

FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTES VISUALES

Estimación de costos con Modelos BIM aplicados a
Proyectos Públicos

Tesina para obtener el grado académico de
Magíster Management BIM

Alumno: Jorge Guzmán Medina
Profesor Guía: Juan Luis Ramírez

Julio 2021

Contenido

Justificación.....	5
Introducción.....	6
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
Alcance	7
Capítulo 1: Estado actual de la industria	8
Entender la Estructura de Costos para Conformar un Presupuesto.	9
Nivel de madurez de un proyecto BIM en la etapa de licitación.....	10
Capítulo 2: Marco teórico: Estimación temprana de costos.	11
Teoría del cambio	14
Tipos de cambio en un proyecto BIM.....	14
Cambio sin modelar	15
Cambio con impacto en el modelo.....	15
Cambio en información no gráfica	16
Cambio de obra ejecutada.....	16
Cambio de obra sin ejecutar.....	17
Estimación de Costos	18
Formato Control de Cambios.....	19
Capítulo 3: Estándares aplicados estimación de costos	20
Estándar BIM para Proyectos Públicos.....	20
Requisitos para estimar el costo de un proyecto	22
Parámetros según la Matriz de Información, Plan BIM.	25

Estándar de Estimación de Costos	26
Método Paramétrico.....	26
Método Sintético	27
Método Referencial	28
Método Unitario.....	29
Método Oferta	30
Capítulo 4: Presupuestos	31
Métodos de Presupuestos	32
Etapas de un presupuesto	32
Sistemas de clasificación	33
Extracción de mediciones desde un Modelo BIM	35
Extracción de Mediciones desde el Modelo BIM.....	35
Elaboración de presupuestos desde modelos BIM	35
Análisis de precios unitarios.....	36
Mediciones desde los Modelos BIM.....	36
Cierre de una oferta	37
Estudio y Presentación a una Licitaciones Pública con Modelos BIM.....	37
Métodos para elaborar presupuestos de proyectos BIM.....	39
Cierre de Gerencia.....	49
Integración de Información para Obra.....	50
Conclusiones.....	51
Sugerencias	53
Bibliografía	54

Ilustraciones

Ilustración 1: Gráfico Curvas de McLeamy.....	11
Ilustración 2: Aplicación Curvas de Costos según tipo de Contrato	13
Ilustración 3: Matriz de Información de Entidades.....	25
Ilustración 4: Tipos de Presupuestos según EAIM	32
Ilustración 5: Capítulos NCh1156.....	33
Ilustración 6: Esquema Presupuesto desde un Modelo BIM	35
Ilustración 7: Análisis PVN Ofertas de Licitación Cesfam	37
Ilustración 8: Análisis Incidencia en el costo de Modelado Cesfam	38
Ilustración 9: Distribución Gastos Generales.....	38
Ilustración 10: Diagrama de Procesos Presupuesto de Licitación.....	49
Ilustración 11: Integración BIM en Obra	50

Tablas

Tabla 1: Etapas de elaboración de presupuesto	9
Tabla 2: Control de cambios.....	19

Justificación

Según el Decreto Supremo DS75¹ que define el reglamento para Contratos de Obras Públicas, en su artículo 2 detalla lo siguiente: “Para contratar cualquier obra deberá existir previamente autorización de fondos y deberá disponerse de bases administrativas, bases de prevención de riesgos y medioambientales, especificaciones técnicas, planos y presupuesto², con el visto bueno de la misma autoridad que adjudicará el contrato.” (Ministerio de Obras Públicas, 2015, pág. 1).

Para todo proyecto es fundamental contar con la información del costo, que será la base y referencia para definir el alcance del objetivo y su financiamiento para las etapas de Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento. Para una licitación pública de un proyecto de construcción, se considera el presupuesto oficial y oferta económica por parte del Mandante y Proveedor respectivamente. Sin embargo, para la etapa de Diseño temprano no se tiene la misma consideración, donde el presupuesto se obtiene una vez terminada la etapa de Diseño de Detalle, situación que impide contar con la información del costo durante el desarrollo de éste, lo que dificulta la revisión del proyecto y la toma de decisiones en función de la información de coste según el avance del Diseño.

Una vez terminada la etapa de Diseño y antes de iniciar el proceso de licitación, se debe definir por parte del Mandante el presupuesto oficial, que consiste en estimar el eventual costo del proyecto para definir una referencia y comparar con los valores presentados por los Proveedores Oferentes.

En la mayoría de los casos, el costo de un proyecto se obtiene por medio del método unitario (Cantidad x Precio Unitario) el cual se obtiene una vez terminada la etapa de Diseño de Detalle. Este procedimiento, provoca diferencias relevantes entre el valor del financiamiento y el presupuesto oficial, dando como consecuencias retrasos y valores aumentados difícil de predecir y controlar. De lo anterior, se espera realizar un análisis de procesos y estándares sobre la estimación de

¹ <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=233103>

² <https://www.chilecubica.com/estudio-costos/presupuesto/>

cantidades y costos que existen en nuestra industria para determinar qué métodos podemos utilizar para elaborar un presupuesto desde diferentes etapas del proyecto desarrollados con metodología BIM³.

Introducción

En la actualidad existen proyectos del gobierno de Chile para mejorar la Productividad y modernizar la Industria de la Construcción a través de la Implementación de BIM para Proyectos Públicos. Donde en Seminarios y Charlas de especialistas, académicos y marcas de software promueven las ventajas de utilizar la metodología BIM, que en una cantidad importante de charlas se presenta el beneficio de disminuir el costo de un proyecto con el uso de modelos BIM.

En esta Tesina se espera desarrollar un análisis sobre los métodos actuales que existen para la estimación de costos e integrarlos con los procesos y estándares BIM y en relación a los resultados obtenidos, analizar si es posible cumplir el requerimiento del Estado para reducir los costos y sobrecostos de los proyectos Públicos.

Este trabajo se enmarca en el análisis de los procesos y estándares⁴ que existen para definir el costo de un proyecto durante el ciclo de vida de éste.

Se espera mostrar la aplicación por medio de herramientas tecnológicas, que integradas con métodos de presupuestos permiten obtener información e indicadores para visualizar el estado de un proyecto desde el uso de recursos, plazos y costos.

La base conceptual utilizada en el documento, consiste en analizar un referente BIM y su aplicación a la teoría de costos⁵.

³ <https://planbim.cl/bim/>

⁴ <https://www.bimthinkspace.com/2009/12/episode-13-the-bim-maturity-index.html>

⁵ <https://aprendiendoadministracion.com/teoria-general-de-costos-conceptos-y-principios-generales/>

Patrick MacLeamy con las curvas de costos⁶ (Macleamy, 2015) en las etapas del ciclo de vida de un proyecto.

Objetivo general

- Analizar los métodos más utilizados en la industria para estimar el costo de un proyecto según el nivel de madurez de los Modelos.

Objetivos específicos

- Analizar métodos de costos desde etapas tempranas.
- Integrar parámetros BIM al estudio de costos.
- Aplicar Estándares y Procesos a la Estimación de Costos.

Alcance

- Clasificación de Clases de presupuestos según AACE International.
- Aplicado a las etapas de diseño y construcción de un proyecto.
- Enmarcado a proyectos públicos desarrollados con metodología BIM.
- Según USO N°2 del Estándar BIM para proyectos públicos.
- Esta Tesina está enfocada con Metodologías y Estándares asociados a la Estimación de Costos con Modelos BIM.

⁶ <https://ingenieriaparadisfrutar.wordpress.com/2015/06/09/la-curva-de-macleamy-cuando-cuesta-menos-construir/>

Capítulo 1: Estado actual de la industria

El costo de un proyecto es definido por el Mandante o Consultor una vez terminada la etapa de Diseño de Detalle a través del método Unitario, que condiciona tener el proyecto lo más terminado posible con la finalidad de obtener las mediciones y poder asociar un costo por cada unidad de obra.

Nota:

El método unitario consiste en multiplicar cantidades de obra por precio unitario, obteniendo el total o importe de la Partida. Este método también es llamado pxq.

Errores más frecuentes detectados en la elaboración de presupuestos.

- Poca experiencia del equipo de estimación de costos.
- Deficiente información de proyectos entregados por el Mandante.
- Base de datos históricos no representativos.
- Mala aplicación de variables y parámetros.
- Modelos BIM con bajo nivel de información.
- Falta de Itemizado y Especificaciones Técnicas detalladas.

En la mayoría de los casos, el Mandante o Consultor no cuenta con la experiencia suficiente para desarrollar un presupuesto competitivo. Sumado a lo anterior, que en esta etapa los proyectos presentan un nivel de información insuficiente en la mayoría de los casos analizados.

El resultado obtenido se considera como presupuesto oficial, que sirve de referencia para llamar a licitación. Este presupuesto se realiza generalmente a partir de bases de datos referenciales, con precios tipo, que no siempre consideran los análisis de precios unitarios y que, en solo escasas excepciones contienen la metodología de trabajo y las cotizaciones de los recursos utilizados.

En este sentido, se corre el riesgo que el presupuesto oficial se encuentre muy lejos de los valores de las ofertas entregadas por los participantes en una licitación.

Alternativas:

1. Solicitar mayor financiamiento.
2. Abortar el proyecto.
3. Modificar el proyecto para reducir el costo.

Análisis de Indicadores utilizados en la actualidad, para proyectos de Edificación en etapa de Diseño de Detalle.

- UF/m2

Entender la Estructura de Costos para Conformar un Presupuesto.

El presupuesto se conforma con enfoques de distinta naturaleza.

Para elaborar una oferta económica a presentar en una licitación por parte del Oferente Proveedor se requiere que cumpla una serie de etapas desde el estudio hasta la presentación al Mandante.

Tabla 1: Etapas de elaboración de presupuesto

Etapas de Elaboración del Presupuesto			
N°	Etapas	Considera	Presupuesto
1	Elaboración	Armado	
2	Análisis	Metodología	Técnico
3	Revisión	Detección	
4	Ajuste	Permanencia	
5	Cierre	Estrategia	Comercial
6	Presentación	Oferta	Venta

Elaboración propia

En general, el Oferente Proveedor transforma los datos desde el presupuesto técnico para conformar el presupuesto de venta. Donde la presentación de la oferta a través de formatos exigidos por el Mandante, no representa el estudio, sino un presupuesto comercial, que define un negocio para la empresa que espera ser adjudicada.

Nivel de madurez de un proyecto BIM en la etapa de licitación.

Requisitos de modelado en un proyecto BIM para poder estimar el costo de un proyecto.

En la actualidad se espera que un Modelo BIM debe contener la información suficiente para extraer las mediciones y traspasarlas al Itemizado para conformar el Presupuesto.

Históricamente la etapa de diseño de detalle de los proyectos se termina de definir durante la ejecución de la obra, donde es común tener inconsistencias de distanciamientos normativos, choques entre elementos de diferentes especialidades y descoordinación en la secuencia constructiva por parte de los diversos especialistas involucrados. En este sentido, los oferentes que determinan el precio del proyecto en la etapa de licitación, consideran estas variables y son capaces de entregar una oferta económica sin tener la exactitud de los datos. En el contexto de un proyecto a Suma Alzada⁷ y sabiendo que durante la obra se producirán cambios y ajustes, y eventualmente producirán pérdidas y otros, con aumentos y adicionales de obra, que puede generar un margen complementario al definido en la etapa de licitación, en un contexto de negocio.

De lo anterior se resume que, para estimar el costo de un proyecto no es necesario que el modelo se encuentre totalmente terminado y libre de errores e inconsistencias, ya que la ingeniería de costos permite hacer estimaciones de costos bajo diferentes escenarios de información.

⁷ DS 75, Artículo 4, Punto 30, página 4.

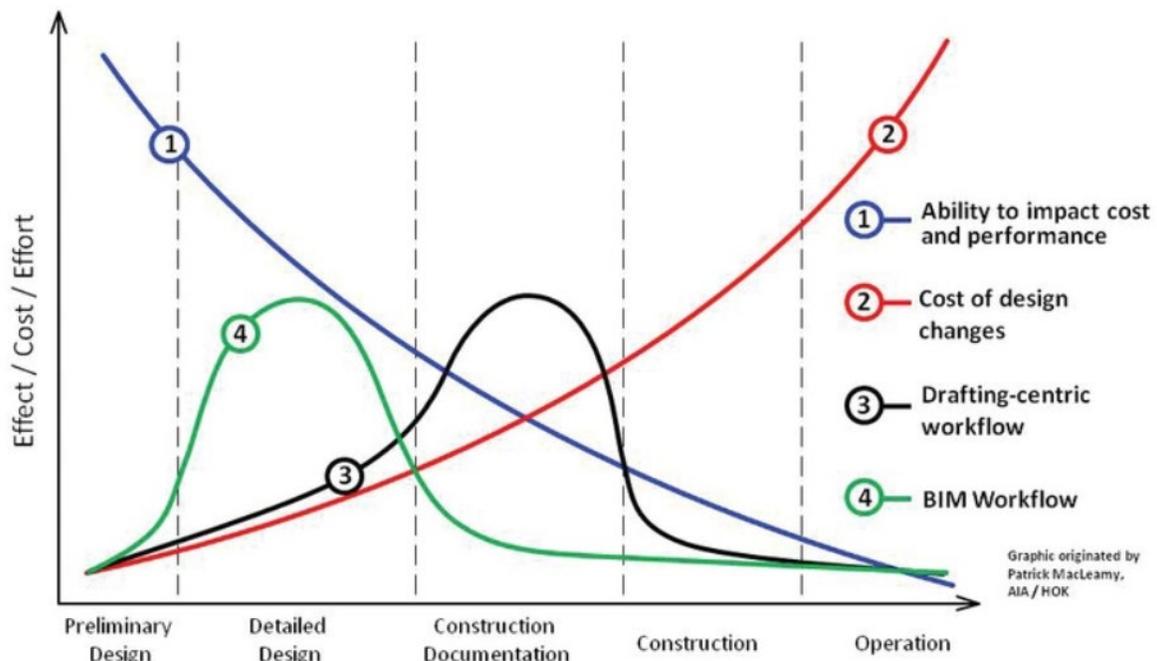
Capítulo 2: Marco teórico: Estimación temprana de costos.

Análisis gráfico de curvas del costo. (Macleamy, 2015)

Se presentan las consideraciones que en general la industria de la construcción realiza para la estimación de costos de un proyecto a partir de modelos BIM.

Las curvas de costos de MacLeamy propone la toma de decisiones y definición del proyecto desde etapas tempranas, que en general se asocian antes de la construcción, con el objetivo de evitar los cambios e indefiniciones durante la ejecución del proyecto, lo que puede evitar errores, aumentos de costos y plazos.

Ilustración 1: Gráfico Curvas de McLeamy



Fuente: <https://ingenieriaparadisfrutar.wordpress.com/2015/06/09/la-curva-de-macleamy-cuando-cuesta-menos-construir/>

Esfuerzo

Se sugiere definir y desarrollar el diseño, preferentemente en las etapas Anteproyecto y Básica.

Se espera eliminar las inconsistencias y errores de diseño. Además de disminuir los cambios durante el desarrollo de las obras.

Se espera que el esfuerzo esté concentrado en etapas preliminares para dar solución al proyecto antes de ser materializado.

Efecto

Mientras antes se resuelvan las dudas y definiciones del proyecto, mayor será el impacto para evitar sobrecostos, ya que, de esta forma se evitará resolver problemas y errores durante la etapa de ejecución.

Costo

Mientras más se tarde en definir el diseño, solucionar conflictos y errores en el proyecto, mayor es la posibilidad de aumentar los costos. Por lo tanto, se hace necesario la relación entre la solución temprana y el valor del proyecto, entregando mayor certeza en la estimación de costos con respecto a los gastos que debe realizar una empresa para materializar el proyecto.

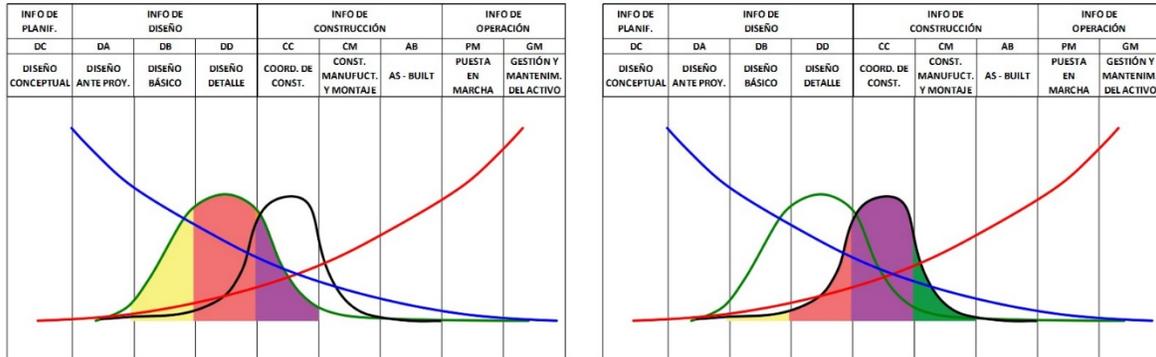
Modalidad de Contrato

- Suma Alzada
- Serie de Precios

Presupuesto

Considerado como la estimación del costo de forma anticipada a la etapa de Construcción (desde la mirada del Contratista Proveedor Adjudicado).

Ilustración 2: Aplicación Curvas de Costos según tipo de Contrato



Fuente: Investigación empresa Coste SpA.

La imagen representa la información que recibe un Contratista Proveedor Adjudicado y que tiene que recibir la información del proyecto para revisar, coordinar y planificar la futura obra, con muy poco tiempo antes de iniciar las obras en la etapa de Construcción.

El método unitario permite incorporar información detallada según las condiciones particulares del proyecto y la solución de metodología de trabajo definida por el contratista proveedor.

Se destaca que el método unitario presenta restricciones al momento de considerar el nivel de madurez de la información, ya que como el proyecto se encuentra en desarrollo, no se cumplen las condiciones mínimas para extraer las mediciones desde el Modelo, que aún no están definidas, ni modeladas.

Para dar solución a este requerimiento, es necesario incorporar nuevos métodos que no dependan solo de las variables de cantidad de información y de la extracción de mediciones desde el modelo.

Teoría del cambio

Se propone análisis y aplicación de curvas del gráfico de Patrick MacLeamy, el cual es citado recurrentemente en seminarios y cursos de metodología BIM, que muestra el comportamiento del Esfuerzo, Efecto y Costo durante el ciclo de vida del proyecto.

Se hace mención que el gráfico de MacLeamy muestra en el eje de abscisas las etapas, lo que se interpreta como el crecimiento de información según el Estado de Avance de los modelos (EAIM)⁸.

El Gráfico de curvas en el ciclo de vida de un proyecto, propone como se puede lograr una reducción del costo evitando los cambios en la etapa de construcción⁹, concentrando el esfuerzo en etapas tempranas e impactar en el costo del proyecto.

Tipos de cambio en un proyecto BIM

Con la implementación de la metodología BIM en el sector público, se ha apuntado a la reducción de sobrecostos¹⁰, esperando disminuir la cantidad de cambios durante la etapa de construcción.

Para contextualizar, mostraremos diversos tipos de “Cambio” según el tipo de agente y etapa del ciclo vida del proyecto.

Se entiende por un “Cambio” es la alteración y/o modificación de la información original del proyecto en cualquiera de sus etapas de diseño y construcción.

En general se entiende que un cambio genera aumentos de obra o adicionales según sea el caso, produciendo aumentos de plazos y costos durante la etapa de construcción.

En relación a lo anterior, se muestra parte de la investigación desarrollada sobre los cambios de un proyecto, basado en publicación de Empresa Coste SpA (www.coste.cl).

⁸ Estándar BIM para proyectos públicos, Capítulo 3, Punto 3.8, página 27.

⁹ <https://revistaconstruir.com/problemas-se-pueden-evitar-al-utilizar-bim/>

¹⁰ <http://biblioteca.cchc.cl/datafiles/37466-2.pdf>

Cambio sin modelar

Se produce durante la etapa de Diseño, corresponde al requerimiento por parte del Mandante para modificar el diseño del proyecto. Genera efectos sobre el costo del presupuesto oficial, pero no interviene el modelo 3D ya que aún no se lleva a cabo. Este cambio es el aplicado desde etapas tempranas, donde se sugiere, se deben realizar las definiciones del proyecto.

Esta forma de trabajo, es altamente eficiente, ya que logra un mejor resultado al concentrar el esfuerzo en etapas preliminares, lo que permite reducir el impacto sobre el diseño terminado, para modificarlo en reiteradas ocasiones, hasta lograr una solución que se encuentre en sintonía con los requerimientos técnicos y financieros del proyecto.

Cambio con impacto en el modelo

Se produce en etapas de diseño, especialmente básica y detalle, donde se genera la integración y colaboración de diferentes especialidades. Este “Cambio” provoca modificaciones en los Modelos 3D, donde considera el uso de recursos en hh (esfuerzo) y tiempos adicionales en generar la corrección y/o modificación necesaria.

Estas alteraciones del proyecto original provocan impactos en el costo del proyecto y debe ser considerada en el presupuesto oficial.

Se requiere que los cambios en el modelo sean complementados con información no gráfica que represente las modificaciones y el estado actual del proyecto, para que los oferentes que participen puedan elaborar su oferta con datos representativos y consistentes entre la información recibida, el presupuesto y la obra por ejecutar.

Cambio en información no gráfica

Esta modificación no tiene impacto sobre la modelación gráfica 3D, pero sí la tiene sobre la información no gráfica, con las siguientes alternativas de información.

- Gráfica no modelada.
- Paramétrica.
- Metodológica.
- Documental.

Estas modificaciones presentan un importante impacto en el costo del proyecto, principalmente en las cotizaciones, ya que en general la documentación contiene detalles de Especificaciones y Cartillas Técnicas de suministros, equipos y materiales para ejecutar la futura obra.

Cambio de obra ejecutada

Se realiza en la etapa de construcción, donde parte de la obra ya se ha materializado, lo que requiere que se realicen desarmes y/o demoliciones de obras ejecutadas, para luego corregir el error y volver a realizar el procedimiento con la nueva información.

Estos cambios no se encuentran en la información entregada por el Mandante, ni tampoco en el presupuesto por parte del Proveedor durante la etapa de Licitación.

En general, estos problemas son detectados durante el desarrollo de la obra gruesa, lo que obliga a realizar modificaciones de las instalaciones que se ejecutan en etapas posteriores.

Este “Cambio” tiene un fuerte impacto en plazos y costo de obra, donde es importante analizar el grado de responsabilidad de las partes involucradas.

Donde se debe considerar la información documental, como el tipo de contrato, Bases Administrativas y Decreto Supremo 75 que define el Reglamento para Contratos de Obras Públicas.

En las Bases Administrativas existe un documento que resume los requerimientos definidos por el Mandante llamado Anexo Complementario.

Adicionalmente, en los formatos y entregables para presentarse a la licitación, se tiene documentación Administrativa, Técnica y Económica.

En la parte Administrativa se debe entregar Declaración Jurada donde el Oferente se responsabiliza que ha revisado y validado completamente la información del proyecto entregada por el Mandante y que está total y absolutamente conforme, donde no se tiene reparos y que su oferta considera todos los requerimientos del proyecto.

La complicación por parte del Oferente Proveedor que puede traer inconvenientes en el desarrollo del proyecto, es que se hace responsable, entregando documento Declaración Jurada que es un requisito para participar en la licitación.

El Oferente Proveedor entregará el documento firmado, aunque tenga dudas, siempre tratará de adjudicarse el proyecto en un escenario de licitación y cualquier problema tratará de arreglarlo durante el desarrollo de la futura obra, ya con el contrato firmado. Lo que está en relación con el proceso definido por el Mandante, ya que la definición de adjudicación en la mayoría de los casos se define por la variable más significativa: El Costo de la Oferta.

[Cambio de obra sin ejecutar](#)

Modificación de parte del proyecto en la etapa de construcción, pero que aún no se ha ejecutado, permitiendo la corrección de la información sin considerar incremento de plazos, ni costos por aumentos o adicionales de obra.

Esta alteración no genera sobrecostos, ya que no involucra trabajos de construcción, sino que solo coordinación de las partes involucradas para definir las soluciones del proyecto, situaciones que en general se resuelven con reuniones de obra con Especialistas, Modelador, Coordinador, jefe de oficina técnica y Profesionales de terreno.

Estimación de Costos

Una forma de lograr la estimación de costos desde etapas tempranas es en primer término, definir el proyecto de forma anticipada, lo que trae problemas de acumulación de información difícil de procesar y administrar, por lo que esta solución podría eventualmente generar aún más problemas.

Otra alternativa, es avanzar con las diferentes especialidades realizando integración en un ambiente colaborativo y coordinando los diferentes modelos en un espacio común de datos.

Como la definición del proyecto en su etapa de diseño se termina de desarrollar durante la etapa de construcción lo que genera muchos problemas, errores, inconsistencias, aumentos de plazos y costos. Aparece la posibilidad de eliminar o al menos disminuir la cantidad de errores de choques o interferencias de colisiones por parte de las diferentes especialidades que se integran a través de un modelo central o un formato federado.

De lo anterior, la estimación de costos debe abordarse con diferentes enfoques, los que deben ser definidos en el PEB por parte del Mandante para calcular el presupuesto oficial. Que corresponde a la estimación del valor del proyecto de forma anticipada a la licitación y con un “matiz de simulación” para estar sintonizado con los valores que se manejan en el mercado.

Aquí aparecen una serie de problemas e inconsistencias para poder obtener el valor referencial de costo, principalmente por la metodología utilizada.

Actualmente, el método utilizado para la estimación del presupuesto Oficial es el unitario, que es un método que permite hacer un detallado análisis de costos en relación a las cantidades extraídas desde el modelo. Sin embargo, también requiere que el proyecto esté con un alto nivel de terminación, lo que dificulta su uso desde etapas preliminares donde la información está en desarrollo.

Se hace fundamental conocer la teoría de costos para poder identificar los costos y sobrecostos de un proyecto basado en metodología BIM.

Formato Control de Cambios

Tabla 2: Control de cambios

Fecha	Detalle	Etapas	Responsable	Tipo	Costo	Plazo	%Inc.	Obs.
		Anteproyecto						
		Básica						
		Detalle						
		Coordinación						
		Construcción						
		As Built						

Fuente: Investigación empresa Coste SpA.

Fecha : Fecha que se reporta el cambio.

Detalle : Partida del Presupuesto o Actividad del Cronograma

Etapas : Según EAIM

Responsable: Agente que debe asumir el cambio.

Tipo : Modalidad de cambio.

Costo : Valor producido por el cambio.

Plazo : Tiempo de retraso producido por el cambio.

% Incidencia : Porcentaje del costo con respecto al Costo Directo debido al cambio realizado.

Observación : Detalle de los motivos y condiciones del cambio.

Capítulo 3: Estándares aplicados estimación de costos

Estándar BIM para Proyectos Públicos

Según el Estándar BIM¹¹, USO N°2 Estimaciones de Cantidades y Costos (Plan BIM, 2019, pág. 53), se tiene “Proceso de utilización de la información de uno o más **modelos BIM** para **extraer cantidades** de componentes y materiales del proyecto y, en base a esta información, el **costo** de un proyecto en sus distintas etapas, siendo más eficiente desarrollarlo desde las **etapas tempranas**. Esto permite prevenir posibles costos y tiempos adicionales por errores y/o modificaciones al proyecto”.

El estándar sugiere que las cantidades deben ser obtenidas desde el modelo y en base a esta información, agregar el costo, siendo más eficiente desarrollarlo desde etapas tempranas, lo que aparece como una contradicción, ya que para obtener el presupuesto se requiere de las Mediciones de componentes geométricos, que en etapas tempranas aún no están definidos y también propone aplicar el costo, donde no se define bajo qué condiciones debe realizarse. De lo anterior, se interpreta que el estándar sugiere el método unitario, a través de las cantidades de unidades de obra, asigna un costo y obtiene el presupuesto del proyecto. Lo que no cumple con el requerimiento que la industria necesita para analizar y definir los costos de un proyecto BIM desde etapas tempranas.

Se destaca que el método unitario no es el único para desarrollar presupuestos, donde existen otros métodos como Sintético y Estimaciones Operativas.¹²

El contrato a Suma Alzada requiere que el proyecto se encuentre con la cantidad y calidad de información suficiente para estimar el costo, donde el Mandante traspasa el riesgo al Proveedor Oferente en la etapa de licitación y éste lo devuelve en el costo en la oferta al Mandante.

¹¹ Estándar BIM para proyectos públicos, Plan BIM.

¹² Mediciones y Presupuestos, Fernando Valderrama, edición 2010, editorial Reverté.

El Uso N°2 del Estándar BIM se muestra aplicado de forma transversal durante todo el ciclo de vida del proyecto, no detallando métodos o procesos para determinar el costo. Tampoco, define, ni propone protocolos de reportes o entrega de información del costo entre los diferentes agentes o participantes en el proyecto.

De lo anterior, se concluye que como el Estándar tiene solo una visión general respecto al costo de un proyecto a través del USO N°2, entonces se hace necesario complementar con procesos y estándares aplicados para la estimación de costos para la etapa de diseño y Construcción de un proyecto, según el alcance definido.

El NDI¹³ Nivel de Información determina el grado de profundidad de la información geométrica y no geométrica contenida entidades de un modelo BIM, según el estado de avance de la información de los modelos que se requiera. (Plan BIM, 2019, pág. 27).

El NDI para la etapa de Diseño temprano, como Anteproyecto o básica, tiene un mínimo para el tipo de Entidad, según la tabla que relaciona las Entidades con las Etapas del Crecimiento de la Información de los Modelos. (Plan BIM, 2019, págs. 64-65).

Según el Estándar BIM para proyectos públicos, la información se agrupa en 25 USOS, los cuales tienen información paramétrica 15 TDI¹⁴ Tipo de Información. Que corresponde a Grupos de datos que están contenidos en los modelos.

¹³ Grado de profundidad de la información contenida en los modelos, con valores entre 1 y 6.

¹⁴ Grupos de datos paramétricos de los modelos, separados en 15 grupos.

Equipo con capacidades BIM respecto de:

Se complementa las Capacidades definidas en el USO N°2 que consideran desde el F-18 al I-27.

- Fundamentos de ingeniería de costos
- Capacidad de negociación
- Análisis de partidas relevantes
- Secuencia constructiva
- Metodología de trabajo (obra)
- Análisis de riesgos
- Uso software de Costos

[Requisitos para estimar el costo de un proyecto](#)

Basándose en el estándar BIM para proyectos públicos para estimar el costo de un proyecto es necesario obtener las mediciones desde el o los modelos para agregar el costo. Este procedimiento se relaciona con el método unitario que define el pxq.

Elementos que se sugiere sean incorporados al estándar para lograr un mejor manejo y estimación del costo de un proyecto BIM.

En general el Estándar BIM para proyectos públicos no considera un tipo de Modelo, ni tampoco información particular para lograr la estimación de cantidades y costos a partir del modelo BIM.

Por lo que en este documento se espera presentar algunos requerimientos básicos de modelos de información y procesos de extracción de datos para elaborar el presupuesto y desarrollar la estimación de costos.

En la mayoría de las herramientas tecnológicas la integración de los modelos con el presupuesto solo está en relación a la extracción de mediciones de los componentes geométricos y datos paramétricos. Sin embargo, en el levantamiento realizado no se ha detectado en ninguno de los casos la integración de métodos o procesos de estimación de costes. En este sentido, se cree que las casas de software especializado en costos solo se remiten a la obtención de mediciones y

dejan para el usuario la estimación del coste. Aquí aparece el análisis del funcionamiento histórico de la industria de la construcción para elaborar y, analizar y estimar el coste de un proyecto, ya que se entiende que el BIM solo considera hasta la primera parte, dejando espacio en un marco analógico por parte del usuario considerando el criterio y toma de decisiones.

Relevancia de TDI¹⁵ en una licitación pública.

Un modelo considera gran cantidad de datos, que en general se toma como lo más importante la información gráfica.

Esta visión de datos “visibles” de alguna manera tapa la información no gráfica, que se representa en los modelos principalmente a través de la información paramétrica, la cual, en términos formales, el Estándar BIM para proyectos públicos los agrupa en quince segmentos que representan la relación con cada uno de los USO BIM.

Cada vez que se utiliza un parámetro, éste debe ser leído y compartido por toda la cadena de participantes que acceden a esta información dentro de un proyecto.

Esto que parece obvio y simple, tiene un alto grado de sofisticación, ya que además del tema técnico, es fundamental que los diversos usuarios reconozcan y clasifiquen esta información de igual forma. Por este motivo es fundamental definir un Estándar para cada uno de los parámetros utilizados.

Uso de información no gráfica de parámetros para integrar y organizar el presupuesto y los elementos de los Modelos.

Análisis de las curvas de MacLeamy y su adaptación a las condiciones particulares del proyecto.

Informes y reportes protocolares exigidos en las bases de mercado público por el Mandante.

Sobre el Anexo complementario.¹⁶

¹⁵ Estándar BIM para proyectos públicos, Capítulo 3, Punto 3.24, página 28.

¹⁶ https://www.mop.cl/papel/descargables/Resolucion258_2009.PDF

Sobre el Plan de Ejecución Pre Contrato exigido por el Mandante según las SDI Solicitud de Información.

Sobre la definición de costo por parte del Oferente (Proveedor).

Sobre el proceso de negociación para proyectos del sector privado.

Ejemplo del estudio de una licitación para un proyecto bajo metodología BIM.

La información que el Mandante entrega en un proceso de licitación para construcción corresponde a la siguiente documentación, con la cual, los oferentes deben revisar y preparar una oferta para postular a la adjudicación del contrato.

Sobre el polinomio de adjudicación y requisitos y condiciones que los oferentes deben cumplir para participar en el proceso.

Sobre los protocolos de entrega de información según las exigencias del mandante en el proceso de licitación, definida en las Bases Administrativas y basadas en el DS 75¹⁷.

Nota:

Basado en Estándar de Clasificación de Costos de la AACE International y Métodos de estimación según empresa Coste SpA.

Análisis de información obtenida desde el Modelo BIM y su incidencia con respecto al presupuesto según el PVN (precio venta neto).

Términos de referencia (TDI) aplicadas al costo de un proyecto.

La Matriz de Información de Entidades de Plan BIM, muestra los TDI en relación a los NDI.

Adicionalmente, se debe considerar la Tabla 10 del Estándar BIM para Proyectos Públicos, que considera el NDI en relación entre el EAIM y Entidades.

¹⁷ Decreto Supremo 75.

Parámetros según la Matriz de Información, Plan BIM.

TDI F

Requerimientos y estimación de costos

Ilustración 3: Matriz de Información de Entidades

The screenshot displays the 'Matriz de Información de Entidades' (Matrix of Information Entities) in PlanBIM software. The interface is organized into columns for TDI (Task Definition Information) and NDI (Network Definition Information). The TDI-F section, which includes 'Requerimientos y Estimación de Costo' (Requirements and Cost Estimation), is highlighted in yellow. The matrix lists various tasks such as 'Conceptual Cost', 'Detailed Cost', 'Material Cost', and 'Installation Cost', along with their corresponding network definitions (NDI-1 through NDI-6). The PlanBIM logo and version information (02, junio de 2019) are visible at the top left of the window.

Fuente: Plan BIM Corfo, www.planbim.cl

Software de estimación de costos basado en modelos BIM

- Presto, RIB Spain
- Arquímedes
- Ondac Evolution
- TCQ
- Arquímedes
- Primus, ACCA.

Estándar de Estimación de Costos

Según la AACE International (American Association of Cost Engineering), Asociación Americana de Ingeniería de Costos, fundada originalmente como la “Asociación para el Mejoramiento de Ingeniería de Costos” en 1956 durante una Junta en la Universidad de New Hampshire, Estados Unidos¹⁸, define una clasificación de cinco clases de Estimación de Costos.

Método Paramétrico

Clase	Etapa	Tipo	Método	Avance Proyecto	Precisión
5	Conceptual Anteproyecto	Estimación temprana	Paramétrico	0% - 2%	-20% a -50%, +30% a +100%

Requisitos

Especificaciones técnicas referenciales

Cantidades de obra, solo magnitudes generales.

Cálculo de recargos

Se agrega como un factor de incremento que puede ser prorrateado o considerado de forma externa, obtenido desde datos históricos.

Variables e Indicadores (ejemplo Cesfam – Hospital)

Población beneficiada en atención.

- Cantidad de m2 por cama.
- Valor UF por m2 de superficie construida.
- M3 hormigón por m2 de superficie

¹⁸ AACE International, Wikipedia en español.

Método Sintético

Clase	Etapas	Tipo	Método	Avance Proyecto	Precisión
4	Anteproyecto Básica	Estimación temprana	Preliminar $p \times q$	1% - 15%	-15% a -30%, +20% a +50%

Requisitos

Especificaciones técnicas Arquitectura (generales).

Lista de Capítulos y Partidas Obra Gruesa.

Cantidades de obra, solo magnitudes generales.

Cálculo de recargos

Se agrega como un factor de incremento que puede ser prorrateado o considerado de forma externa, obtenido desde datos históricos.

Método Referencial

Clase	Etapas	Tipo	Método	Avance Proyecto	Precisión
3	Anteproyecto Básica	Estimación temprana	Preliminar APU	10% - 40%	-10% a +30%

Requisitos

- Especificaciones técnicas Arquitectura y Estructuras (generales).
- Lista de Capítulos y Partidas Arquitectura y Obra Gruesa.
- Información de especialidades (generales)
- Cantidades de obra, solo magnitudes generales.

Cálculo de recargos

- Se agrega como un factor de incremento que puede ser prorrateado o considerado de forma externa, obtenido desde datos históricos.

Método Unitario

Clase	Etapas	Tipo	Método	Avance Proyecto	Precisión
2	Detalle	Presupuesto Oficial	P x Q	30% - 70%	-5% a -15% +5% a +20%

Requisitos

- Especificaciones técnicas Arquitectura y Estructuras y especialidades.
- Término de Diseño Detalles.
- Lista de Capítulos y Partidas Arquitectura (Itemizado)
- Definición tipo de contrato.
- Información de especialidades
- Cantidades de obra en detalle.

Cálculo de recargos

- Estimación de costos indirectos simulados.

Método Oferta

Clase	Etapas	Tipo	Método	Avance Proyecto	Precisión
1	Detalle	Oferta Licitación	P x Q	50% - 100%	-3% a -10%, +3% a +15%

Requisitos

- Especificaciones técnicas Arquitectura y Estructuras y especialidades.
- Término de Diseño Detalles.
- Lista de Capítulos y Partidas Arquitectura (Itemizado)
- Definición tipo de contrato.
- Información de especialidades
- Cantidades de obra en detalle.

Cálculo de recargos

- Estimación de costos indirectos y Utilidades.

Capítulo 4: Presupuestos

Estructura de un presupuesto

Corresponde a la organización de la información del presupuesto, la que puede estar basada en diferentes estructuras.

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
------	-------------	--------	----------	-------------	----------

Corresponde a los campos mínimos del documento Itemizado para presentar un presupuesto.

Estructura jerárquica

- Capítulos
 - Subcapítulos
 - Partidas
 - Recursos (Familias)
 - Materiales
 - Mano de Obra
 - Maquinarias
 - Otros
 - Subcontratos

Que corresponden a las cinco (5) tipos de recursos de familias en un presupuesto.

Métodos de Presupuestos

Ilustración 4: Tipos de Presupuestos según EAIM

INFO DE PLANIFICACIÓN	INFO DE DISEÑO			INFO DE CONSTRUCCIÓN			INFO DE OPERACIÓN	
DC	DA	DB	DD	CC	CM	AB	PM	GM
DISEÑO CONCEPTUAL	DISEÑO ANTEPROY.	DISEÑO BÁSICO	DISEÑO DETALLE	COORD. DE CONST.	CONST. MANUFACT. Y MONTAJE	AS-BUILT	PUESTA EN MARCHA	GESTIÓN Y MANTENIM. DEL ACTIVO
Paramétrico								
	Sintético							
		Referencial						
			Unitario					
				Oferta				

Se consideran tres (3) tipos de presupuesto para una licitación.

- Técnico
- Comercial
- Presentación

Etapas de un presupuesto¹⁹

Se han definido seis etapas para desarrollar un presupuesto.

1. Elaboración
2. Análisis
3. Revisión
4. Ajuste
5. Cierre
6. Presentación

¹⁹ Fuente Investigación empresa Coste SpA.

Métodos generales para desarrollar presupuestos

1. Sintético
2. Unitario
3. Estimaciones operativas

El método Sintético corresponde al cálculo basado en datos históricos y referenciales para elaborar un presupuesto.

No tiene estructura y su valor generalmente está asociado a objetivos.

- Coste/m²
- Coste/ número camas Hospital
- Coste/número de habitaciones Hotel
- Coste/número butacas Estadio

El método Unitario está basado en el análisis, el cual considera las exigencias del Cliente y la metodología de trabajo en relación a la experiencia y los recursos disponibles.

Requiere que el proyecto se encuentre terminado para extraer las mediciones para agregar el costo unitario y obtener el total de la partida.

El método Pragmático considera componentes mixtos asociados a los dos métodos anteriores.

Extracción de mediciones desde un Modelo BIM

En este apartado esperamos analizar la relevancia de las mediciones obtenidas desde un modelo BIM y en consideración con la calidad de información según el Estado de Avance de los Modelos.

Además, se propone que un presupuesto para mejorar su revisión y uso de información en la etapa de construcción, es que el presupuesto de licitación contenga la metodología de trabajo, que es cómo una empresa resuelve el requerimiento del Mandante para desarrollar una actividad, considerando la experiencia y los recursos disponibles.

Por lo anterior, las mediciones no resuelven el problema completamente. Entonces podemos entender un presupuesto como un conjunto de elementos que integrados permite elaborar un presupuesto para presentar una oferta económica.

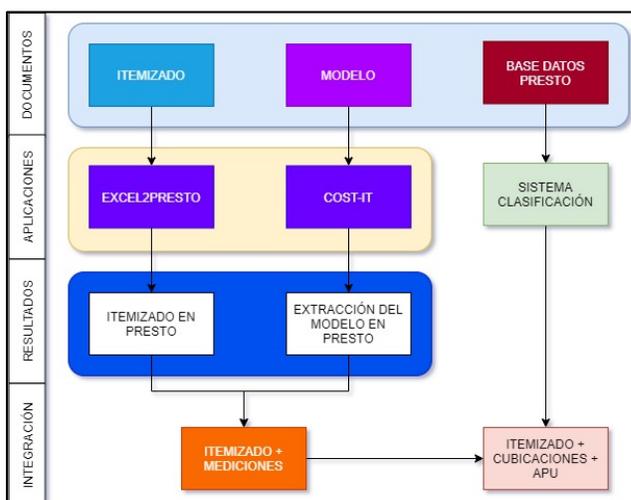
Extracción de Mediciones desde el Modelo BIM

Complementado con Bases de Datos de Análisis de Precios Unitarios con resultado vinculado al Modelo.

Elaboración de presupuestos desde modelos BIM

Uso de Revit y Presto

Ilustración 6: Esquema Presupuesto desde un Modelo BIM



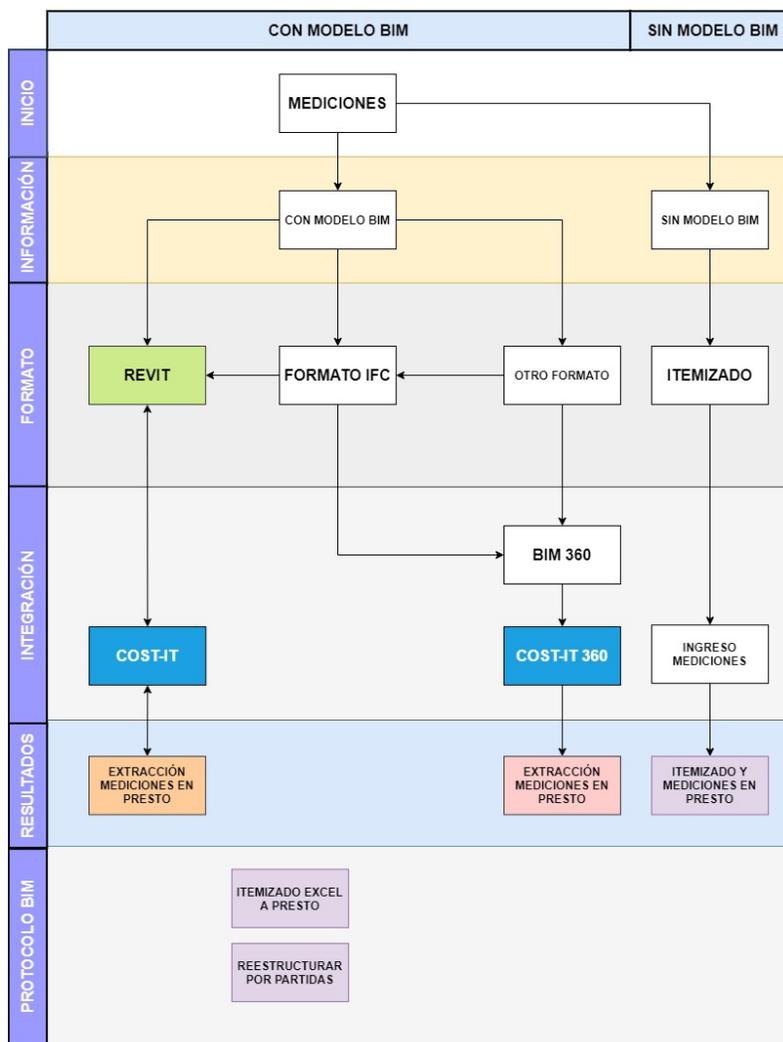
Fuente: Coste SpA

Análisis de precios unitarios

Se hace notar, que el informe análisis de precios unitarios corresponde a un informe muy antiguo utilizado en nuestra industria de la construcción, el cual representa el costo por unidad de la partida, conteniendo la descomposición de los recursos a utilizar separadas al menos en tres grupos de familias básicas.

- Materiales
- Mano de obra
- Maquinaria y equipos

Mediciones desde los Modelos BIM



Fuente: Coste SpA

Cierre de una oferta

Corresponde a la definición del valor de la oferta a presentar, la que tiene una doble finalidad.

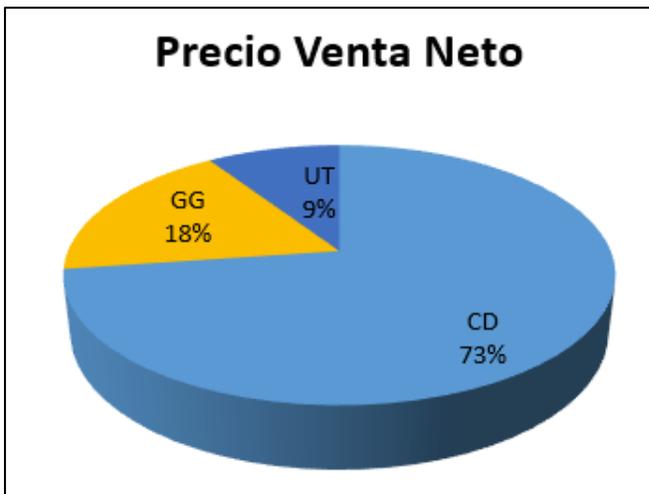
- El mayor precio posible, para generar una oportunidad de negocio.
- El menor precio posible, para tener mayores posibilidades de adjudicación.

Estudio y Presentación a una Licitaciones Pública con Modelos BIM

Análisis de Incidencia de BIM en el costo de un proyecto.

CD	:	Costo Directo	73%
GG	:	Gastos Generales	18%
UT	:	Utilidad	9%

Ilustración 7: Análisis PVN Ofertas de Licitación Cesfam



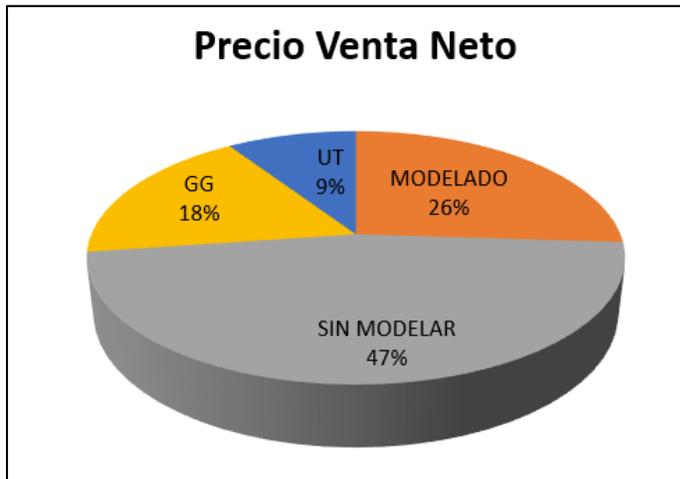
Fuente: Coste SpA

Incidencia de la información del Modelo BIM en el presupuesto

CDa : Costo Directo Modelado 26%

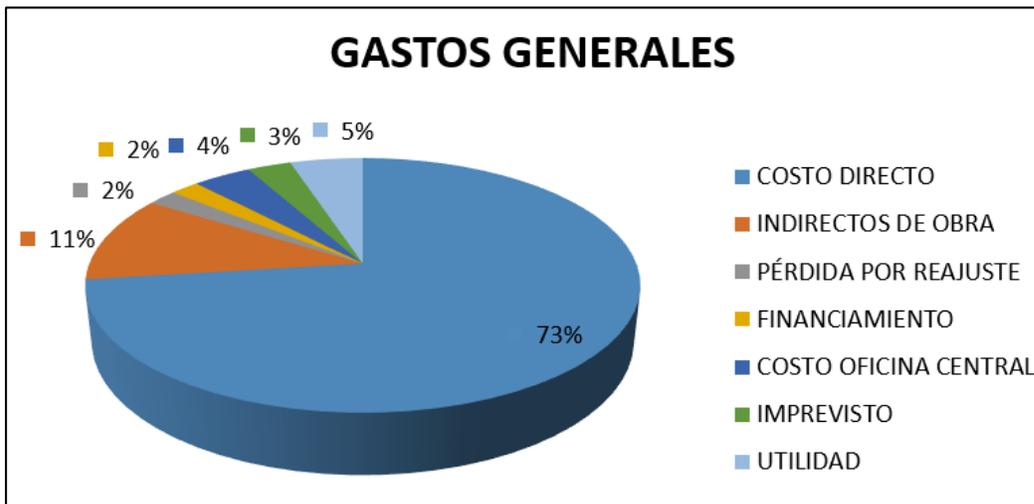
CDb : Costo Directo Sin Modelar 47%

Ilustración 8: Análisis Incidencia en el costo de Modelado Cesfam



Fuente: Coste SpA

Ilustración 9: Distribución Gastos Generales



Fuente: Coste SpA

Métodos para elaborar presupuestos de proyectos BIM.

La estimación de costos de un proyecto consiste en la definición de la oferta económica llevada al valor del precio sobre los servicios prestados por una empresa constructora que ejecutará el proyecto a entera satisfacción el Cliente según los requerimientos e información entregada.

El Oferente Proveedor considera su experiencia y conocimiento para preparar una oferta que garantice contar con los recursos para dar solución técnica a los requerimientos del proyecto.

Herramientas tecnológicas para cubicar y estimar el costo a partir de modelos BIM.

La extracción de mediciones corresponde a obtener el detalle de las cantidades de unidades de los elementos y componentes modelados.

Para traspasar las mediciones desde el Modelo BIM al presupuesto es necesario homologar los componentes desde los modelos con las partidas²², relación que hasta hoy no se ha definido una integración automatizada, principalmente por no contar con una definición de un estándar que permita unir las estructuras y sistemas de clasificación de los presupuestos y la información de los modelos.

En general se entiende que los presupuestos es solo un número con un enfoque comercial que solo tienen la relación de la cantidad de unidades geométricas y un precio que en general se obtiene de una lista predefinida.

A mi entender, la elaboración de un presupuesto no puede estar más alejada del procedimiento definido en el párrafo anterior, ya que lo relevante en la elaboración de un presupuesto es recoger la información y complementarla con los procesos para definir el costo de un proyecto con el fin de determinar un precio para entregar la oferta económica al mandante en el proceso de licitación.

Entonces, un presupuesto considera información de distinta naturaleza.

²² NCh 1156:2018, Capítulo 3, Punto 3.7, página 6.

El BIM considera información referida al costo.

- Gráfica
- No gráfica
- Documental

Donde la información NO gráfica corresponde a:

- Gráfica no modelada
- Paramétrica
- Metodológica

La información No BIM

Considera la información asociada a:

- Riesgo
- Estrategia comercial

Análisis de Gastos Generales

- Imprevistos
- Financiamiento
- Costo oficina central
- Pérdida por reajuste
- Utilidades

Conformación de una oferta y su presentación formal al Cliente.

Estructura de estudio

- Costo directo
- Costos indirectos
- Gastos generales

Total Venta Neto = CD + CI + GG

Todos los elementos de gastos generales se calculan con respecto a la venta neto.

Estructura presupuesto entrega al Cliente

- Costo directo
- Gastos generales
- Utilidad

Total Venta Neto = CD + GG + UT

Los gastos generales y utilidad se presentan por separado con respecto al costo directo.

Es posible disminuir los sobrecostos con el uso de la metodología BIM.

El Estándar BIM para proyectos públicos a través de su USO N°2 para Estimación de cantidades y costos, no sugiere, profundiza o detalla métodos para llegar a los costes basado en la información desde los modelos. Por lo tanto, solo se incorpora la información de las mediciones geométricas desde los modelos al presupuesto, realizando una transformación y ajuste manual para homologar las mediciones desde componentes y elementos de los modelos hasta las partidas del itemizado²³. De lo anterior, se concluye que los modelos no cuentan con información integrada con los presupuestos y éstos no se relacionan con los modelos más allá de las mediciones que están modeladas.

²³ https://www.minvu.cl/wp-content/uploads/2019/05/Res_7713-16062017_Itemizado-Tecnico.pdf

Esto provoca deficiencias y errores que deben solucionarse dentro de la etapa de construcción, ya que el Oferente Proveedor pasa a la categoría de Contratista Proveedor solo una vez que recibe la carta de adjudicación y firma el contrato con el mandante.

Precios Unitarios Convenidos.

Los precios unitarios convenidos son los precios ofrecidos en la propuesta del licitante adjudicataria, los que eventualmente podrían ser corregidos en el caso que se aplicara el criterio de Presupuesto Compensado.²⁴

Extracción de cantidades en Revit.

Obtener las mediciones desde los Modelos, que a través de la estructura de Revit²⁵ permite estructurar y clasificar la información.

- Categoría
- Familia
- Tipo
- Elemento

Esta estructura considera una estructura jerárquica de los componentes modelados y sus parámetros asociados.

De esta forma, al extraer las mediciones se puede visualizar de diferentes configuraciones para organizar y presentar los datos, combinando información geométrica, localización, parámetros complementarios u otra información asociada al elemento.

Esta planilla de mediciones se puede visualizar desde Revit o exportar a otra plataforma, por ejemplo, en Excel. Lo que permite que las mediciones puedan ser procesadas para obtener la información deseada. Bajo estos resultados, se puede conectar la información obtenida con el presupuesto a través de las partidas del itemizado.

²⁴ DS 75, Artículo 4, Punto 43.

²⁵ <https://especialista3d.com/familias-de-revit/>

Extracción de cantidades con Presto

Se obtienen las mediciones bajo una estructura tipo desde Revit o archivo IFC a Presto. Es necesario homologar con el Itemizado y su sistema de clasificación, teniendo el cuidado que las unidades extraídas desde el modelo coincidan con las del presupuesto.

Desde el Modelo en Revit

- Familias
- Tipos
- Elementos

En el Presupuesto en Presto

- Capítulos
- Partidas
- Mediciones

También es posible utilizar otras formas para determinar los elementos que serán seleccionados en el modelo Revit.

- Por Espacios
- Por Niveles
- Por sectores
- Por habitaciones

Definidos según la información no gráfica y paramétrica de los componentes del modelo.

Estimación de Costos

Se puede estimar el costo de un proyecto en Revit según el Estándar BIM para proyectos públicos.

Es posible realizar un análisis de una oferta económica a través de Revit.

Es posible entregar los informes que exige el mandante a través de un software BIM de edición gráfica.

Formatos de entrega de información para la presentación de una forma, según las bases administrativas del proyecto y el DS 75.

- Carta oferta
- Declaración jurada
- Programa de obra
- Flujo de caja
- Presupuesto itemizado
- Análisis de precios unitarios
- Detalle Gastos Generales

Lo que se ha desarrollado hasta ahora, es la generación de recomendaciones para elaborar el Modelo para utilizarlo en mediciones y presupuestos en cualquier fase del proyecto.

Como estimar el costo de un proyecto a través de la Metodología BIM.

Se analizar las sugerencias del Estándar BIM para proyectos públicos, a través del USO N°2 de Estimación de Cantidades y Costos, el cual detalla solo que las mediciones pueden o deben ser extraídas desde los modelos, pero cuando se refiere al costo, solo se interpreta que esta información debe ser incorporada, no detallando como realizar este procedimiento.

El método que se interpreta desde el USO N°2 para la elaboración del presupuesto es el Método Unitario, que deriva para nuestra industria en el Método de Análisis de Precios Unitarios, que corresponde al análisis de la cantidad de unidades de recursos por unidad de la partida.

En este sentido, considero importante detallar este método para elaborar presupuestos.

En general, un presupuesto se realiza cuando se cuenta con la información detallada del proyecto, sin embargo, esto no siempre ocurre y se deben buscar

métodos complementarios para poder elaborar un presupuesto bajo un rango de seguridad al menos acotado, en función de un futuro negocio.

Se hace notar, que el informe análisis de precios unitarios corresponde a un informe muy antiguo utilizado en nuestra industria de la construcción, el cual representa el costo por unidad de la partida, conteniendo la descomposición de los recursos a utilizar separadas al menos en tres grupos de familias básicas.

- Materiales
- Mano de obra
- Maquinaria y equipos

Un análisis de precios unitarios tiene ciertas características, donde se detallan algunas de ellas.

Un precio unitario de una partida corresponde al coste de una unidad.

Este precio unitario al provenir de una descomposición donde se consideren los recursos necesarios para llevar a cabo el requerimiento del Cliente para “una” unidad (Cantidad = 1) de la partida se llama análisis de precio unitario y es parte de los informes exigidos por las bases en la entrega de una oferta por parte del proveedor postulante en la entrega de la oferta económica en una licitación pública y privada de nuestra industria.

La cantidad a nivel de partidas se llama “Cubicaciones” en Chile, “Mediciones” en España y “Metrados” en Perú, “Cómputos” en Argentina con la misma finalidad.

Se entiende que los Proveedores (oferentes) realizan el precio unitario con descomposición de recursos para cada partida para tener un estudio más detallado y de esta forma obtener un presupuesto más aterrizado en relación las exigencias del proyecto y las posibilidades y estimaciones del proveedor.

Sin embargo, en la mayoría de los casos se confunde el análisis de la elaboración de precios descompuestos. Ya que un análisis en la mayoría de los casos corresponde al detallado razonamiento técnico para dar solución al requerimiento del Cliente en una partida en particular, lo que el Proveedor desarrolla y analiza una

metodología de trabajo que considera las exigencias del proyecto, experiencia y recursos disponibles para las partidas relevantes o incidentes del proyecto.

Un error recurrente en la conceptualización de un análisis de precio unitario es que resuelve el precio y la cantidad de recursos a través del rendimiento por unidad de obra, basado en que la unidad representa el todo independiente de la cantidad total considerada.

En este sentido, se aclara que el concepto de precio unitario debe aterrizar a las condiciones del presupuesto, teniendo diferentes aplicaciones y alcances según el tipo de agente durante el ciclo de vida del proyecto y el crecimiento de la información.

Donde el precio unitario es un valor determinado por las condiciones particulares de cantidades y rendimientos de recursos para una partida de condiciones y cantidad conocidas. Por lo anterior, bajo el método unitario, no es posible estimar el valor de un precio unitario, sin conocer primero la cantidad de unidades de la partida.

El método unitario presenta complicaciones e induce a errores por su naturaleza, ya que considera la solución para una partida en particular como si fuese un proyecto en particular, sin considerar otras partidas en el proyecto.

Otro error del método unitario es que no comparte recursos entre diferentes partidas, calculando los recursos necesarios para dar solución a una sola partida y sin aprovechar la posibilidad de compartir recursos para actividades paralelas o simultáneas.

Estos problemas se solucionan con métodos complementarios definidos claramente en el proceso de estimación de costos para una licitación, incorporando los procesos de Revisión y ajuste de un presupuesto.

Sobre la presentación de una oferta económica en una licitación pública.

Se recomienda seguir rigurosamente el procedimiento definido para cumplir todas las etapas y tener instancias de revisión y validación de la información, ya que

cualquier error de forma o fondo puede dejar fuera de bases y quedar eliminado del proceso.

Cierre de un Presupuesto para definir una oferta económica en un proceso de licitación.

Para entender cómo una empresa Constructora elabora un presupuesto, debemos conocer algunos de sus procesos, los cuales definen etapas y traspaso de información entre diversos departamentos y personas.

Departamento de Estudios

Es donde se desarrolla el presupuesto. En general las decisiones e información determinadas por el personal designado para llevar a cabo el estudio de la licitación tienen un carácter de reservado y hermético, ya que los valores de cierre para la presentación de ofertas podrían quedar expuestos o filtrarse hacia otros competidores.

Aquí aparecen las diversas etapas que tiene un presupuesto y que se pueden enfocar como un conjunto de decisiones técnicas y comerciales para definir el valor de una oferta en un proceso de licitación.

En este sentido, es fundamental evaluar la calidad de información y el riesgo del proyecto con respecto al detalle de la información, las exigencias del Cliente y la modalidad de contrato, como también las posibles multas y condiciones que podrían generar problemas durante el desarrollo de las obras.

Departamento de Abastecimiento

Considera cotizaciones y proveedores para requerimientos específicos.

En algunas ocasiones presenta gran relevancia al aportar futuros convenios o negociaciones para lograr mejores precios de suministros o servicios de terceros o subcontratos.

En este sentido, tiene gran importancia las negociaciones de convenios y formas de pago en relación a los flujos de caja y desembolsos necesarios durante la ejecución

de la futura obra y que permite contar con los recursos necesarios para garantizar el normal desarrollo y suministro de los recursos necesarios.

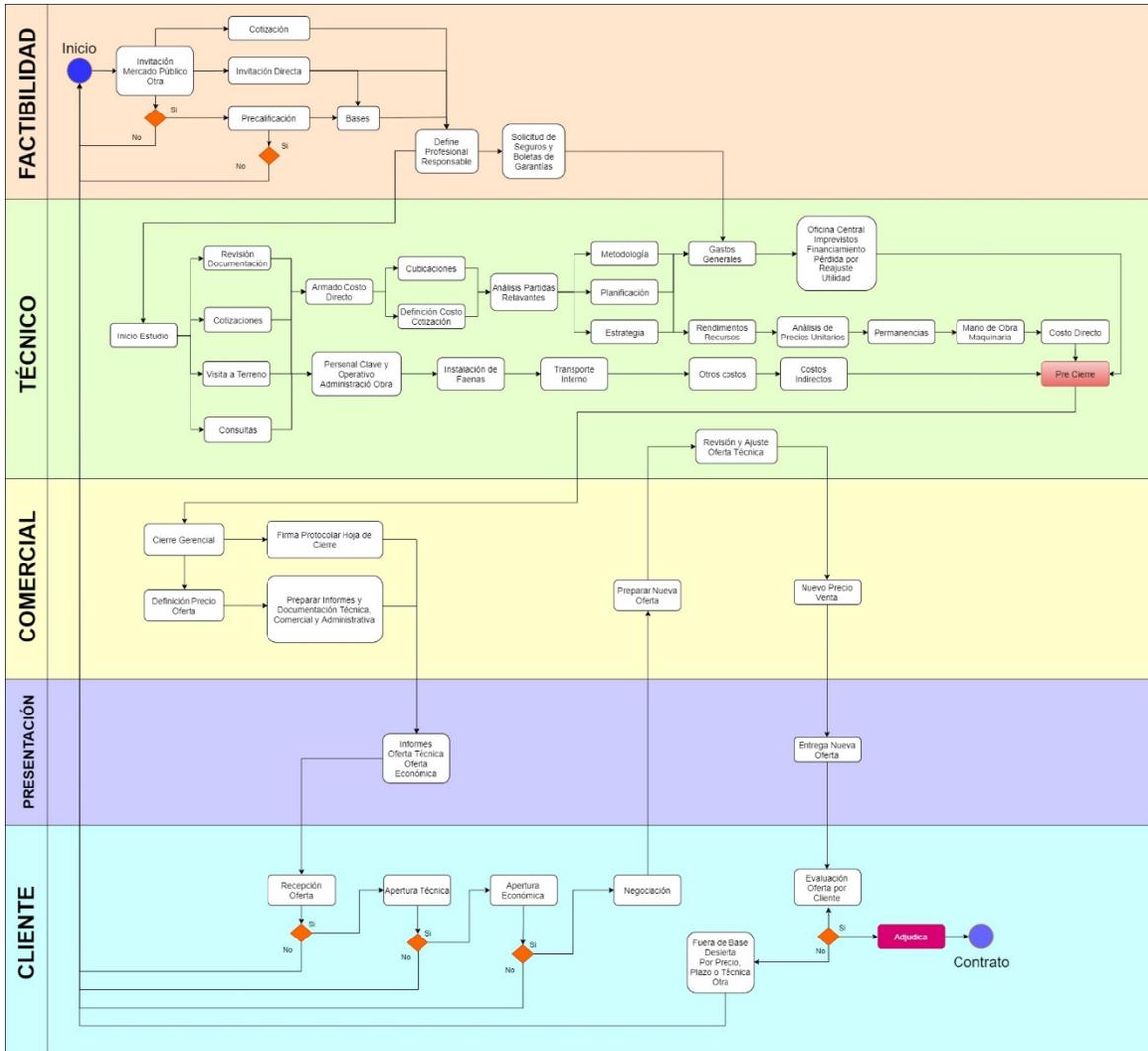
La estimación de costos desde etapas tempranas debe considerar los objetivos, la etapa y el tipo de agente. Es este sentido, permite definir los métodos, entregables e indicadores a obtener.

Una licitación de determina con las ofertas que presentan los proveedores, basándose en la información oficial que ha entregado el Mandante como Planos, Modelos, Bases Administrativas y Técnicas, Itemizado, formatos, anexo complementario entre otros y de esta manera, el oferente estudia y prepara la oferta en costo directo considerando mediciones de cantidades y análisis de precios unitarios.

Cierre de Gerencia

La gerencia tiene un factor determinante en el valor final de la oferta, ya que para proyectos relevantes es necesario que se visualicen los riesgos, la competencia, las características particulares del proyecto y la situación actual de la empresa, para que Gerencia analice y decida el costo final de la oferta.

Ilustración 10: Diagrama de Procesos Presupuesto de Licitación



Fuente: Coste SpA

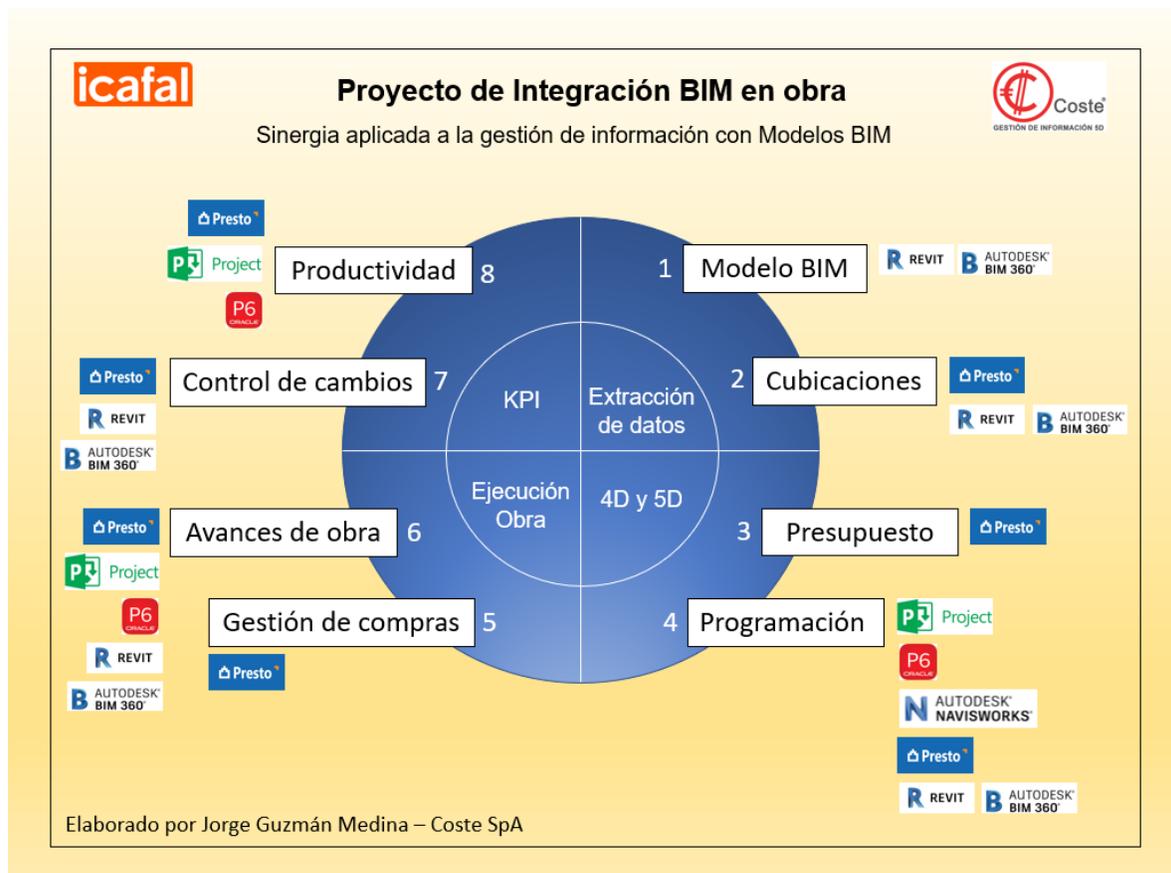
Integración de Información para Obra

Desarrollo de Integración aplicado a Inmobiliaria y Constructora Icafal.

Considera:

- Procesos
- Tecnología

Ilustración 11: Integración BIM en Obra



Fuente: Coste SpA

Permite utilizar los Parámetros de los Modelos BIM para relacionar la información con diferentes herramientas tecnológicas.

Esta lámina representa unos de los objetivos del presupuesto relacionado a los Modelos BIM, considerando la información no gráfica y paramétrica que permite clasificar y vincular diferentes requerimientos según el desarrollo de un proyecto.

Conclusiones

El estándar BIM para proyectos públicos considera solo una parte de los proyectos y se espera que con el tiempo avance en la investigación y desarrollo para poder tener una mayor relevancia en las directrices de cómo abordar el costo de los proyectos. Donde se hace absolutamente necesario, incorporar métodos de costos según estándares de ingeniería de costos.

En general, las herramientas tecnológicas no cumplen el estándar para desarrollar presupuestos, por lo que se considera un desarrollo de la tecnología en relación a mejorar la administración de los datos y su integración con los procesos de ingeniería de costos.

La extracción de mediciones desde Modelos BIM puede obtenerse de diferentes formas y con distintas aplicaciones, sin embargo, el presupuesto requiere de más información relevante para la definición de un presupuesto u oferta económica, considerando específicamente información no gráfica y que no se encuentra en los modelos BIM. Por lo tanto, para la estimación de costos es necesario complementar la información BIM con la No BIM.

La estimación de costos con el método unitario en etapa de Diseño de Detalle no soluciona el problema ya que es un método tardío, que responde ante información desarrollada.

Donde se propone el Método Paramétrico, integrado con variables generales según las condiciones particulares del proyecto en estudio.

Estos parámetros pueden ser obtenidos con Procesos de Análisis de Costos desde los Modelos BIM sin la necesidad de terminar el Diseño del Proyecto.

Para la etapa de Licitación, es necesario que el Mandante entregue la información necesaria para la estimación de costos por parte de los oferentes proveedores, en este sentido, a mejor información se puede lograr un mejor nivel de análisis, logrando un valor según las exigencias del Cliente, Sin embargo, al momento de definir el precio en la etapa de Cierre, se cambia el enfoque, desde una mirada técnica a una comercial, por lo tanto, la oferta presenta dos consideraciones

generales y relevantes. Un valor según la información y otro valor según el negocio, la fusión de ambos enfoques se resume en la oferta económica a presentar en una licitación. Donde aparece el concepto de presupuesto competitivo, que tiene bajo valor para generar una posibilidad mayor de adjudicación, pero al mismo tiempo debe tener un valor lo suficientemente alto para crear una oportunidad de negocio para la empresa.

En este sentido, hasta ahora el BIM solo participa de forma directa en el Costo Directo de un proyecto, aportando las mediciones al presupuesto. Sin embargo, se considera que el BIM aporta información relevante para la toma de decisiones basado principalmente en la integración de los datos y asociados entre sí, con modalidad compatible o interoperable, que permite mejorar considerablemente la calidad de información para que el usuario pueda analizar y tomar mejores decisiones, logrando mayores oportunidades de negocio para la organización.

Sugerencias

En general la aplicación de estimación de costos desde etapas tempranas, se reduce a la etapa de construcción, sin embargo, una de las ventajas de la metodología BIM es contar con información suficiente para realizar un análisis del costo y su impacto proyectado desde etapas preliminares de diseño para obtener el valor de presupuesto oficial y poder contar con un comparativo que permita definir al oferente proveedor adjudicado. Por lo tanto, se sugiere hacer seguimiento de costos desde las primeras etapas del diseño de un proyecto, aplicando diferentes métodos según el nivel de madurez de los Modelos.

Pod

er contar con un presupuesto desde etapas tempranas de diseño, permite compatibilizar el avance del proyecto con los valores de financiamiento, logrando que el proyecto se desarrolle dentro de una banda del costo, con información oportuna de las posibles desviaciones y su impacto en el valor total del proyecto, que pueden ser resueltas con la oportuna e informada toma de decisiones.

Bibliografía

- Macleamy, P. (09 de 06 de 2015). *Ingeniería para disfrutar*. Obtenido de <https://ingenieriaparadisfrutar.wordpress.com/2015/06/09/la-curva-de-macleamy-cuando-cuesta-menos-construir/>
- Ministerio de Obras Públicas. (29 de 08 de 2015). *DS 75 REGLAMENTO PARA CONTRATOS DE OBRAS PUBLICAS*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile / BCN:
<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=233103&idVersion=2015-08-29>
- Plan BIM. (2019). *Estándar BIM para proyectos públicos*. Santiago: Comité transformación digital.
- Succar, B. (07 de 2016). *BIM Initiative*. Obtenido de [bimexcellence.org](https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/301in.ES-Matriz-de-Madurez-BIM.pdf):
<https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/301in.ES-Matriz-de-Madurez-BIM.pdf>
- Decreto Supremo 75, Reglamento para Contratos de Obras Públicas.
<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=233103>
- Investigación Empresa Coste SpA, www.coste.cl