



Gestión de Riesgos en la construcción del edificio de Arquitectura y Mecatrónica con el aporte de técnicas BIM

Risk Management in the construction of the Architecture and Mechatronics building with contribution of BIM techniques

Jorge Luis Moreno ¹

Jonathan Ivan Secchi ²

Patricio Moretti ³

¹ Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. República Argentina

² Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. República Argentina

³ Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. República Argentina

Resumen

El presente trabajo consistió en la incorporación de técnicas BIM (Building Information Modeling) a la gestión de riesgos del proyecto de construcción del edificio para las carreras de Arquitectura y Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo (República Argentina).

Para ello se modeló la construcción de la 1er Etapa con Autodesk Revit para poder disponer de una alternativa de información que permitiera sustentar la toma oportuna de decisiones en el proyecto.

En forma conjunta se fueron desarrollando los procesos de gestión de riesgos al proyecto, tomando en consideración dos escenarios, uno que se basó en la información contractual disponible (pliegos licitatorios, memorias, documentación en AUTOCAD, etc.), y otro escenario que tomó la información emanada por la modelación.

La diferenciación se manifestó desde la identificación, pero fue en el análisis de riesgos donde se presentaron los mayores aportes, principalmente cuando se realizaron evaluaciones cuantitativas por medio de simulaciones Montecarlo para los riesgos más severos y relevantes.



Esto permitió valorizar los beneficios de utilizar estas técnicas de modelación, tanto en la mayor y mejor información a la hora de la identificación y evaluación de riesgos, la cuantificación de impactos sobre variables relevantes, el desarrollo de respuestas más convenientes y fundadas y la mayor eficiencia en el monitoreo y control.

Palabras clave: riesgos, gestión, BIM, mejora

Abstract

The present work consisted of the incorporation of BIM (Building Information Modeling) techniques to the risk management of the construction project of the building for the Architecture and Mechatronics careers of the Faculty of Engineering of the National University of Cuyo (Argentine Republic).

To do this, the construction of the 1st Stage was modeled with Autodesk Revit in order to have an information alternative that could support the timely decision making in the project.

Together, the project's risk management processes were developed, taking into consideration two scenarios, one that was based on the contractual information available (bidding documents, reports, AUTOCAD documentation, etc.), and another scenario that the information emanated by modeling.

The differentiation was manifested from the identification, but it was in the risk analysis where the greatest contributions were presented, mainly when quantitative evaluations were made by means of Montecarlo simulations for the most severe and relevant risks.

This allowed valuing the benefits of using these modeling techniques, both in the greater and better information at the time of the identification and evaluation of risks, the quantification of impacts on relevant variables, the development of more convenient and well-founded responses and the greater efficiency in monitoring and control.

Keywords: risk, management, BIM, improvement

Introducción

La Gestión de Riesgos es un proceso integral y proactivo de la gestión de proyectos, que busca potenciar oportunidades y proteger al proyecto de incertidumbres que representen amenazas para sus objetivos y variables.

La gestión de riesgos tradicional, tal cual la considera la bibliografía especializada y los estándares de mayor difusión (PMBOK Project Management Institute, 2017) (Practice Standard for Project Risk Management, 2009), involucran reconocidos procesos como son los de identificación, evaluación, respuesta, implementación de respuestas y control sobre los eventos asociados a las incertidumbres de los proyectos, tanto positivos como negativos.

Una de las tendencias actuales es incorporar técnicas o herramientas de soporte capaces de aportar valor a estos procesos, generando información valiosa que mejore las oportunidades y reduzca los umbrales



de incertidumbre, poniendo de manifiesto situaciones que difícilmente se reconozcan y valoricen con el enfoque tradicional.

Dentro de las alternativas disponibles que buscan mejorar los procesos de gestión de riesgos están las técnicas de modelado de información, más conocidas como BIM por sus siglas en inglés (Building Information Modeling). Estas técnicas, de amplio y creciente desarrollo en el ámbito de la industria de la construcción y en los proyectos de infraestructura, otorgan ventajas tales como (Brad Hardin – Dave McCool, 2015):

- considerar los elementos como objetos tridimensionales parametrizados, con las características físicas y lógicas reales,
- optimizar las técnicas constructivas,
- mejorar sustancialmente la precisión del cómputo,
- identificar con anterioridad los conflictos constructivos e interferencias
- y promover una mejor constructibilidad a través de la coordinación proactiva de los rubros intervinientes.

Para poder evaluar los potenciales beneficios del uso de estas técnicas se realizó una aplicación sobre un proyecto real, de inminente realización, como la construcción del Bloque 1 (Etapa 1) del edificio para las carreras de Arquitectura y Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo. Este proyecto considera una superficie cubierta de 2690m², involucrando dos subsuelos, una Planta Baja, dos niveles superiores y una terraza accesible; y su elección se sustentó en la posibilidad de acceder a toda la documentación licitatoria, como pliegos, documentación técnica en AUTOCAD, memorias, cómputos, presupuestos, plan de trabajo, plan de inversiones, etc., y la alternativa de poder participar en el proceso de ejecución para poder evaluar y validar resultados.

La realización de este trabajo tomó como base el proyecto de investigación sobre tecnologías aplicadas denominado “El aporte de valor a través de la evaluación cuantitativa de riesgos específicos de los proyectos de construcción civil” aprobado por la Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrados de la Universidad Nacional de Cuyo, que posibilitó el acceso a conocimientos específicos y a la experiencia recabada en el mencionado proyecto, principalmente en lo que respecta a la aplicación de software de cuantificación de riesgos.

Metodología

En una primera instancia (**Escenario 0**) se analiza el proyecto sobre una perspectiva tradicional, es decir, sobre la base de la documentación de proyecto desarrollada en autocad (vectorizada) y aprobada por los organismos competentes para este proyecto: Municipalidad de la Ciudad de Mendoza, Coordinación de Infraestructura y Servicios de la Universidad Nacional de Cuyo (CIMS) y Coordinación de Infraestructura y Proyectos Especiales de la Facultad de Ingeniería (CIPE). En la Figura 1 se muestra planimetría del proyecto en su totalidad destacándose el Bloque 1 (rayado), y en la Figura 2 se muestran dos de las plantas representativas de ese bloque.



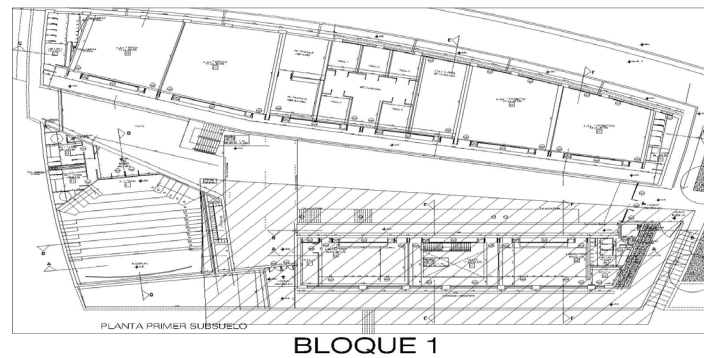


Figura 1. Planimetría general del proyecto. Identificación Bloque 1

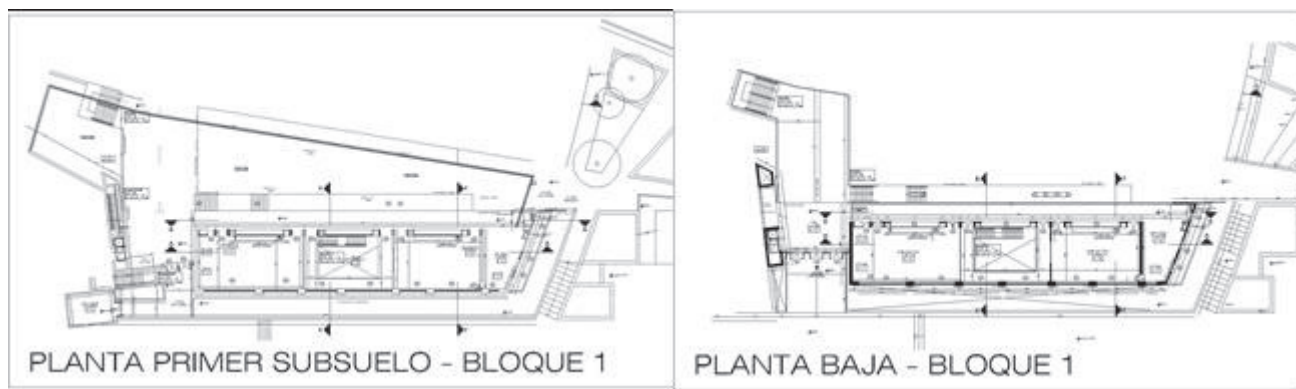


Figura 2. Planta 1er Subsuelo y Planta Baja (AUTOCAD)

En este **Escenario 0**, se estudia en profundidad la documentación licitatoria, se revisa documentación gráfica, se conforma la Estructura de Subdivisión del Trabajo (EDT), se validan cómputos, se analiza cronograma original y se realiza planificación en Project (respectando estructura, duraciones e hitos), se desagrega planilla de cotización (componentes, subcomponentes y porcentajes de incidencia), y se adecúa el plan de inversiones. Además, se identifican y analizan los posibles eventos de riesgo (eventos conocidos) cuyo comportamiento no se conoce con precisión (comportamiento desconocido), aceptando que el valor determinístico utilizado para determinar cualitativamente su severidad puede variar acorde al nivel de precisión de la determinación. Una vez evaluado el escenario determinístico se analiza el comportamiento probabilístico de los riesgos asignando variaciones a las variables aleatorias, utilizando simulaciones MonteCarlo y análisis de sensibilidad (utilizando gráficos de tornado).

En una segunda instancia (**Escenario 1**), se realiza la modelación BIM a la construcción de la Etapa 1 (Bloque 1) del mencionado edificio con AUTODESK REVIT (Autodesk Revit, 2018) para estudiar en forma diferenciada el proyecto, de forma tal de lograr, entre otros aspectos, un mayor entendimiento del mismo, una mejor cuantificación de sus componentes e identificar posibles conflictos e interferencias.

Además, se utiliza la información de la modelación para mejorar la evaluación de los riesgos del proyecto, verificar supuestos y validar resultados. En este Escenario 1 también se analiza el comportamiento probabilístico de los riesgos utilizando simulaciones MonteCarlo y análisis de sensibilidad. En la Figuras 3 se muestran vistas en 3D obtenidas de la modelación.

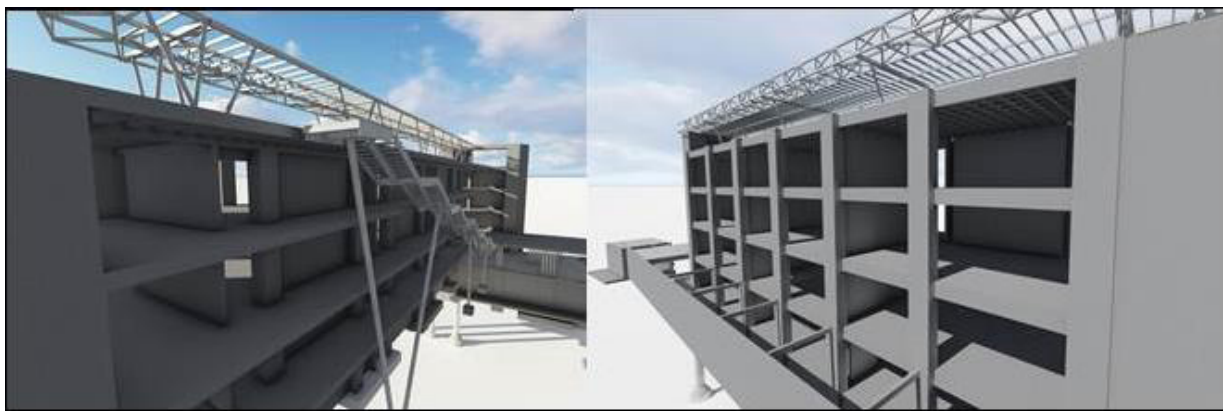


Figura 3. Vista Nor-Este y Sur en 3D, obtenidas de la modelación BIM

Sobre estos dos escenarios, se realiza una evaluación de hipótesis, un análisis y comparación de resultados, y se determinan los impactos que generan los cambios en las cantidades y su posible variación sobre variables de salida como son el costo y el plazo (a través de la duración del proyecto y la probable fecha de finalización).

Alcance y contexto de aplicación del trabajo

El trabajo se orientó al proyecto de construcción del Bloque 1 Etapa 1 (obra gruesa) del mencionado edificio, donde se aplicaron técnicas BIM para obtener, entre otras, información de cantidades de componentes y relacionarla con las variables relevantes de plazo y costos, y que aporten valor al proceso de cuantificación de riesgos específicos.

Al momento de realización del presente informe, la obra está adjudicada y se encuentra en proceso de conformación de contrato y coordinación de inicio de obra. Se estima el inicio formal para principios del mes de junio del presente año. La documentación de referencia es la contractual, constituida por:

- Pliegos de condiciones generales, condiciones técnicas generales y condiciones técnicas particulares.
- Planos de arquitectura, memorias y planillas. Planos de estructura, verificación sísmica, memorias, planillas y detalles. Cálculos, memorias y planos de instalaciones sanitarias, eléctricas, gas, contra incendio y seguridad.
- Planilla de cotización. Análisis de precios de los componentes.
- Plan de Trabajo (general). Plan de Inversiones (general).

Supuestos

- Se toma como válida y suficiente toda la información que proporciona la documentación contractual.
- El desarrollo en BIM estará debidamente orientado a los objetivos pretendidos, y la información suministrada. será lo suficientemente abarcativa y precisa para sustentar las aplicaciones en cuantificación de riesgos.
- Se considera que el Comitente proveerá el acero y hormigón elaborado en tiempo y forma.

Restricciones

- La documentación técnica está desarrollada a nivel de aprobación municipal.
- La documentación gráfica fue desarrollada en autocad, es decir sobre una concepción vectorial.
- La planificación es acorde al plazo, pero no tiene el nivel de detalle deseable para el estudio previsto
- Las duraciones definidas por el contratista, en algunos casos, agrupan varios paquetes de trabajo, los que se han respetado a pesar de que esto dificulta y quita flexibilidad a la hora de analizar la variable plazo.
- El Comitente (cliente) provee el hormigón elaborado y el acero para la estructura de hormigón armado, salvo los insumos básicos y complementarios, como enconfrados, mano de obra, alambres, etc.

Exclusiones:

No se considera en el trabajo en análisis detallado (en BIM) del componente “movimiento de suelos” por no disponerse de la plani-altimetría del sector donde se emplazará la obra al momento de realizarse el estudio.

Resultados y discusión

Escenario 0

El proyecto presenta diversas incertidumbres, muchos de las cuales son las esperables para este tipo de emprendimientos, modalidad contractual, condiciones de contexto y características del Comitente. Estos se identifican en forma completa tomado como base la definición completa de su alcance. Los riesgos identificados se categorizaron (para promover un mejor orden y entendimiento), y se realizó una primera aproximación de su importancia basada en la experiencia de los participantes en este proceso. Posteriormente se realizó el correspondiente análisis cualitativo (Matriz de Probabilidad e Impacto) para disponer de información respecto de su severidad e incidencia sobre objetivos y variables relevantes del proyecto.

En esta instancia, se seleccionan los riesgos para un análisis cuantitativo a través de Simulación MonteCarlo atendiendo a las pautas organizacionales, particularidades de la obra y fundamentalmente el alcance de esta investigación (riesgos específicos vinculados principalmente a las cantidades involucradas en cada uno de los componentes para poder evaluar el aporte de la modelación BIM). En este caso, la información de base del cómputo (cantidades de cada componente) se obtuvo de la planilla de cotización,



y las posibles variaciones de la opinión experta de los involucrados en el proceso y los profesionales participantes.

Como se expresó anteriormente, las variables de salida del modelo conformado para este estudio fueron el costo final y el plazo, es decir la duración total del proyecto y la fecha probable de finalización.

En el Escenario 0, el presupuesto base de costos es de \$24.082.164 y la duración es de 262 días netos de obra (en base a la duración determinística asignada por el Contratista para las distintas actividades y de acuerdo a las cantidades de trabajo definidas en el cómputo), estimándose su finalización para el 04/06/2019 (fecha de inicio 04/06/2018).

Las variables aleatorias seleccionadas fueron aquellas de mayor incidencia (sobre la/las variables resultado) y donde el modelado BIM puede realizar su mejor aporte. A la hora de establecer los rangos de variación de las variables aleatorias seleccionadas, se tomó la opinión de expertos y el aporte de los profesionales que evaluaron y adecuaron la documentación y realizaron las respectivas validaciones. Como era esperable, los rangos en el Escenario 0 son mayores porque la calidad de los datos es menor (mayor incertidumbre).

Desempeño determinístico del costo. Escenario 0

El monto del presupuesto de costos es de \$24.082.184. Este monto se corresponde con el valor resultado de la planilla de cotización y es la sumatoria de los costos parciales de cada uno de los componentes del proyecto. En esta situación, los montos de cada paquete de trabajo y subcomponentes se corresponden a las cantidades establecidas en el cómputo.

Del análisis de la planilla de cotización se identifican los ítems de mayor incidencia sobre el costo total del proyecto considerando los porcentajes de incidencia indicados en la planilla. Una conclusión preliminar, validada por expertos, indica cuáles costos habría que “cuidar” para proteger el costo total del proyecto.

Desempeño probabilístico del costo. Escenario 0

A los costos más relevantes (de mayor peso relativo) se los consideró como variables aleatorias, se les asignó una posible forma de variación y se les aplicó un rango de variación considerando el aporte de expertos respecto de los posibles valores mínimos, más probable y máximo que estos referentes consideran que pueden tomar los costos de los distintos subcomponentes. Se aplicó Simulación MonteCarlo al modelo y se obtuvieron resultados, los que estuvieron dentro de lo esperable considerando la experiencia de este equipo de trabajo en la industria y en proyectos similares.



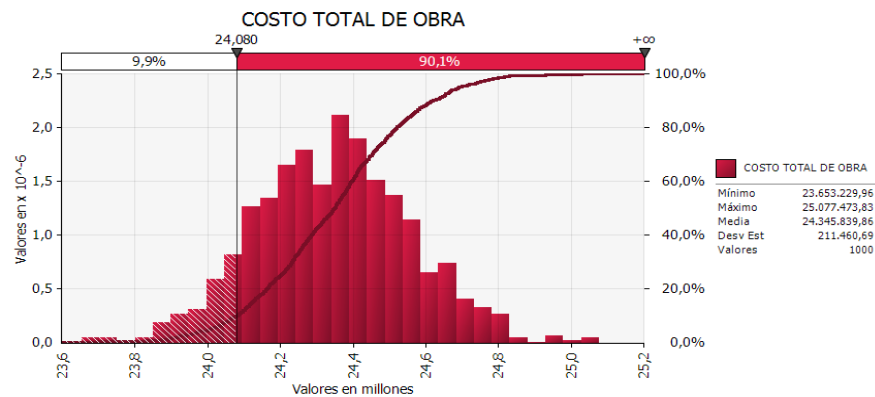


Figura 4. Escenario 0: Probabilidad de cumplimiento de presupuesto base de costos

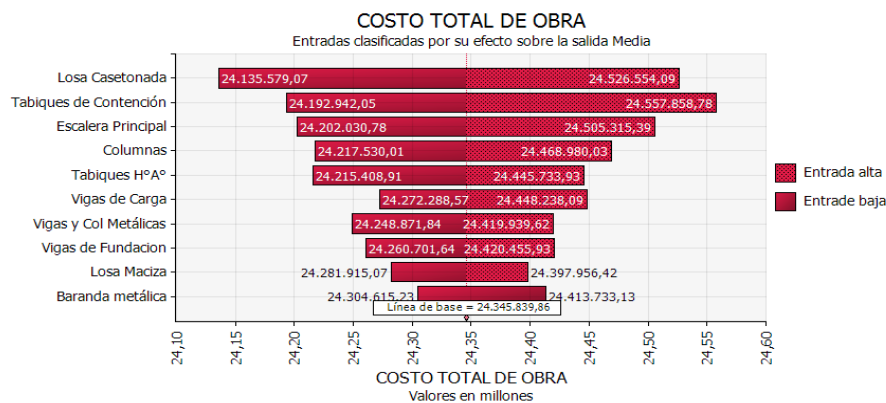


Figura 5. Escenario 0: Sensibilidad de variables sobre presupuesto base de costos

Un análisis de las Figuras 4 y 5 permiten establecer, acorde a las hipótesis y parámetros establecidos, lo siguiente:

- El valor medio obtenido es muy cercano al costo previsto
- La probabilidad de cumplimiento del costo previsto (determinístico) es baja, del orden del 10% (P=10%)
- Para una P=80% se debería incrementar en 2% el presupuesto original y prever una reserva por contingencia.
- Las variables de mayor peso, como era esperable, se corresponden con las que en primera instancia se detectaron como de mayor incidencia en la planilla de cotización (Figura 5).

Desempeño determinístico del plazo. Escenario 0

En este escenario se toman las duraciones determinísticas establecidas por el contratista para las actividades del proyecto, estableciendo una duración de 262 días (netos de obra), con finalización prevista para el 04/06/2019.

Desempeño probabilístico del plazo. Escenario 0

En esta instancia se asignaron duraciones mínimas, más probable y máximas para las actividades considerando el aporte de expertos. Se aplica Simulación MonteCarlo al modelo y se obtuvieron los siguientes resultados:

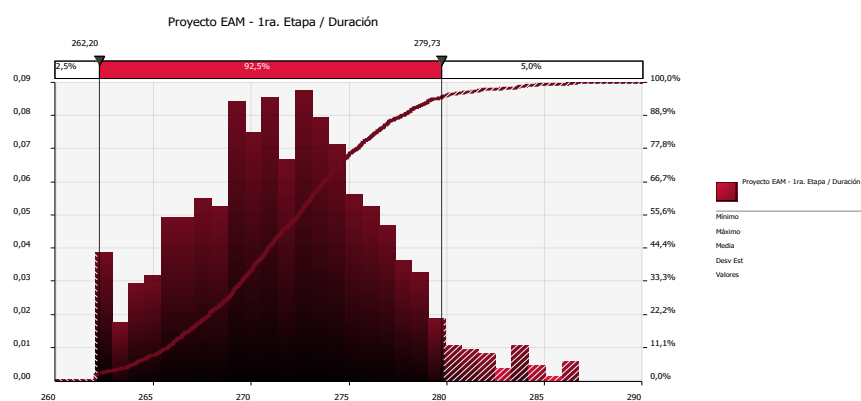


Figura 6. Escenario 0: Probabilidad de cumplimiento de duración del proyecto y fecha probable de finalización

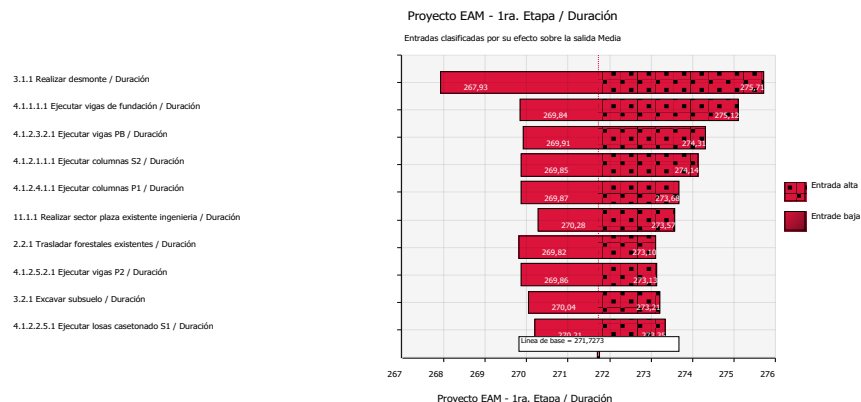


Figura 7. Escenario 0: Sensibilidad de variables sobre duración del proyecto

Un análisis de las Figuras 6 y 7 permiten establecer, acorde a las hipótesis y parámetros establecidos, lo siguiente:

- La duración media del proyecto es ahora 272 días, 4% más del plazo determinístico para este escenario.

- La probabilidad de cumplimiento de la duración determinística es muy baja (P=3% aproximadamente).
- Para una P=80% de cumplimiento del plazo se debería considerar una duración de 276 días. Esta variación es baja y poco significativa, pudiendo analizarse alternativas para proteger esta variable.
- La fecha de finalización más probable es 18/06/19 (determinística) (+ dos semanas), con P=3% (muy baja). De existir en contrato multas o imposición de cumplimiento, debería considerarse comprimir el cronograma
- Las actividades de mayor incidencia en la duración del proyecto se visualizan en el Diagrama de Tornado de la Figura 7, destacándose la incidencia del desmonte en la variabilidad de la duración del proyecto.
- El costo asociado a la duración de las actividades es afectado por la simulación, dando un costo medio de \$24.714.020 (+ 3% aproximadamente) con una P=5%. Para una P=80% debería considerarse \$25.049.302, es decir \$1.000.000 más del presupuesto original (+ 4% aproximadamente).

Este escenario considera la modelación BIM del proyecto con Autodesk Revit. Esto permite un mejor entendimiento general del proyecto, definir con mayor certeza el alcance, identificar posibles conflictos e interferencias y una mejor cuantificación de sus componentes, es decir lograr un cómputo más preciso y confiable.

Teniendo en cuenta la experiencia recabada en otros proyectos donde se efectuaron este tipo de modelaciones, es esperable que, entre otros aspectos diferenciadores, se presenten modificaciones en las cantidades de los componentes, a favor en algunos casos (disminución), o en contra en otros (aumento). Estas variaciones, como es de esperar, producen un inmediato impacto sobre las variables de salida del modelo, como es el plazo y los costos.

Los input, hipótesis y variables son los mismos que se consideraron en el Escenario 0, pero con las nuevas cantidades proporcionadas por la modelación BIM. Sobre este **Escenario 1**, se consideran a las nuevas cantidades como valores determinísticos y se analizan los nuevos valores que toman las variables de salida. Posteriormente se aplican nuevos rangos a las variables de entrada, acordes a los aportes de BIM respecto de la validez de los valores (mayor calidad de datos), se instrumentan simulaciones MonteCarlo y se analizan y comparan resultados.

Las variaciones en las cantidades entre los dos escenarios han sido significativas en algunos componentes, destacándose diferencias importantes en vigas de fundación (menores), tabiques de hormigón armado (mayores), losas casetonadas (mayores) y en los kg de la estructura metálica donde la diferencia alcanza el 30% (exceso). Este último aspecto se corresponde a una clara ventaja en el cómputo de estructura metálicas que tiene la modelación BIM.

Desempeño determinístico del costo. Escenario 1

El nuevo monto del presupuesto de costos es \$25.505.320, obtenido de incorporar las cantidades obtenidas por BIM en la planilla de cotización, un 6% superior al del Escenario 0. La diferencia se origina en las variaciones de las cantidades, algunas significativas, de componentes como los kg de hierro de la estructura metálica, por ejemplo.



Desempeño probabilístico del costo. Escenario 1

En este escenario se mantienen las mismas variables aleatorias y la misma forma de variación, pero se redujo el rango de variación dada la mayor certeza que otorga este tipo de estudios. Los valores asignados (mínimos, más probable y máximo) son aportados por los especialistas involucrados y validados por expertos en este tipo de obras.

Se aplicó Simulación MonteCarlo y se obtuvieron nuevos resultados (Figuras 8 y 9). De su análisis se establece:

- El valor del costo medio obtenido (\$25.640.595), muy cercano a lo previsto para este escenario.
- La probabilidad de cumplimiento del costo previsto (determinístico) es ahora del orden del 10%
- Para una probabilidad de cumplimiento del 80% el costo asciende a \$25.728.974, lo que representa un leve incremento acorde a la mejora en calidad de los datos y la reducción de los rangos de variabilidad.
- Las variables de mayor peso en el costo final se han modificado acorde a los cambios mencionados en las cantidades aportados por BIM. Esto se visualiza en la Figura 9.

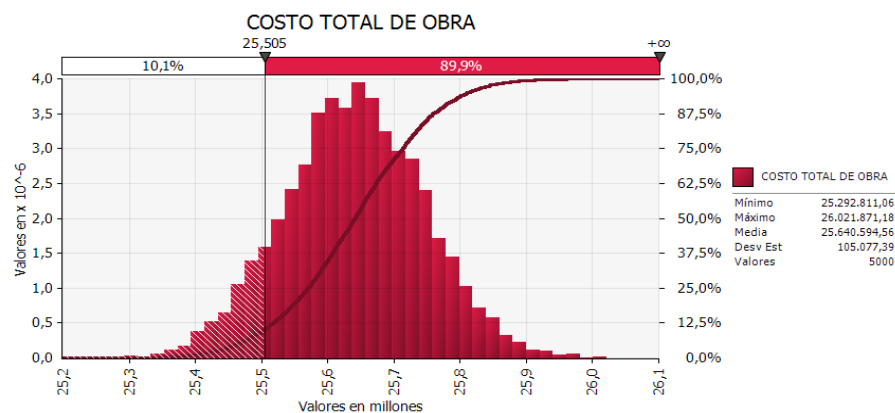


Figura 8. Escenario 1: Probabilidad de cumplimiento de presupuesto base de costos

Desempeño determinístico del plazo. Escenario 1

En este escenario se toman las duraciones determinísticas establecidas para las actividades, pero con el ajuste de las cantidades obtenidas de la modelación BIM. La nueva duración es de 300 días (netos de obra), y la nueva finalización sería para el 29/07/19. Esta variación se debe al incremento en las cantidades en algunos componentes (estructura metálica), a pesar de algunas reducciones relevantes en las cantidades de fundaciones y estructura de H°A°.



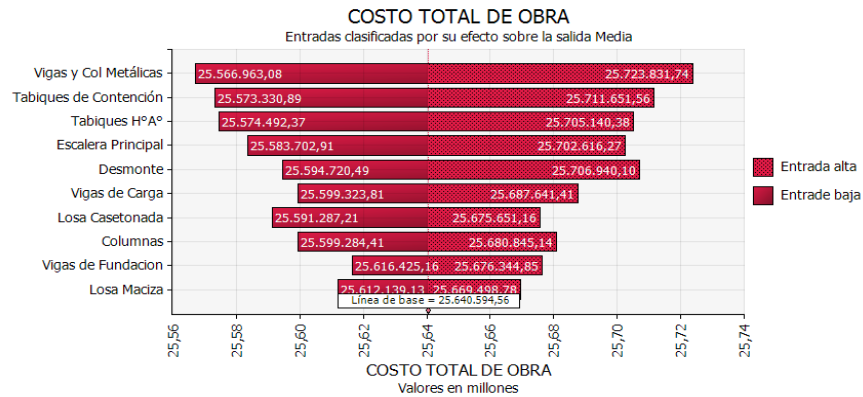


Figura 9. Escenario 1: Sensibilidad de variables sobre presupuesto base de costos

Desempeño probabilístico del plazo. Escenario 1

En este escenario se vuelven a asignar duraciones mínimas, más probable y máximas para las distintas actividades del proyecto considerando las nuevas cantidades.

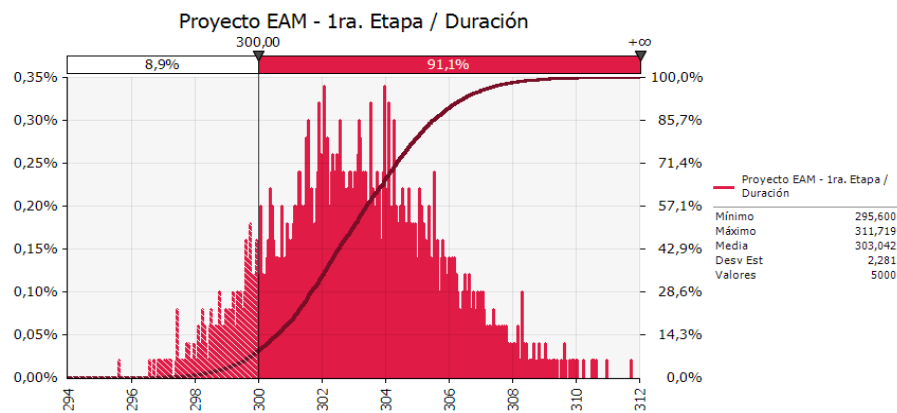


Figura 10. Escenario 0: Probabilidad de cumplimiento de duración del proyecto y fecha probable de finalización

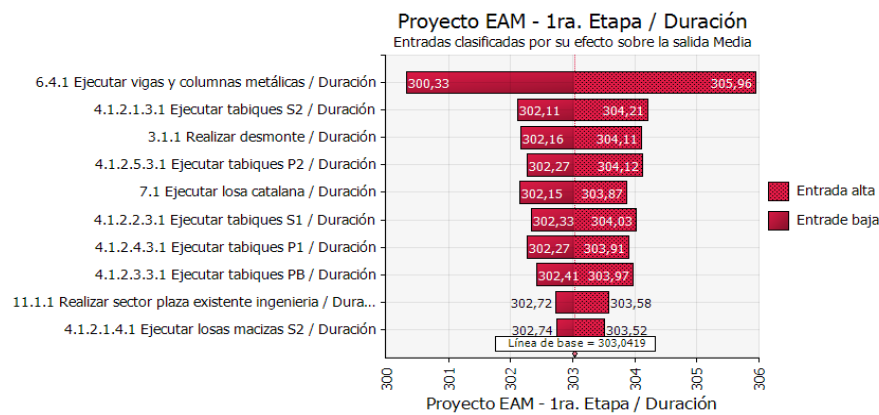


Figura 11. Escenario 0: Sensibilidad de variables sobre duración del proyecto

Se aplica nuevamente Simulación MonteCarlo al modelo y se obtuvieron resultados que se describen en las Figuras 11 y 12. Su análisis permite establecer lo siguiente:

- La duración media del proyecto es 303 días, muy cercana a la prevista para este nuevo escenario.
- La probabilidad de cumplimiento de la duración de 300 días es baja, del orden del 10%
- La finalización esperada es para el 01/08/19, lo que indica un pequeño incremento respecto del 29/07/19.
- Para una probabilidad de cumplimiento del 80% de la duración del proyecto habría que considerar 305 días netos. El incremento es bajo y eso se debe a la mejor calidad en la determinación de las cantidades.
- Las actividades de mayor incidencia en la duración del proyecto se visualizan en la Figura 11.
- El costo asociado a la duración de las actividades también cambió, detectándose un leve incremento, pasando a 26.054.849 (con 80% de probabilidad el costo asciende a 26.152.309).

Conclusiones

Las simulaciones efectuadas en dos escenarios claramente diferenciados permitieron, entre otros aspectos, determinar las probabilidades de cumplimiento del presupuesto de costos, de la duración preestablecida y la fecha de finalización, y evaluar el impacto sobre variables como el costo y el plazo del proyecto.

El aporte de una modelación BIM es real y conveniente. Si bien este estudio se circunscribió a uno de sus declarados beneficios, como es la calidad en la determinación de las cantidades de cada uno de los componentes, las posibilidades son mucho mayores y factibles de potenciarse si desde fases tempranas se incorporan estas modelaciones.

La detección temprana de cambio en las cantidades de los distintos componentes que posibilita una modelación BIM otorga importantes oportunidades como una adecuación de costos, la reprogramación o una compresión del cronograma, aspectos que de desconocerse impactarían sobre los objetivos y el **desempeño del proyecto**.

Las modelaciones BIM se llevan muy bien con la gestión de riesgos. Su aporte principal está en la mejora sustancial del entendimiento y conocimiento del proyecto, proveyendo más y mejor información, lo que significa menor incertidumbre y mejores decisiones.

En el análisis cuantitativo de riesgos estos beneficios se reflejan en los rangos de variación de las variables seleccionadas y en la forma de las variaciones. Esto se traduce indefectiblemente en mayor confiabilidad en los resultados y la oportunidad de definir y conformar opciones de respuesta más eficientes.

Este estudio es parte de un trabajo más amplio e integral, pero es suficiente para entender la enorme potencialidad de combinar modelaciones BIM y simulaciones probabilísticas, más si se tiene en cuenta la potencialidad de la modelación y de las herramientas utilizadas que permitirían, entre otros aspectos, plantear alternativas incorporando otras variables y poder correlacionarlas.



Referencias

- Autodesk Revit (2018). <https://latinoamerica.autodesk.com/products/revit/overview>
- Brad Hardin – Dave McCool, (2015), BIM and Construction Management, 2da Edición, Indiana EEUU, Wiley
- Grau, N., & Bodea, C.-N. (2014). ISO 21500 project management standard: Characteristics, comparison and implementation. VShaker Verlag GmbH, Germany.
- ISO. ISO 21500:2012 (2012) Guidance on Project Management. International Organization for Standardization. Disponible en: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=50003.
- Liliana Buchtik, (2012), Secretos para Dominar la Gestión de Riesgos en Proyectos 1ra Edición, Montevideo
- Project Management Institute, (2017), A Guide to the Project Management Body of Knowledge PM-BOK® 6ta Edición, Pensilvania, Project Management Institute.
- Project Management Institute, (2009), Practice Standard for Project Risk Management, Pensilvania, Project Management Institute.
- Pacelli, L., (2004). The Project Management Advisor: 18 major project screw-ups, and how to cut them off at the pass. Pearson Education.
- Stellingwerf, R., & Zandhuis, A. (2013). ISO 21500 Guidance On Project Management: A Pocket Guide (Best Practice). Van Haren.

