

ANEXO VI

Building Information Modelling (BIM)

El CONTRATISTA que desarrolle los estudios de Factibilidad del Tren Bogotá-Zipacquirá deberá usar la metodología Building Information Modelling (BIM).

Este requerimiento no pretende modificar estructuralmente el flujo de información dentro del proyecto, pero si asegurar la suficiencia, consistencia, calidad e interoperabilidad de la información intercambiada durante el desarrollo del mismo. Con esto se pretende apoyar el cumplimiento de la rentabilidad social de los proyectos y la eficiencia en el uso de los recursos del Estado.¹

Este requerimiento busca que el intercambio de modelos BIM entre el Contratante y el(los) Contratista(s) se realice a través de formatos abiertos, bajo una lógica de open BIM.

1. Definiciones.

Building Information Modelling (BIM): *“Conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual”².*

Modelo BIM: *“Representación digital tridimensional (3D) basada en entidades, rica en datos, creada por un actor del proyecto utilizando una herramienta de software BIM”²*

Plan de Ejecución BIM (PEB): *“Documento elaborado por el CONTRATISTA que define cómo serán llevados a cabo los aspectos de modelado y gestión de la información”².*

Interoperabilidad: *“Capacidad de un producto o sistema para trabajar con otros productos o sistemas, [...] existentes o futuros, sin restricciones de acceso o implementación”¹.*

En este caso, el CONTRATISTA debe garantizar que la información generada en los modelos BIM pueda ser reutilizada incluso fuera del software BIM usado para su creación.

Con este objetivo, los modelos deben ser entregados en:

- ✓ Formato IFC 2x3 (mínimo).
- ✓ Formato LandXML en caso de que corresponda.
- ✓ Formato nativo del software BIM de autoría.

¹ Estándar BIM para proyectos públicos, Plan BIM Chile.

² Guía de consulta rápida del estándar BIM para proyectos públicos, Plan BIM Chile.

LOD (Niveles de Desarrollo): *Define el nivel de detalle o madurez de información que posee un elemento del modelo, y a su vez, la parte de un componente, sistema constructivo o red del edificio/infraestructura. Abarca la información gráfica y no gráfica del modelo.*

2. Requerimientos generales.

El CONTRATISTA deberá modelar, a través de la metodología BIM (Building Information Modelling – Modelado de Información de Construcción), todos los diseños que hagan parte del alcance del presente proceso. Esto con el fin de garantizar que el funcionamiento y la construcción de las redes, la estructura, el diseño vial y demás componentes del proyecto, no interfieran entre sí.

En caso de que se evidencie alguna colisión entre los diferentes componentes de los sistemas diseñados, el CONTRATISTA deberá realizar todas las correcciones necesarias, hasta que se eliminen las colisiones, y de este modo se reduzcan al máximo posibles inconvenientes durante la etapa de construcción.

El contratista deberá entregar su producto sin interferencias y colisiones y en caso tal de tener más de una disciplina del mismo proyecto deberá velar por la coordinación entre ellas.

Se plantea para los entregables dos niveles de desarrollo o LOD:

- ✓ **LOD 200** para el modelado de los nuevos diseños propuestos en cualquiera de las disciplinas requeridas arquitectura, estructura, infraestructura y redes.
- ✓ **LOD 350** para el modelado y levantamiento de la información de diseños, redes y estructuras existentes en el corredor.

LOD 200.

Es el nivel en el que se define gráficamente el elemento, especificando aproximadamente cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto. Puede incluir información no gráfica.

El elemento está determinado por su posición y ya posee una definición geométrica no completa. Tiene los datos aproximados de dimensiones, forma, ubicación y orientación. Su uso está vinculado a elementos genéricos o cuyas definiciones detalladas vienen dadas por agentes externos al proyecto.

Es el LOD más bajo en el que se indica la posibilidad de incluir información no gráfica de un elemento, como puede ser el costo real (no estimado del LOD 100), así como características de envolventes, pesos, fabricantes y manuales de mantenimiento.

LOD 350.

En éste los elementos se representan gráficamente en el modelo como un sistema específico e irrepetible, los objetos o montajes se especifican en términos de calidad, forma, ubicación y orientación; también es indispensable que los elementos contengan información no gráfica como material, nombre y especificación (en español) y, en caso de requerirse un mayor nivel de detalle, URLs con archivos anexos.

Este nivel, como mínimo, debe incorporar información adicional de otras disciplinas diferentes a la arquitectónica, como instalaciones (MEP), estructura, materiales, etc. Dicho nivel deberá entregar un producto que se pueda usar para la construcción y que sirva como insumo para preparar su oferta a futuros oferentes del proceso de contratación de la construcción.

Requiere de una perfecta coordinación entre todos los agentes y las distintas disciplinas y sub-disciplinas para una correcta ejecución en obra y una drástica reducción de errores y modificaciones en esta.

Es importante tener en cuenta que los elementos modelados en este nivel de detalle deben ser acordes a los que se adquieren comercialmente en nuestro medio o por lo menos muy similares en su volumetría, con el fin de no generar colisiones invisibles o falsas colisiones.

3. Visualización de los diseños con la modelación BIM.

El nivel de precisión con el que se requiere el modelo deberá contener como mínimo lo siguiente:

- *Volumetrías generales del proyecto, con el fin de comprobar que la volumetría diseñada cumple las expectativas de diseño arquitectónico y las necesidades estipuladas en el alcance de la ficha técnica.*
- *Volumetrías detalladas del proyecto como plantas, secciones, etc.*
- *Visualizar todos los diseños que hagan parte del alcance*
- *Clasificar los elementos dentro de cada subsistema y utilizar filtros para representaciones de color de los diferentes sistemas.*

La visualización final del proyecto deberá permitir la verificación de texturas de los materiales, y los sistemas modelados.

4. Intercambio de la información, convenciones de nomenclatura y nombramiento de archivos.

Debido a que el intercambio de la información es parte fundamental para la modelación bajo la metodología BIM, las partes interesadas establecerán en conjunto con la entidad contratante los métodos de intercambio de información, uso de la información generada (modelación inicial,

modelación en progreso y modelación final coordinada), y convenciones para el nombramiento de archivos. Estos métodos de intercambio y organización de la información deberán quedar documentados mediante acta de reunión que se deberá llevar a cabo al inicio del contrato, y deben ser aprobados por las partes que intervendrán en el proceso.

5. Modelo de definición de estrategia y requisitos de la modelación BIM.

En el proceso de la modelación BIM se propone desarrollar los siguientes elementos en la estrategia a tener en cuenta para optimizar los resultados y evitar reprocesos:

Origen: Es fundamental conservar siempre el mismo origen y sistema de coordenadas en cada modelo, así, cuando se haga la integración de estos, todos se ubiquen en el mismo lugar.

Niveles y ejes: Es fundamental considerar estos elementos como constantes en todos los modelos; a raíz de esto es necesario definir los niveles arquitectónicos como los únicos niveles a los cuales se van a asociar todos los elementos de modelo; de esta manera se podrán realizar análisis de colisiones y cantidades de obra discriminados por niveles. Esto es, el equipo arquitectónico definirá los niveles, y todos los diseñadores deberán asociar a éstos los elementos modelados.

Referencias: Los modelos arquitectónicos y estructurales deben estar presentes a manera de links durante el modelado de cada red, con el fin de minimizar al máximo inconsistencias y colisiones con estructura y arquitectura.

Archivos de trabajo: Son de mucha ayuda ya que sirven de exploración al diseño, evaluando diferentes alternativas de los modelos. Es posible insertar archivos externos a manera de referencias externas, que faciliten la comprensión del proyecto y sus espacios; de igual manera, dentro de los mismos es posible modelar ensambles aislados representando las diferentes opciones para solucionar puntos problema.

Archivos definitivos: Son aquellos que serán entregados para la coordinación BIM. Dichos modelos deberán estar limpios de archivos de externos y links, sólo deben contener los elementos correspondientes a cada diseñador.

Archivos completos: Es necesario que se haga entrega para la coordinación BIM de archivos completos; es decir, si por algún motivo se decidió que es necesaria la modelación de un nuevo espacio dentro del proyecto, dicho espacio debe modelarse dentro del modelo general, no como un modelo aislado que luego se anexará a manera de link al modelo general.

Conexiones: Este punto va dirigido especialmente para los diseñadores y modeladores de las redes; es necesario que las redes estén siempre conectadas, no solo gráficamente, sino también analíticamente, para evitar colisiones obvias en el reporte de colisiones general.

Elementos asociados a muros, pisos y cielos: Existen algunos elementos que necesitan un 'Host' para poder ubicarse en el modelo, como lo son las terminales eléctricas, luminarias, aparatos sanitarios, etc. Para esto no es necesario crear muros pequeños y asociar el elemento, ya que si los modelos arquitectónicos y estructurales están como links dentro del modelo, dichos elementos se pueden asociar a los muros, pisos y cielos del link.

Elementos duplicados: En algunos casos habrá elementos que pertenecen a varias disciplinas, como por ejemplo un inodoro, este hace parte de la arquitectura y del sistema hidrosanitario; con el fin de no duplicar elementos en la coordinación BIM, no es necesario que cada diseñador ubique un inodoro en el mismo espacio, para esto se define quién ubica el inodoro.

El CONTRATISTA es responsable del dibujo global integrado con cada uno de los sistemas modelados independientemente para cada disciplina de diseño, reduciendo problemas entre la integración de los sistemas y el software.

El profesional encargado de la modelación BIM del proyecto por parte del CONTRATISTA deberá asegurar que la calidad de cada uno de los modelos funciona en forma bidireccional.

6. Sistema de almacenamiento de datos (Common Data Environment) y forma de trabajo.

El profesional BIM del contratista, en conjunto con el profesional BIM de la entidad contratante, e interventoría, acordarán la forma de almacenamiento de la información del proyecto, y la transferencia de información entre las partes, para avanzar en el modelado de cada una de las disciplinas.

Se deben tener en cuenta los siguientes requerimientos:

- ✓ *El modelo deberá contar con acceso a todos los participantes y durante la totalidad del proyecto.*
- ✓ *El modelo se deberá desarrollar bajo un Modelo Federado de Diseño (trabajo colaborativo).*
- ✓ *Se deberá generar un espacio en una plataforma electrónica que permita el acceso en tiempo real y para dispositivos móviles.*
- ✓ *El modelo se deberá desarrollar por especialidad del proyecto, obteniendo cuantificaciones y libre de interferencias. De igual manera, el modelo final deberá representar de manera exacta el proyecto.*
- ✓ *El modelo deberá ser la única fuente de información del proyecto, tanto en 2D como en 3D y deben tener la posibilidad de ser georreferenciados en coordenadas absolutas y relativas.*
- ✓ *Al utilizarse la metodología BIM, no se podrá realizar el trabajo en paralelo en CAD que este desconectado de la metodología y no salga de los modelos.*

7. Reuniones de trabajo.

Se programarán comités de seguimiento. Mediante estas reuniones de trabajo acordadas entre las partes se establecerán las fechas de encuentro y desarrollo de las mismas y se especificarán en el anexo para evaluar el avance del modelado y tratar inconvenientes del dibujo.

Sin embargo, en la modelación de las diferentes disciplinas, como mínimo deberán existir reuniones semanales para evaluar el avance de las modelaciones BIM y las dificultades con la modelación. De cada reunión del comité, el interventor elaborará el acta respectiva y se dejará constancia de los compromisos adquiridos en la misma.

8. Puntos de control o de inspección.

Los puntos de control específicos que se definan entre las partes servirán para garantizar la calidad de los modelos a entregar por parte del CONTRATISTA, por lo que la entidad contratante en el momento de la entrega definitiva de los diferentes modelos, manifestará por escrito que el modelo cumple con requisitos establecidos en el protocolo, aprobará el modelo general, aprobará los modelos de cada una de las disciplinas y los modelos integrados con la solución de conflictos entre ellos. Por lo anterior, los diseñadores deberán comprobar la integralidad de los modelos de forma continua a medida que avanza la elaboración de la modelación.

Se deberán generar informes parciales cuando el proyecto lleve el 25%, 50% y 75% de su ejecución. Asimismo, se deberán generar informes de observaciones e interferencias de los aspectos problemáticos durante la totalidad del proyecto cuando sea necesario y deberán quedar incluidos en el Informe Final.

Al terminar la modelación del proyecto, el CONTRATISTA debe entregar los formatos originales del software, además de cada uno de los diseños y planos en formato Dwg (luego de la aprobación de los diferentes modelos coordinados entre sí).

Todos los diseños modelados, familias y objetos usados en la modelación deberán ser entregados para la correcta lectura del modelo.

Se generará por parte del CONTRATISTA y de la Interventoría un informe semanal de avance del modelado. Se enviarán a la entidad contratante dichos informes y, con base en los datos obtenidos, los modelos deberán ser actualizados de acuerdo con los ajustes realizados a través de las reuniones del comité BIM o cuando sean necesarios. En el comité inicial del proyecto se definiría la periodicidad de las reuniones para conocer los avances del modelo.



9. Plan de ejecución BIM (PEB).

El CONTRATISTA deberá elaborar y mantener desde el inicio del proyecto un PEB donde describa la estrategia para el cumplimiento de los requerimientos establecidos en este Anexo y que se deberá enfocar en:

- ✓ *Definir el proceso de ejecución del modelado y gestión de información del proyecto.*
- ✓ *Especificar los procedimientos de intercambio de información con las diferentes partes del proyecto.*
- ✓ *Establecer la infraestructura tecnológica y las competencias con las que se cuenta para el desarrollo del modelado de información en el proyecto.*

10. Estándares aplicables.

- ✓ ISO 19650-1:2018
- ✓ ISO 19650-2:2018
- ✓ ISO 29481-1:2016
- ✓ ISO 29481-2:2016
- ✓ ISO 16739-1:2018
- ✓ ISO 12006-3:2007
- ✓ BS 1192-4:2014
- ✓ BS 1192:2007