema ajustable a las características de tu empresa, algunos de los módulos son:

- Facturación electrónica (Ventas).
- Contabilidad electrónica.
- Compras.
- Pagos y cobros.
- Inventarios.
- Bancos.
- Nómina.
- Entre otros.

La fusión entre los modelos de información y los sistemas ERP se vuelve una herramienta poderosa para la planificación y el control de los proyectos, desde las cuales seremos capaces de controlar:

- Planificación de tareas
- Documentación del proyecto
- Comunicación interna
- Flujos de trabajo
- Seguimiento de obra
- Seguridad y salud
- Protocolos
- Informes
- Etc.

Los modelos de información son una herramienta que está teniendo mucha utilidad en estas áreas por el aporte que dan sobre el control total del proyecto en todas sus fases. Estas herramientas se convierten en un nexo de unión entre la aparición de un problema y su inmediata detección, ya que la parametrización del proyecto que hacen estos modelos es una radiografía en tiempo real de su situación y su tendencia a medio y corto plazo.

#### **4.2.7 Fase Financiera**

Como sabemos un importante proyecto de construcción requiere una enorme cantidad de capital que es a menudo proporcionada por los prestamistas que quieren estar seguros de que el proyecto ofrecerá un rendimiento justo del capital invertido. Los costos directos asociados a un importante proyecto de construcción pueden clasificarse en dos categorías:

(1) Los gastos de la construcción de la instalación del inmueble

(2) Los gastos de adquisición de terrenos, honorarios de abogados, arquitecto / ingeniero honorarios, gastos de gestión de la construcción, los intereses sobre préstamos para la construcción y el costo de oportunidad de llevar a un espacio vacío en la instalación hasta que esté totalmente ocupado. Los gastos de construcción directa de la primera categoría representan aproximadamente el 60 a 80 por ciento de los costes totales en la construcción de proyectos más. Dado que los costes de construcción son en última instancia por cuenta del propietario, la planificación financiera cuidado de la instalación debe hacerse antes de la construcción.

Los proyectos de inversión inmobiliaria que se financian a través de los apoyos que presta los Bancos a los Promotores o por medio de inversionistas, los préstamos de los bancos presentan a veces un grado de dificultad debido en la mayoría de las ocasiones a que estos promotores no disponen de la infraestructura económica necesaria (solvencia) que les permita acceder a estos créditos de una forma total y efectiva.

Por esto en esta etapa se realizan las actualizaciones a los estudios económico-financieros en los cuales se verá cómo afectan al flujo de efectivo del proyecto, por lo cual se debe de tener un buen control en esta parte para no generar problemas que no se puedan mitigar a tiempo y generen problemas financieros

### **1.- Parámetros que definen una inversión inmobiliaria.**

Un proyecto inmobiliario queda caracterizado en su variante económica, por tres parámetros básicos:

1. El pago del terreno.
2. La realización de la obra
3. Los flujos de efectivos, generados a lo largo de la promoción, por la venta de las unidades a construir.

El pago del terreno (o su aportación) se entiende, lo que el promotor debe de desembolsar para que el proyecto de construcción comience a funcionar. Tal como se ha definido el pago de la inversión, este parámetro queda reducido a una cifra única, a la cual habrá se le habrá incluido otros conceptos como: honorarios técnicos, licencias e impuestos municipales, notarios, registros, etc.

El segundo punto, nos indica las inversiones fijas a precio de coste que el promotor ha de realizar en el transcurso de la obra. Desde la excavación, pasando por las diversas etapas, hasta el remate de detalles y finalización de la obra, serán desembolsos que debe hacer el promotor, aunque con cierta frecuencia el pago de esta inversión no está formada por una sola cantidad, sino por un conjunto de ellas, es decir, el pago de la inversión, dentro del tiempo que dura la misma, se fracciona.

El “flujo de caja” genera dos corrientes de signo opuesto: ***la corriente de cobros y la corriente de pagos.***

Los cobros corresponden a los ingresos atribuibles a la venta de unidades inmobiliarias que componen la promoción: entregas a cuenta de los clientes, letras con vencimiento durante la ejecución de la obra, etc. Entre los pagos habría que considerar los ordinarios y los extraordinarios.

Los ordinarios son los compromisos adquiridos con el constructor o si el promotor es a la vez constructor, con los distintos similares que intervienen en la obra en partidas cuyos pagos están pactados previamente mediante contrato.

Los extraordinarios son aquellos que se pueden producir a lo largo de la ejecución del proyecto, como por ejemplo, un crédito puente, para situaciones transitorias de falta de liquidez.

## **2.- Planificación en tiempos de la operación inmobiliaria.**

En cuanto a los tiempos, se tiene que crear una planificación ó Diagrama de Gant en la que queden reflejados los períodos de ejecución, asumidos por los diferentes actores para cada una de las actividades de cada una de las diferentes fases o etapas que componen dicha operación inmobiliaria, el plazo previsto para cada fase; así como, el plazo total previsto para su conclusión. Se deben reflejar asimismo, aquellos trabajos que pueden realizarse simultáneamente y los que resulta necesario ejecutar de manera sucesiva, y cómo pueden afectar los retrasos de unos y otros, respecto a los demás.

## **3.- Planificación en costes de la operación inmobiliaria.**

En el momento de iniciar la operación inmobiliaria, el gerente del proyecto de la promoción deberá realizar paralelamente a la planificación de tiempos, la planificación financiera de los costos.

Previamente, como indicamos en la fase de estudio de factibilidad, se realiza dicho estudio, del que se puede concluir que la promoción ofrece unas perspectivas de rentabilidad positivas. Un componente de dicho Estudio de factibilidad es el CASH-FLOW. Pero este se ha realizado de forma previsional, en base a los costes estimados, en su día, como razonablemente probables.

A medida que se van contratando o directamente realizando los pagos de cualquiera de las actividades que lo componen, se debe ir actualizando dicho cash-flow, a fin de mantener siempre al corriente los datos y poder detectar cualquier posible desviación. Sólo así, podremos ir controlando en todo momento y en el tiempo la planificación financiera. Una desviación conocida con antelación, nos puede dar un margen de corrección. Si no se controla a tiempo puede dar al traste con la operación inmobiliaria.

En el momento en el que se contrate la ejecución de la obra, entendiéndola ésta como la fase en la que los costes que se van a generar adquieren una gran relevancia (con independencia de otros), dicho cash-flow debe ponerse al día, es decir, actualizarse, de acuerdo con los costes reales que vayan a asumirse.

En base a la elaboración de la planificación de tiempos, se reflejarán los períodos de pago de los costes de las obras en ejecución, con lo que se procederá a actualizar el cash-flow estimativo, o reelaborarlo por completo, si las diferencias son considerables. En todo caso, no hay que perder de vista, que aunque ya está basado en datos reales, dicho cash-flow seguirá siendo previsional, ya que puede verse alterado por la aparición de costes imprevistos.

*“El cash-flow definitivo sólo podrá conocerse a posterior cuando se hayan efectuado todos los pagos”.*

#### **4.- Planificación en tiempo y costes de la campaña comercial.**

La campaña comercial debe basarse en la demanda prevista en el Estudio de Mercado realizado en el estudio de factibilidad de la promoción reflejado. Es decir, teniendo en cuenta las necesidades, las preferencias y la capacidad económica del “target group” ó “cliente potencial”.

Pero si, desde el momento en que se elaboró el Estudio de Mercado, se ha producido una variación significativa de las circunstancias, el gerente del proyecto debe tener la flexibilidad de criterio necesaria para replantearse la estrategia comercial prevista y, si es necesario, variarla. Incluso pueden introducirse modificaciones en el proyecto de la obra, en la medida de lo posible, para adaptarlo mejor a un cambio en la demanda. Todo ello, previa rectificación de las previsiones del estudio de viabilidad en cuanto a costes, de construcción y comerciales, y ritmos de venta de la promoción, en la medida en que pueden afectar a su rentabilidad, en sentido positivo ó negativo.

#### **5.- Actualización de las posibles desviaciones de la planificación de la promoción inmobiliaria.**

Durante el período de desarrollo de la operación inmobiliaria y sobre todo en el de ejecución de la obra, el gerente del proyecto debe realizar una actualización continuada de la planificación inicial, para detectar posibles desviaciones y adoptar las medidas oportunas para corregir sus consecuencias negativas.

La fase de control es la que da significado al estudio de viabilidad; la estimación del cash-flow tiene como objetivo ayudar a decidir sobre la idoneidad de la promoción, pero también es la base del control económico que posteriormente realizaremos.

Por un lado, se debe comparar el Cash-flow previsional con los ingresos y gastos efectivamente producidos, para prevenir posibles situaciones de insolvencia. Se trata de tener en cuenta gastos imprevistos, incrementos del coste de las obras, de suministros, y otros factores que puedan elevar los costes por encima de las previsiones iniciales.

La estimación del cash-flow previo es un presupuesto y el control lo que hace es compararlo, con los datos reales que se van obteniendo. Es importante la comparación sobre todo partida por partida de los presupuestos de los industriales con los datos reales, para conocer el origen de las diferencias, si han sido por: desfase de la cantidad presupuestada, del precio o por partidas imprevistas. A partir del control presupuestario se debe conocer la razón del desfase presupuestario, en caso de existir (sea positivo o negativo).

Cabe recordar que los números globales pueden cuadrar, pero no necesariamente las partidas. Además, deben tenerse en cuenta las desviaciones en los períodos de tiempo, calculados a partir de los contratos celebrados con los diferentes actores que intervienen en la operación inmobiliaria, con los tiempos reales en que se ejecutan sus diferentes fases. Los retrasos sufridos pueden incidir negativamente en las previsiones de inicio de la campaña comercial y afectar al ritmo de ventas inicialmente previsto.

Estas actualizaciones de la planificación deben realizarse con una periodicidad mensual o, como máximo, bimensual, para no dejar de tener nunca una imagen real de la situación de la promoción en marcha.

**Un fondo de inversión busca rentabilidad** y si detrás de una operación inmobiliaria ve una justificación y un análisis detallado y realista de todos los parámetros que pueden poner en crisis la operación, las opciones de decantarse por invertir en el proyecto serán mucho mayores.

Hoy en día la tecnología debe ir de la mano del sector inmobiliario para evitar los errores que en los últimos años lo han llevado al desprestigio. **Hay recursos como BIM que ponen el progreso tecnológico a disposición del mercado inmobiliario** para mejorar la forma en la que este se organiza; favorecer el adecuado uso de los recursos y **asegurar la transparencia en la gestión.**

Realizar con éxito este procedimiento y tener implantados los sistemas BIM en nuestra empresa nos permitirá:

- Obtener una ventaja competitiva frente a otros estudios y profesionales
- Ser más eficientes trabajando al nivel de una gran organización
- Abarcar nuevos proyectos a nivel nacional e internacional y de mayor envergadura
- Acceder a concursos y licitaciones que demanden el uso del BIM
- Conseguir un rápido retorno de la inversión

Los beneficios utilizando la metodología BIM como sistema de trabajo en una oficina técnica son innumerables, aunque para ello la Universidad de Stanford, Centro de Servicios integrados de ingeniería (CIFE), cuantificó algunos de los beneficios que se obtuvieron aplicando BIM en 32 proyectos:

- Hasta un 40% en la eliminación de los cambios no presupuestados.
- Precisión de la estimación de costos a menos de 3%.
- Una reducción de hasta el 80% del tiempo empleado para generar una estimación de los costos.
- Un ahorro de hasta un 10% del valor del contratado a través de detecciones de interferencias y conflictos.
- Hasta el 7% de reducción en el tiempo del proyecto.

Por otro lado observamos que:

“En Estados Unidos, la utilización de los programas BIM aplicados al desarrollo de los proyectos han demostrado una disminución del costo final de construcción estimado entre un 3 y hasta un 9% del presupuesto base, y es por esta razón que actualmente más del 50% de los dirigentes exigen tecnologías BIM para el desarrollo de sus proyectos.”

## CONCLUSIONES

Podemos concluir que en la actualidad muchos proyectos inmobiliarios deben de implementar esta nueva metodología para poder ser más eficientes en sus proyectos ya que en la actualidad muchos proyectos presentan problemas que se pueden evitar si se planean de una buena manera desde el inicio del proyecto, problemas como interferencias entre disciplinas, las cuales tendrán un impacto en el sobrecosto del proyecto, de los cuales se puede agregar que mientras se resuelve este problema genera retrasos los cuales pueden conllevar a penalizaciones por no terminar en el tiempo pactado y todo esto por no tener una buena gestión inicial del proyecto.

Es cierto que la adopción de esta nueva tecnología está siendo difícilmente aceptada por los ingenieros y desarrolladores de vivienda, ya que con los métodos tradicionales con los cuales se ha trabajado durante muchos años han obtenido resultados aceptables, por lo tanto la adopción de nuevas formas de trabajar a muchos profesionistas le es difícil adoptarlo de manera rápida, pero es evidente la necesidad de esta nueva metodología para poder ser más innovadores y presentar trabajos con mejores calidades de las que se pueden conseguir con los métodos tradicionales.

En la industria de la construcción las empresas que no se actualicen en la mejora de gestión de sus proyectos siempre se mantendrá en el mismo margen o se verán afectadas por las empresas que si se estén actualizando, con el uso de BIM las empresas no se deben de preguntar *¿Cuánto tengo que invertir para poder aplicar BIM?*, si no *¿Qué tan competitivo seré delante empresas que ya usan esta tecnología?*, no cabe duda que si las empresas quieren crecer y participar en proyectos grandes de los cuales ayudara a incrementar el prestigio de la empresa, es necesario la adopción de esta metodología BIM ya que aparte de brindar grandes ventajas en los proyectos ayudara a la formación de profesionistas capaces de dirigir grandes proyectos desde su etapa inicial.

Las ventajas que ofrece BIM a los proyectos inmobiliarios son de gran ayuda ya que eliminan algunos de los principales problemas que se han tenido durante muchos años, como la mala comunicación entre ingenieros y arquitectos, o de ingenieros con los administradores, ya que se necesita tener una buena comunicación y tener un buen trabajo colaborativo para poder explotar de la mejor manera los modelos BIM, de igual manera la comunicación entre disciplinas se ve mejorada con esta metodología ya que las interferencias entre disciplinas se van disminuyendo y al poder planear de una mejor manera la ejecución de la obra se obtienen mayores ahorros que anteriormente siempre salían sobrecostos por mala planeación en la ejecución.

BIM es una excelente herramienta de gestión que brinda grandes beneficios a los proyectos inmobiliarios, por lo cual es de gran importancia que todas las empresas adopten esta metodología para poder optimizar los recursos que se utilizan en los proyectos.

Es importante recalcar que para que una empresa pueda adoptar bien esta metodología es de suma importancia que el líder del proyecto esta firmante convencido de las ventajas de esta metodología, ya que si un empresa quiere implementar BIM pero no tiene apoyo del líder del proyecto las demás áreas que duden de esta adopción o que no quieran cooperar para poder implementarlo estas lograrán retrasar la adopción BIM, sin apoyo del líder del proyecto puede suceder lo que ha venido pasando en la actualidad, una mala adopción en esta metodología y pérdida de recursos en la inversión para BIM.

Si un empresa inmobiliaria desea contratar una empresa que construya sus proyectos pero que usen la metodología BIM es de gran importancia que busque una empresa constructora BIM, que esta conozca los usos de BIM, de igual manera es importante que en el contrato que se realizara este bien contextualizado los usos BIM que se requieren, los entregables que deberán de entregar para el dueño del proyecto, ya que uno de los principales problemas que existe es la mala redacción de las obligación que tiene una constructora con el uso de la metodología BIM, ya que en el mismo contrato no está bien especificado que entregables o que procesos deben de seguir, si esto está bien fundamentado en el contrato la empresa constructora no tendrá más remedio que acatarse a sus obligaciones por contrato o esta se verá afectada por incumplimientos de contrato las cuales pueden generar penalizaciones de pago.

Reemplazar un ambiente 2D CAD por un sistema de trabajo basado en BIM involucra mucho más que adquirir un nuevo software, involucra también capacitar a los empleados y adquirir los hardwares adecuados. El uso efectivo de BIM requiere de cambios en casi todos los aspectos organizacionales. Para poder adoptarlo de una mejor manera se requiere de un entendimiento completo de lo que la implementación de BIM involucra y una planificación minuciosa antes de que la conversión pueda comenzar. Como se vino desarrollando en los capítulos una buena manera de implementar bien BIM es teniendo un plan de ejecución, el cual nos ayudara a entender mejor los procesos que hay que realizar para la adopción, adicionando a esto se recomienda lo siguiente:

- Se debe de realizar una asignación de responsabilidades desde los puestos superiores de la organización (gerencias) para el desarrollo de un plan que cubra todos los aspectos de negocios de la firma y como los cambios propuestos impactarán tanto los departamentos internos como los clientes externos en la adopción de BIM.
- Crear un equipo interno responsable de implementar un plan, incorporando índices de costo y tiempo, para guiar la evaluación y el desempeño de la adopción de BIM.
- Empezar utilizando sistemas BIM en uno o dos proyectos pequeños, en forma paralela con la tecnología existente (2D CAD), y producir documentos

tradicionales desde el modelo BIM. Esta metodología ayudará a revelar déficits respecto al del modelo (al comparar ambos planos), eficiencia en los trabajos, problemas de vínculos entre programas de análisis, etc.

- Utilizar los resultados iniciales para educar, guiar u hacer retroalimentaciones para la continua adopción de BIM. Mantener a las gerencias informadas de los problemas, progresos, consideraciones, mejoras, etc.
- Ya con un nivel de experiencia/conocimiento adecuado, comenzar a trabajar con miembros externos del equipo del proyecto en estos nuevos enfoques de colaboración que permiten la temprana integración e intercambio de conocimiento usando el modelo de información.
- Reflejar los nuevos procesos de negocios en documentos contractuales con clientes y empresas relacionadas.
- Periódicamente “replanificar” el proceso de implementación de BIM en la organización, para reflejar los beneficios y problemas observados hasta ese momento y fijar nuevos objetivos de desempeño, tiempo y costo que se desean obtener con la implementación.

No cabe duda que la metodología BIM está generando un gran impacto dentro de la industria de la construcción de nuestro país, con los beneficios que trae consigo y con la fuerte demanda que está existiendo en la actualidad por parte de los inversionistas para poder estar en la vanguardia de los avances tecnológicos de sus proyectos es notable que la implementación BIM ira creciendo día a día, un gran proyecto en nuestro país es la construcción del nuevo aeropuerto internacional de la ciudad de México, en el cual se piensa que será la punta de la lanza para implementar BIM en los proyectos públicos de nuestro país. Ya que dentro de las instalaciones del campamento del nuevo aeropuerto existirá un área exclusiva para poder controlar los modelos BIM durante las etapas más significativas del proyecto, las cuales son la etapa de construcción donde se tendrá el control de los avances físicos y avances financiero de los edificios que se construirán, y la etapa de operación y mantenimiento del nuevo aeropuerto donde con la ayuda de los modelos se podrán mitigar de una manera más eficiente el mantenimiento de esta monumental obra.

## **BIBLIOGRAFÍAS Y FUENTES CONSULTADAS**

### **TESIS RELACIONADAS CON EL TEMA**

- 1) **BENEFICIOS DE LA COORDINACIÓN DE PROYECTOS BIM EN EDIFICIOS HABITACIONALES.**  
Por: Fernanda Paz González guzmán  
Tesis de licenciatura, universidad de Chile, 2014
- 2) **IMPLEMENTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS BIM COMO HERRAMIENTA PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA EDIFICACIÓN EN BOGOTÁ.**  
Por: Alfonso Mojica Arboleda y Diego Fernando Valencia Rivera  
Tesis de licenciatura, pontificia universidad javeriana, Bogotá, 2012
- 3) **OPTIMIZACIÓN DE UN PROYECTO INMOBILIARIO A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACION DE PROCESOS TECNOLOGICOS EN LA COORDINACIÓN Y GESTION DE PROYECTO.**  
Por: Andrés Menares Sagredo  
Tesis de maestria, universidad de Chile, 2014
- 4) **PROCEDIMIENTO PARA LA COORDINACIÓN DE ESPECIALIDADES EN PROYECTOS CON PLATAFORMA BIM.**  
Por: Nicolás David Hernández Silva  
Tesis de licenciatura, universidad de Chile, 2011
- 5) **ENTENDIENDO EL USO DE BIM EN LOS PROCESOS DE DISEÑO Y CORRINACION DE ESPECIALIDADES EN CHILE.**  
Por: Alejandro Benjamín Eliash Méndez  
Tesis de maestria, pontificia universidad catolica de Chile, 2015
- 6) **ESTIMACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE REALIZAR UNA COORDINACIÓN DIGITAL DE PROYECTOS CON TECNOLOGÍAS BIM,**  
Por: Rodolfo Omar Saldias Silva  
Tesis de licenciatura, universidad de Chile, 2010
- 7) **MEJORAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN LOS PROCESOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA EMPRESA MARCAN.**  
Por: Karem Ulloa Román y José Salinas Saavedra  
Tesis de maestria, universidad peruana de ciencias aplicadas, 2013
- 8) **PROCESOS DE IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS BIM Y DISEÑO BAJO LAS MISMAS EN EMPRESAS DE INGENIERÍA.**  
Por: Carlos Armando Montellano Zuna  
Tesis de maestria, fundacion universitaria iberoamericana, 2013

**9) APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE MODELOS DE INFORMACIÓN (BIM) A LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN.**

Por: Yolanda Meléndez Alcaraz.

Tesis de maestría, universidad nacional autónoma de México (UNAM), 2013

**10) METODOLOGÍA PARA MINIMIZAR LAS DEFICIENCIAS DE DISEÑO BASADA EN LA CONSTRUCCIÓN VIRTUAL USANDO TECNOLOGÍAS BIM.**

Por: Paul Vladimir Alcántara Rojas

Tesis de licenciatura, universidad nacional de ingeniería, Lima-Peru, 2013

**DOCUMENTOS DE CONSULTA:**

**1) GESTIÓN DE PROYECTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN (CONCEPTOS FUNDAMENTALES PARA LOS PROPIETARIOS, INGENIEROS, ARQUITECTOS Y CONSTRUCTORES)**

PMBOK

**2) GERENCIA DE PROYECTOS, APLICACIÓN DEL PMBOK A LA CONSTRUCCIÓN DE UN HOTEL.**

Por: Ing. Luis Arturo Betancourt López

Tesis de maestría, universidad nacional autonoma de Mexico (UNAM), 2007

**3) PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE UNA PROMOCIÓN INMOBILIARIA**

Por: Domínguez Tarancón, Nuria y Parra Vega, Sergio, 2011

**4) SPANISH JOURNAL OF BIM**

Por: BUILDING SMART, 2014

**5) GUIAS UBIM**

Por: BUILDING SMART, 2014

**6) IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN PROYECTOS INMOBILIARIOS**

Por: José Roberto Salinas

Escuela de Postgrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015

**7) BIM FORUM MÉXICO**

Por: CMIC, 2015

**8) GUIA DE LOS FUNDAENTOS PARA LA DIRECCION DE PROYECTOS (GUIA DEL PMBOK)**

Por: Project Managment Institute

**9) PROGRAMACIÓN DE UN PROYECTO Y PROCESO CONSTRUCTIVO**

Por: Sarria M. Alberto., 2006

**10) Gerencia de proyectos de construcción inmobiliaria Fundamentos para la gestión de calidad**

Por: Miguel Ángel Bautista Baquero

**11) Diagnóstico de las Micro, Pequeñas y Medianas empresas**

Por: Secretaría de Economía (2010)

**12) Alternativas de Financiamiento para Empresas y Proyectos en el Mundo Inmobiliario**

Por: Tagle, G., (2014)

**13) Problemas financieros en la micro, pequeña y mediana empresa de la ciudad de Celaya**

Por: Alejandra L. Salazar

**MEMORIAS DE CONFERENCIAS**

**1) 1ER FORO DE NUEVAS TECNOLOGIAS EN ARQUITECTURA**

Impartido en la facultad de arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)

**2) BIM EN LA PRECONSTRUCCION**

Por: Ing. Arq. Giselle Jiménez y Arq. Adriana Villalobos  
Autodesk University 2015

**DIRECCIONES DE INTERNET**

- 1) <http://www.eoi.es/blogs/estefanykaryelindeaza/2011/12/18/analisis-de-riesgo-de-un-proyecto/>
- 2) <https://www.sofia-rtd.com/blog/blog/cuales-son-las-mayores-causas-de-retrasos-ysobrecostos-en-proyectos-inmobiliarios>
- 3) [http://cicm.org.mx/wp-content/files\\_mf/presenteyfuturodelasnormasmexicanasparalaedificacionsustentableenlaingenieriaguillermocasarmarcos9marzo2015vr1.pdf](http://cicm.org.mx/wp-content/files_mf/presenteyfuturodelasnormasmexicanasparalaedificacionsustentableenlaingenieriaguillermocasarmarcos9marzo2015vr1.pdf)
- 4) <http://www.esbim.es/descargas/>
- 5) <http://www.espacioleanbim.com/episodio-10-efecto-del-bim-las-fases-del-ciclo-vida-proyecto/>

- 6) <http://www.bimbarcelona.com/bim-para-gestion-facility-managment/>
- 7) <http://apogeavirtualbuilding.com/la-interoperabilidad-mediante-ifc-el-talon-de-aquiles-del-bim/>
- 8) <http://carloscamara.es/blog/2009/02/02/del-cad-al-bim-ii-problematica-i>
- 9) <http://jonhmartinez.blogspot.mx/2014/09/implementacion-bim.html>
- 10) <http://www.arquba.com/curso-microsoft-project-gratis/definir-un-proyecto/>
- 11) <http://proyectos.ingenotas.com/2013/01/elementos-del-flujo-de-caja.html>
- 12) <http://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/el-flujo-de-caja-y-su-importancia-en-la-toma-de-decisiones>
- 13) <http://www.rekursosenprojectmanagement.com/gestion-de-cambios/>