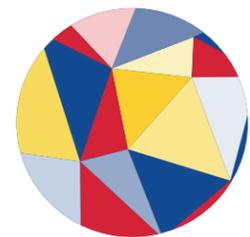


**BIM
FORUM
COLOMBIA**

BIM KIT

GUÍAS PARA LA ADOPCIÓN BIM EN LAS ORGANIZACIONES

1. Roles y perfiles
- ◀ **2. Guía de modelado BIM**
3. Flujos de trabajo
4. Gestión de la información
5. Indicadores BIM
6. Creación de contenido
7. Anexo contractual



**BIM
FORUM
COLOMBIA**

**GUÍAS PARA LA ADOPCIÓN BIM
EN LAS ORGANIZACIONES**

— 2. GUÍA DE MODELADO BIM

El presente documento busca dar directrices sobre las buenas prácticas en el modelado de proyectos bajo la metodología BIM acotando los aspectos más importantes para tener en cuenta.

.....



El presente documento busca estandarizar el modelado BIM desde el alcance del diseñador.

Realizado teniendo en cuenta diferentes estándares y guías para el modelado BIM y la experiencia adquirida por parte de las empresas participantes en este fórum, como una forma de documentar las mejores prácticas profesionales.

Se relaciona los diferentes documentos que fueron usados como base para la creación de esta guía.

- ▶ BuildingSMART Spanish Chapter. **“GUÍA DE USUARIOS BIM”**. Versión 1.0, octubre 2014
- ▶ CPNAA (Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares). **“Guía y Estándares Gráficos del Proyecto Arquitectónico”**. Módulo 2, Impreso 2017.
- ▶ National Institute of Building Sciences buildingSMART Alliance. United States National CAD Standard – V6. **“Module 1 – Drawing set organization”**
- ▶ **PROJECT EXECUTION PLANNING GUIDE. Versión 2.1 Released – May 2011**



Copyright Notice:

That standard, which involved engagement with industry professionals as well as leading software vendors Autodesk, Bentley, Graphisoft, Nemetschek and buildingSMART UK, is freely available to the construction industry.

Este documento se
distribuye bajo licencia:





Dirección Editorial

Sandra Forero Ramírez, presidenta Ejecutiva de Camacol

Coordinación Editorial

Victoria Cunningham , directora de Productividad y Sostenibilidad de Camacol

Comité Editorial

AMARILO S.A.S.

APIROS S.A.S.

ARPRO ARQUITECTOS INGENIEROS S.A.

CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONTRUCCIÓN

CONSTRUCCIONES PLANIFICADAS S.A.

CONSTRUCTORA BOLIVAR S.A.S.

CONSTRUCTORA COLPATRIA S.A.

CONSTRUCTORA CONCONCRETO S.A.

CUSEZAR. S.A.

EMPRESA DE DESARROLLO URBANO EDU

PRODESA Y CIA S.A.

TRIADA S.A.S.



Agradecimientos

El BIM Forum Colombia extiende el agradecimiento a los miembros del comité editorial, las empresas participantes y sus equipos de trabajo, quienes hicieron posible el ejercicio de recolección de información, redacción y validación de contenidos y a cada uno de los actores que participaron en el proceso de consulta pública de estos documentos.

Investigación y Redacción

▶ LUIS CARLOS MORALES

▶ EDWIN ARIZA BUITRAGO

▶ DANIEL RODRÍGUEZ ESTRADA

▶ LORENA SÁNCHEZ VARGAS

▶ NESTOR JAIMEZ PLATA

▶ JUAN DAVID HURTADO

▶ NICOLÁS VILLA PELÁEZ

▶ GERMÁN ANDRÉS ROJAS

▶ SANDRA MILENA JIMÉNEZ

▶ ALISSON GÓMEZ BAUTISTA

▶ DIEGO GIRALDO

▶ JAVIER CÁRDENAS IZQUIERDO

▶ JUAN SEBASTIÁN ROJAS



CONTENIDO

1	Introducción	4
2	Estándares para el modelado en el diseño	4
2.1	Ficha descriptiva del modelo	5
2.2	Georreferenciación y manejo de coordenadas	5
2.3	Unidades de medida y escalas	6
2.4	Segregaciones, ejes y niveles	6
2.4.1	Segregación del Modelo	7
2.4.2	Ejes	9
2.4.3	Niveles	10
2.5	Nivel de Desarrollo (LOD)	12
2.6	Convenciones Gráficas	16
2.7	Configuración de líneas y visualización de elementos en la representación planimétrica	17
2.7.1	Líneas de Modelo (Model Line)	17
2.7.2	Líneas de Anotación (Annotation Line)	18
2.7.3	Líneas de Perspectiva (Perspective Line)	18
2.7.4	Plumas, anchos, nombres y patrones para líneas	18
3	Requerimientos del modelo BIM	19
3.1	Usos BIM	19
3.2	Modelos de trabajo Colaborativo	20
3.3	Relación de etapas de diseño y los niveles de desarrollo LOD	20
3.3.1	Conceptualización / Prefactibilidad (5%)	21
	CLAVE 1: Estado actual del sitio de emplazamiento del modelo	21
	CLAVE 2: Planificación de proyecto contenido del modelo BIM	22
3.3.2	Diseño esquemático / (15%) - LOD 100	23
	Nivel de desarrollo (LOD) en etapa de diseño esquemático	24
	CLAVE 3: Modelo BIM espacial	24
	CLAVE 4: Información mínima en espacios y grupos de espacios	24
3.3.3	Criterios de diseño (30%) – LOD 200	25
	Nivel de desarrollo (LOD) en etapa de criterios de diseño	25
	CLAVE 5. Modelo BIM constructivo	26
	CLAVE 6. Modelo BIM constructivo en la fase de diseño general	27
	CLAVE 7. Modelo BIM en la fase de diseño detallado	27
	CLAVE 8. Modelado de elementos constructivos	28
3.3.4	Diseño detallado / Anteproyecto (75%) – LOD 300	31
	Nivel de desarrollo (LOD) en etapa de anteproyecto	31
3.3.5	Documentos de construcción (100%) - LOD 350	32
	Nivel de desarrollo (LOD) en etapa de documentos de construcción	33
4	Aseguramiento de la Calidad de los modelos BIM y sus entregables	34
4.1	Control de Calidad del modelado BIM	34



1 — INTRODUCCIÓN

Según el buildingSMART, organización internacional para la promoción de BIM en el mundo, Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes.

BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D). Al tiempo, promueve una evolución de las dinámicas de trabajo y la cultura organizacional de las empresas donde la colaboración y el fortalecimiento de los canales de comunicaciones resultan la piedra angular que garantiza el éxito de su uso.

Las buenas prácticas al momento de realizar modelos permiten garantizar la calidad de estos, esto redundará en un mejor desempeño y mayor posibilidad de explotar el potencial que tienen, al tiempo permite reducir reprocesos y facilitar un flujo de información como el planteado en el documento de “Gestión de la Información con BIM”, de la misma manera los roles y perfiles asociados a la metodología BIM cobran mucho más sentido cuando entendemos los puntos clave que debemos tener en cuenta al momento de realizar un modelo.

Es por esto que BIM Fórum Colombia dedica un documento exclusivo hablar de los aspectos clave al momento de realizar un modelo, características de la georreferenciación, coordenadas, niveles, ejes, niveles de desarrollo y características de los modelos en cada etapa de entregable son algunos de los temas indispensables a tener en cuenta para el desarrollo de modelos de calidad que permitan hacer explícitos los beneficios del BIM en el desarrollo de proyectos.



2 — ESTÁNDARES PARA EL MODELADO EN EL DISEÑO

Todas las fases que intervienen en la construcción de un proyecto y en su ciclo de vida son transformados por procesos BIM, los cuales impactan de manera considerable en los procesos que hoy son desarrollados de manera tradicional, entendiendo la manera tradicional como poco digitalizada y poco productiva.

Los procesos BIM garantizan mayor productividad y eficiencia, es por esta razón que la mayoría de las empresas optan por implementar esta metodología dentro de sus organizaciones y es el proceso de Diseño quizás el más impactado en los inicios de muchas implementaciones, debido al liderazgo que tiene en el inicio del proyecto.

Es por esta razón y por el impacto que tiene dentro de un flujo BIM contar con un buen insumo que este liderazgo propone mayor protagonismo, siendo llamado al diseñador a proponer las pautas necesarias para que el diseño se convierta en la base de una construcción virtual que responda a las necesidades de todos los interesados y minimice los riesgos que puedan darse en un proyecto de construcción.

Este capítulo propone una guía de consideraciones que deberían ser valoradas al momento de comenzar una propuesta de diseño y que busca estructurar algunas de las actividades que deberán ser estandarizadas dentro del proceso y el flujo que adopte cada organización que se encuentre implementando BIM.



2.1 | Ficha descriptiva del modelo

Desde el comienzo del proyecto se debe realizar una ficha descriptiva para cada una de las disciplinas que tendrán una participación en el desarrollo de cada proyecto. Cada uno de estos documentos ofrecen una descripción completa de los contenidos que deben ser incluidos en los modelos y explica cuál es el uso para el cual se están elaborando dichos modelos, ya que no es lo mismo elaborar un modelo que será usado solo en las etapas de diseño, a uno que pasará por coordinación técnica e incluso procesos de obra.

La ficha descriptiva debe brindar también información sobre los diferentes softwares con los cuales se vayan a trabajar los modelos en las diferentes etapas de desarrollo, debe llevar un registro de las diferentes versiones que se vayan emitiendo de cada modelo y debe contener las nomenclaturas (nombres de archivos) estandarizadas y acordadas con el equipo de trabajo.

Es importante documentar la madurez y cambios relevantes que sufran los diferentes modelos de modo que los diferentes involucrados puedan llevar una trazabilidad clara.

2.2 | Georreferenciación y manejo de coordenadas

Si pensamos en un modelo BIM como una construcción virtual es indispensable contar con un proyecto georreferenciado, esto permite comenzar a consolidar una información de proyecto conectada y transversal.

La georreferenciación dentro de un proyecto es la clave para una buena coordinación, si todos los modelos son referenciados adecuadamente podrán ser vinculados y articulados en cualquier plataforma de gestión BIM, minimiza errores por interpretación y facilita la evaluación del proyecto frente aspectos identificados en el entorno.

Recomendaciones

- ▶ El punto de coordinación de los proyectos deberá estar siempre sobre el área positiva de los ejes **X**, **Y** y **Z**.
- ▶ El arquitecto es quien determina el origen del proyecto, este origen debe de estar cerca al área de dibujo, trate de buscar conexiones entre ejes para asignar el origen, esto permite validar más rápidamente la coordinación con otros proyectos.
- ▶ A la hora de emplear una configuración para el sistema de coordenadas, se recomienda aplicar el sistema de coordenadas de mayor uso en su país, para el caso de Colombia es **MAGNA-SIRGAS**.
- ▶ La ubicación se documenta utilizando al menos dos puntos de referencias preferiblemente sobre ángulos de rotación con al menos dos puntos decimales, para evitar imprecisiones que puedan afectar algunos procesos en la fase de ejecución.
- ▶ Mediante el proceso de transformación de Helmert usted puede cambiar el sistema de coordenadas cuando este no se haya sido definido previamente.
- ▶ Debido a que el proyecto puede variar su posición durante las fases de creación de diseño se recomienda emplear el uso de un modelo de sitio o modelo topográfico, el cual permitirá compartir las coordenadas al proyecto de diseño mediante dos modelos completamente vinculados permitiendo reubicar el modelo sin afectar su origen asignado.
- ▶ Se recomienda que el modelo de Arquitectura vinculado al modelo de sitio sea la base para el desarrollo de otras disciplinas.
- ▶ Se recomienda que el modelo de sitio sea el georreferenciado, permitiendo que modelos tipo segregados pueda replicarse dentro del modelo de sitio y ubicarse libremente.



2.3 Unidades de medida y escalas

En un modelo BIM se vinculan muchas disciplinas, pero se puede decir que son las disciplinas que intervienen en el diseño las más importantes ya que son las bases para anidar el resto de información, es por esta razón que es indispensable que su lenguaje sea común y transversal esto incluye las unidades de medidas y la escala que se emplea para la representación gráfica.

Si bien muchos softwares BIM permiten configurar de manera ágil cualquier modelo a la necesidad de quien lo gestione, poder omitir este paso por una configuración predeterminada en una metodología de trabajo colaborativo que puede facilitar aún más el proceso, además de poder generar una interpretación transversal para todos los interesados en el proyecto.

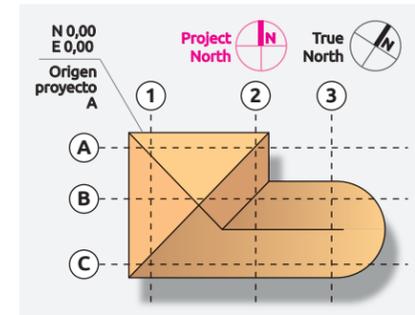
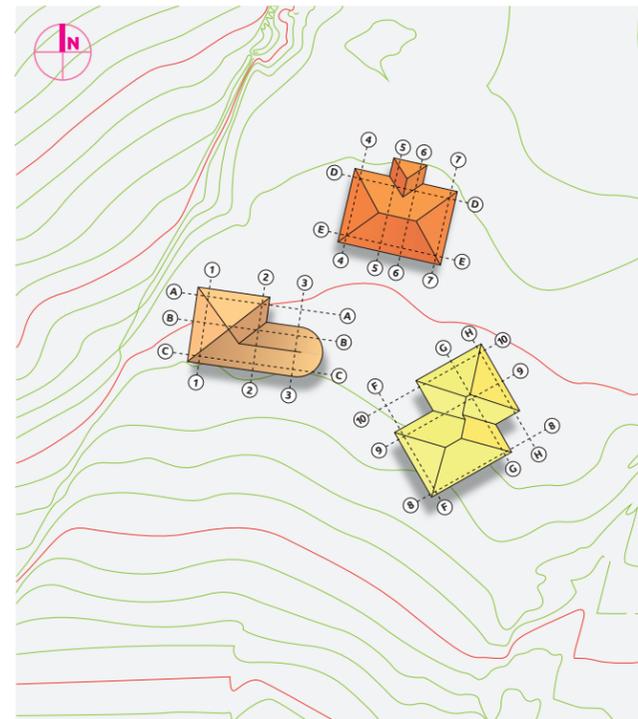
Recomendaciones

- ▶ Se recomienda incluir en el BEP (Building Execution Plan) la determinación de la unidad de medida y la guía gráfica de desarrollo del proyecto (si aplica).
- ▶ Es indispensable tener en cuenta al momento de seleccionar la escala a emplear que la representación gráfica sea completamente legible.
- ▶ Validar que los elementos complementarios como cotas, textos, símbolos, anotativos, cuadros, sombreados, representaciones 2D y 3D se ajusten de manera automática a la escala.
- ▶ Se recomienda emplear en los diseños el sistema métrico.

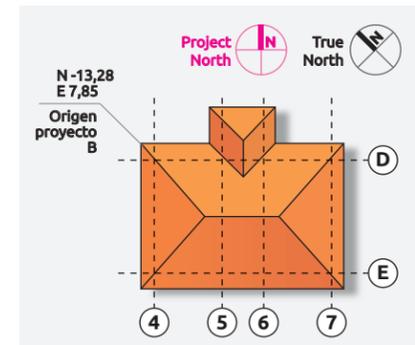
2.4 Segregaciones, ejes y niveles

En los proyectos de edificación los ejes, niveles y segregación son una definición clave al inicio del proceso debido a que permite que todos los modelos se ajusten a una única referencia permitiendo fluidez en la dinámica de trabajo colaborativo, por este motivo, en el momento de crear el BEP (Building Execution Plan) se deben consignar las determinaciones necesarias para cada proyecto.

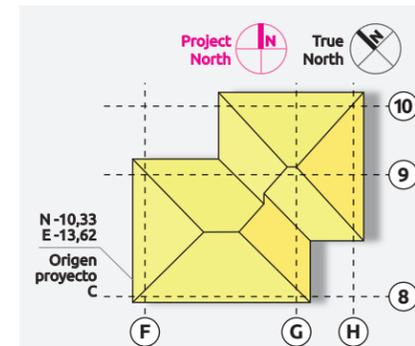
Es importante identificar las condiciones particulares de cada proyecto como son metros cuadrados, número de torres o bloques, unidades estructurales definidas, fases de construcción, módulos típicos y no típicos para poder definir la forma adecuada de trabajarlo.



EDIFICIO A



EDIFICIO B

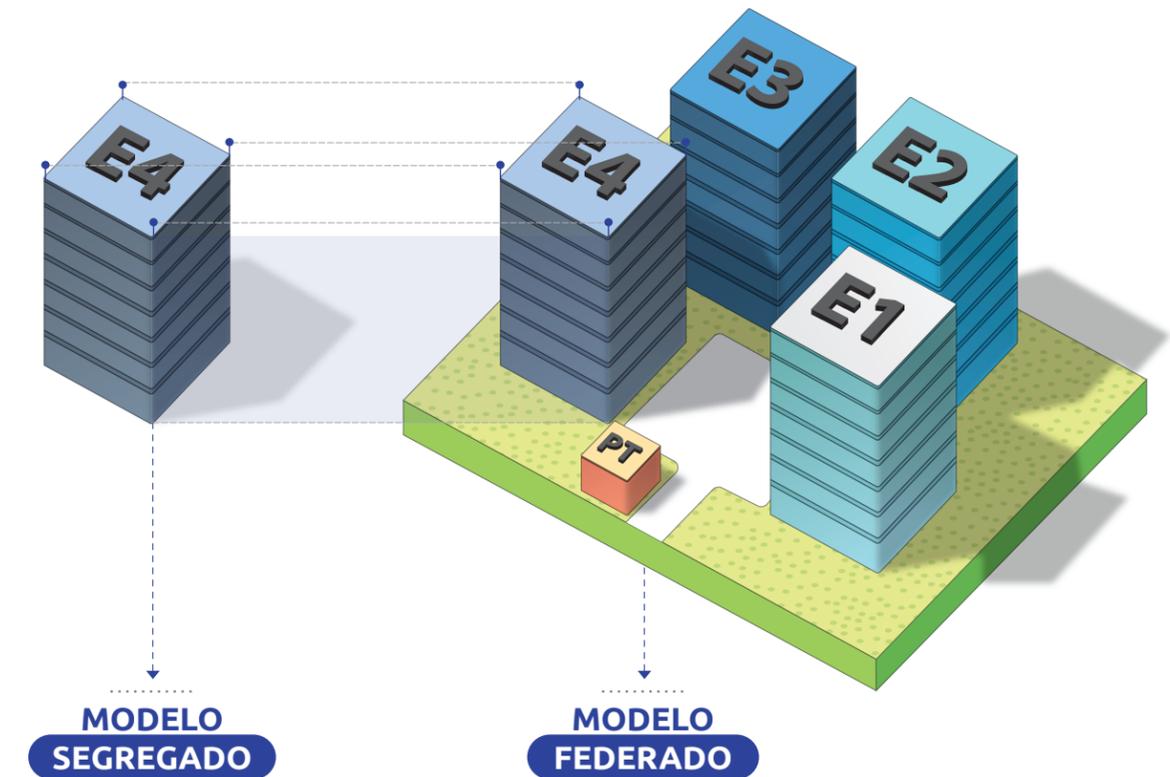


EDIFICIO C

2.4.1 Segregación del modelo

Segregación es la división de un proyecto en modelos funcionales que garantizan una operación eficiente en sus procesos alineada con las capacidades de hardware disponibles, así como una articulación efectiva con modelos complementarios.

Un modelo federado se conforma por los diferentes modelos segregados enlazados a través de vínculos/links. La conformación de los modelos federados debe definirse en el Plan de Ejecución BIM (BEP).





Al momento de comenzar un proyecto es importante definir y acordar con el equipo la metodología de trabajo, esto muchas veces nos implica proponer formas que mejoren la gestión de la información, la manipulación del modelo.



Recomendaciones

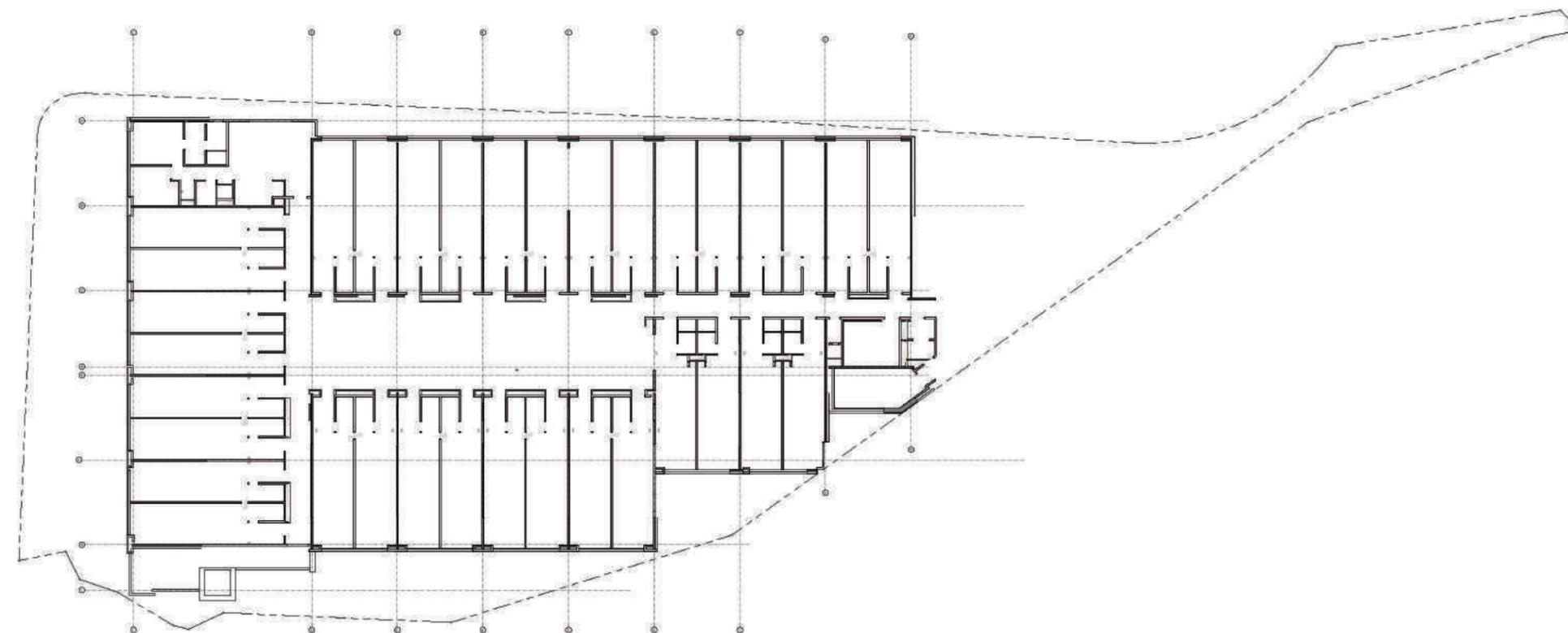
- ▶ Para garantizar el manejo eficiente de los modelos se recomienda segregar los mismos para que su tamaño no supere los 200MB.
- ▶ Modelar de forma independiente cada estructura atípica de gran volumen que se encuentre identificada dentro del proyecto.
- ▶ Se recomienda que los proyectos con áreas superiores a 1000 m², que se compongan de varias torres o bloques sean modelados de manera independiente, esto incluso permitirá mejor distribución del trabajo dentro del grupo.
- ▶ Se recomienda que en aquellos proyectos que cuenten con unidades estructurales definidas (ejemplo: juntas estructurales), cada unidad sea desarrollada de manera independiente, lo que permite mejor manejo de los archivos.
- ▶ Todas las divisiones a las cuales sea sometido un proyecto por cualquiera de las condiciones anteriores deberán contar con un modelo federado que permita la unificación de cada uno de los modelos que se generen, para este caso se recomiendan que los modelos que se unifiquen mediante vínculos/links.
- ▶ En ocasiones debido a las complejidades técnicas, podría ser necesario dividir el edificio por niveles, partes de forma vertical o ambas. Dichas partes se acordarán por el equipo de proyecto y deben estar consignadas en el Plan de Ejecución BIM (BEP).

- ▶ Cada disciplina debe tener un modelo independiente, el nivel de segregación de cada disciplina debe definirse en función de la complejidad del proyecto.
- ▶ Cada edificio que se genere deberá contar con un archivo independiente.¹
- ▶ Todos los nombres de los modelos independientes deben seguir un protocolo de nomenclatura y ubicación dentro de la carpeta del proyecto, según la estrategia de colaboración que establezca el Plan de Ejecución BIM (BEP).
- ▶ Cuando el proyecto cuente con varias edificaciones, modelos o partes tipo, es posible vincular más de una vez el mismo modelo segregado en el modelo federado en las ubicaciones respectivas.

2.4.2 Ejes

Todos los ejes del modelo deben ser determinados por el modelo Arquitectónico y validados por el modelo Estructural. El resto de disciplinas tomará estos ejes como referencia para sus modelos y para la producción final de documentos. Cada disciplina debe replicar los ejes establecidos en el modelo arquitectónico y estructural, así como monitorear sus cambios en el tiempo para garantizar la congruencia del modelo general en el momento federado.

1. En caso de que el proceso requiera archivos de interoperabilidad, la necesidad de formatos IFC debe establecerse en el plan de ejecución BIM (BEP).



2.4.3 Niveles

Los niveles deben definirse en conjunto por el equipo de trabajo. Es importante manejar un único nivel de referencia y no duplicar niveles entre modelos arquitectónicos y estructurales. Esta dicotomía podría generar errores en el procesamiento de la información para obtención de cantidades o en el proceso de detección de colisiones y coordinación de diseños.

Es requerimiento indispensable que todos los elementos modelados estén atados al nivel respectivo, incluso aunque el software pudiera permitir un procedimiento diferente. La razón es que la mayoría del software de simulación emplea niveles, los análisis de espacios y áreas se basan en niveles, y muchos otros agentes (incluido el equipo de obra) se manejan principalmente con niveles.

Recomendaciones

- ▶ Como práctica general se recomienda que los niveles de trabajo sean definidos en el Plan de Ejecución BIM (BEP), estos pueden ser niveles arquitectónicos o estructurales, independientemente de cual se escoja, se recomienda que una vez definidos estos sean los únicos niveles de trabajo al cual se asocien los elementos de todos los modelos.²
- ▶ Las cubiertas, la cimentación y sus estructuras se modelan en un nivel independiente.
- ▶ La altura para cada nivel de suelo es el nivel de acabado del piso. Esta altura es la misma que se mostrará en plantas o secciones para el nivel del suelo. Tanto las estructuras portantes como las placas livianas se modelan bajo este nivel.
- ▶ Los elementos que abarcan varios niveles generalmente se dividen en tramos por niveles, no obstante, esta división debe valorarse en función del propósito del modelo. Se pueden hacer excepciones a las exigencias del modelado por niveles, cuando la solución estructural u otros factores lo sugieran de un modo razonable. (ej. Columnas, muros tanto estructurales como arquitectónicos, elementos verticales de tubería, los pañetes y pinturas tanto internos como de fachada, las escaleras y puntos fijos, etc.)

2. Como buena práctica se recomienda que los niveles que primen sean los arquitectónicos, sin embargo, algunos talleres se inclinan por manejar como único nivel el nivel estructural. En estos casos, todos los elementos arquitectónicos se referencian con desfases con respecto a la estructura, según corresponda.

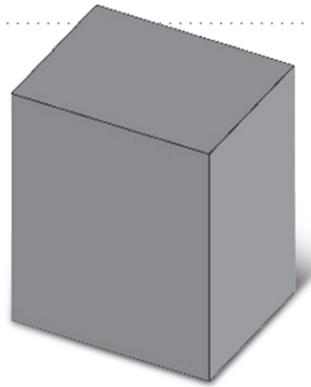


2.5 Nivel de Desarrollo (LOD)

Se ha elegido la categorización de detalle del documento **LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION V2017** de **BIM FORUM**, para definir el nivel al cual se deben modelar los elementos. El rango va de LOD 100 a LOD 500. **LEVEL OF DEVELOPMENT** LOD, por sus siglas.

Esta categorización es solo ilustrativa, la definición del LOD dentro de un proyecto puede ser muy específica en cuanto su aplicación dentro de las fases de diseño, esto deberá ser definido dentro del plan de ejecución BIM (**BEP**) propio del proyecto y dentro de los alcances contractuales establecidos para el mismo.

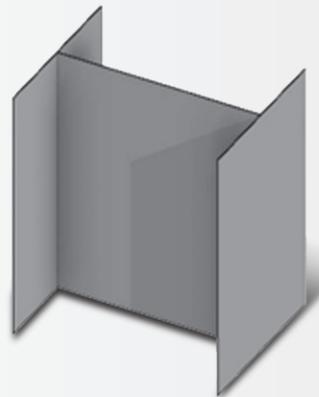
LOD 100



Interpretación: Los elementos en un nivel LOD 100 no son representaciones geométricas. Ejemplo, la información ligada al elemento demuestra su existencia dentro del modelo mas no forma, tamaño o localización precisa. Cualquier información derivada de elementos LOD 100 debe ser considerada aproximada.

Usos: Diseño Conceptual y cabidas.

LOD 200

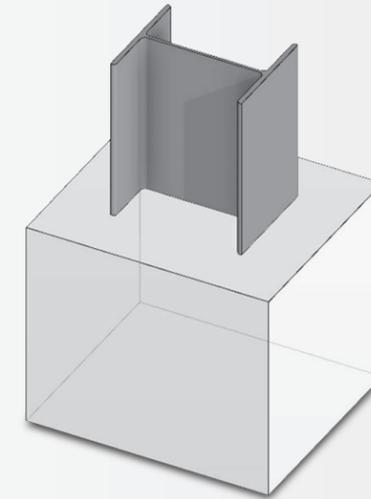


Los elementos son gráficamente representados en el modelo como un sistema genérico, objeto o ensamble con aproximación a cantidades, tamaño, forma, localización y orientación.

Interpretación: A este nivel, los elementos aún no son definitivos, ejemplo una silla puede ser representada por un cubo alargado. Pueden llegar a ser reconocible por una geometría sencilla o pueden ser simplemente volúmenes para reservar espacio. Cualquier información derivada del LOD 200 debe ser considerada aproximada.

Usos: Diseño Esquemático, anteproyecto.

LOD 300

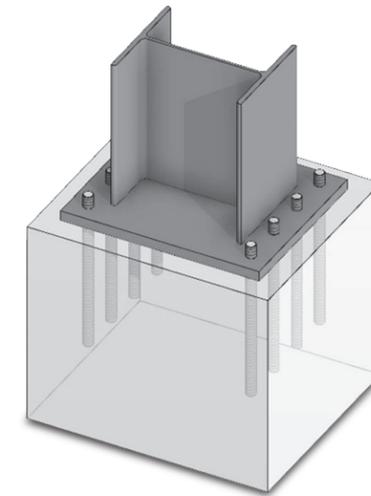


Los elementos son gráficamente representados dentro del modelo como un sistema específico, objeto o ensamble en términos de cantidad, tamaño, forma, localización y orientación.

Interpretación: La cantidad, tamaño, forma, localización y orientación de los elementos puede ser medida directamente del modelo sin necesidad de buscar información anexa como detalles o notas.

Usos: Desarrollo de Diseño y coordinación.

LOD 350

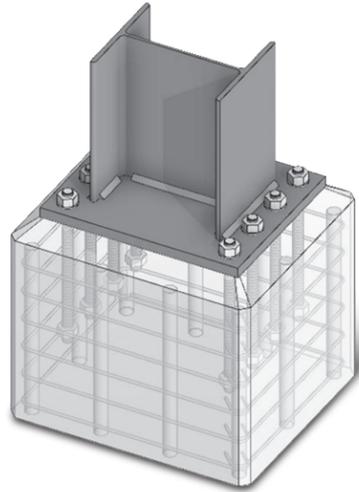


Los elementos son gráficamente representados dentro del modelo como un sistema específico, objeto o ensamble en términos de cantidad, tamaño, forma, localización, orientación y conexión con otros sistemas de la edificación.

Interpretación: Están modeladas las partes necesarias para coordinación del elemento con otros elementos adyacentes. Estas partes incluyen objetos como soportes o conexiones. La cantidad, tamaño, forma, localización y orientación de los elementos puede ser medida directamente del modelo sin necesidad de buscar información anexa como detalles o notas.

Usos: Desarrollo de Diseño / Documentos de Construcción, fase de proyecto.

LOD 400



Los elementos son gráficamente representados dentro del modelo como un sistema específico, objeto o ensamble en términos de tamaño, forma, localización, cantidad y orientación con detalle e información de fabricación, ensamble e instalación.

Interpretación: Los elementos LOD 400 están modelados de manera detallada y exacta para fabricación/construcción. La cantidad, tamaño, forma, localización y orientación de los elementos se puede medir directamente desde el modelo sin necesidad de referirse a información no modelada como notas o detalles.

Usos: Documentos de Construcción, fabricación o instalación, ejecución del proyecto.

La representación de los elementos es exacta y ha sido verificada en el sitio en cuanto tamaño, forma, localización, cantidad y orientación.

Los objetos tienen datos necesarios para fases de ejecución y posteriormente de operación, por ejemplo: distribuidor, referencia, fecha de adquisición, ficha técnica, etc.

Usos: As built, record, operación y mantenimiento.

No aplica

LOD 500

Nivel de Desarrollo
VS
Nivel de Detalle

Con frecuencia se confunde Nivel de Desarrollo (**LOD**) con Nivel de Detalle (**LODe**), el primero se refiere al nivel en que la información del elemento es confiable en cualquiera de las fases del proyecto (presupuestación, obra, etc.), el segundo se refiere al nivel de particularidad y desarrollo gráfico que es incluido en el elemento. En otras palabras, el Nivel de Detalle puede ser visto como la riqueza gráfica y geométrica en el modelado mientras que el Nivel de Desarrollo representa la exactitud de la información que se puede extraer.

LOD 100



Concept Presentation

Description: Office Chair
Arms, Wheels

Width:

–

Depth:

–

Height:

–

Manufacturer: Herman Miller, Inc.

Model: Mirra

LOD: 100

LOD 200



Design Development

Description: Office Chair
Arms, Wheels

Width:

700

Depth:

450

Height:

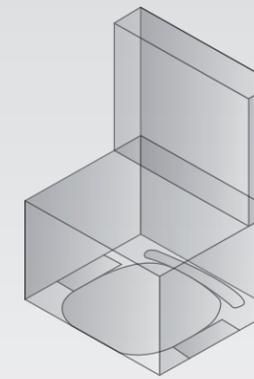
1100

Manufacturer: Herman Miller, Inc.

Model: Mirra

LOD: 200

LOD 300



Documentation

Description: Office Chair
Arms, Wheels

Width:

700

Depth:

450

Height:

1100

Manufacturer: Herman Miller, Inc.

Model: Mirra

LOD: 300

LOD 400



Construction

Description: Office Chair
Arms, Wheels

Width:

700

Depth:

450

Height:

1100

Manufacturer: Herman Miller, Inc.

Model: Mirra

LOD: 400

LOD 500



Facilities Management

Description: Office Chair
Arms, Wheels

Width:

700

Depth:

450

Height:

1100

Manufacturer: Herman Miller, Inc.

Model: Mirra

Purchase date: 01/02/2013

2.6 Convenciones Gráficas

La representación gráfica 3D de los proyectos no exonera del entregable planimétrico, es importante entender un modelo BIM como una unidad que consolida todo tipo de información y que cada capa o data que contenga estará asociada a un requerimiento o una funcionalidad aplicada a procesos dentro del proyecto de construcción que se esté desarrollando.

Esta información a la que hacemos referencia incluye la planimetría como la forma de entender al detalle la geometría y expresar la información contenida en el modelo, lo que permite una mejor lectura técnica del proyecto.

Las convenciones y configuración para el entregable planimétrico que se adopte esté vinculado a la propuesta estándar que exista en su país, para el caso de Colombia se recomienda alinear la estandarización a la guía presentada en el documento del CPNAA (Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares). **“Guía y Estándares Gráficos del Proyecto Arquitectónico”**. Módulo 2, Impreso 2017 o versión vigente.

Recomendaciones

- ▶ Estandarizar los gráficos para generar guías uniformes y estables para la producción de documentos técnicos.
- ▶ Se recomienda estandarizar los tipos de líneas, retícula de ejes, símbolos, anotativos y estar configurados para adaptarse a todas las escalas.

- ▶ Es indispensable definir un tipo de letra clara y estándar.
- ▶ Se recomienda estandarizar la representación gráfica de elementos y materiales.
- ▶ Se recomienda desarrollar “plantillas de vista” las cuales contengan una visualización preconfigurada para la planimetría.
- ▶ El Símbolo del Norte debe ser consistente y mostrarse en todas las vistas que sean utilizadas para generar entregables planimétricos, y estar configurado para adaptarse a todas las escalas.
- ▶ Se recomiendan para definir la posición y orientación gráfica para el desarrollo planimétrico del proyecto partir de la orientación grafica del piso principal.
- ▶ Se recomienda que la posición del símbolo de norte dentro de la planimetría coincida con la simbología y posición usual en mapas y documentación geográfica.
- ▶ Se recomienda que la planimetría que debe emplear escalas graficas la posición grafica del símbolo de norte se encuentre en el costado superior paralelo al formato de la plancha.
- ▶ Se recomienda que el nombramiento de los ejes se realice de manera vertical con índices numéricos de izquierda a derecha y los horizontales indicados alfabéticamente de abajo hacia arriba.
- ▶ Se recomienda que al emplear elementos estructurales que en su posición se encuentre entre dos ejes principales aplicar una sub numeración para referenciarlos.

2.7 Configuración de líneas y visualización de elementos en la representación planimétrica

Los grosores de líneas para “líneas de modelo” (Model Line), “líneas de perspectiva” (Perspective Line) y “líneas de anotación” (Annotation Line) deberán ser configurados de tal manera que responda a las normas establecidas para la representación gráfica 2D.

2.7.1 Líneas de Modelo (Model Line)

Se recomienda definir la línea de modelo cada grosor depende de la escala de la vista deberá asignarse un tamaño para cada escala, esta configuración se recomienda generar en las plantillas de cada software para que respondan a las normas.

Vistas del Modelo en 3D

#	1:1	1:2	1:5	1:10	1:20	1:50	1:100	1:200	1:500	1:1000	1:2000	1:5000
1	0.175	0.175	0.15	0.15	0.125	0.125	0.10	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05
2	0.35	0.35	0.30	0.30	0.25	0.25	0.20	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10
3	0.60	0.60	0.50	0.50	0.45	0.45	0.35	0.25	0.15	0.15	0.15	0.15
4	0.75	0.75	0.65	0.65	0.55	0.55	0.45	0.35	0.35	0.25	0.25	0.20
5	1.00	1.00	0.80	0.80	0.70	0.70	0.55	0.40	0.40	0.30	0.30	0.30
6	1.20	1.20	1.05	1.05	0.90	0.85	0.70	0.50	0.50	0.35	0.35	0.35
7	1.50	1.50	1.20	1.20	1.05	1.05	0.85	0.60	0.60	0.45	0.45	0.45
8	1.70	1.70	1.50	1.50	1.25	1.25	1.00	0.75	0.75	0.50	0.50	0.50
9	1.80	1.80	1.80	1.80	1.50	1.50	1.20	1.00	0.90	0.60	0.60	0.60
10	2.00	2.00	2.00	2.00	1.85	1.85	1.50	1.20	1.20	0.75	0.75	0.75
11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
13	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
14	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
16	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

2.7.2 Líneas de Anotación (Annotation Line)

Se recomienda definir igualmente en todas las vistas 2D de los proyectos BIM las líneas de anotación para que respondan a la norma.

2.7.4 Plumas, anchos, nombres y patrones para líneas

Se recomienda definir los tipos de Líneas en 2D en color negro y algunas en gris, estas definiciones esta alineadas a las establecidas en el documento del **CPNAA**.

Vistas del Modelo en 2D	
Pluma #	Ancho
1	0.1000mm
2	0.2000mm
3	0.3500mm
4	0.4500mm
5	0.5500mm
6	0.7000mm
7	0.8500mm
8	1.0000mm
9	1.2000mm
10	1.5000mm
11	0.1000mm
12	0.1000mm
13	0.1000mm
14	0.1000mm
15	0.1000mm
16	0.1000mm

2.7.3 Líneas de Perspectiva (Perspective Line)

Se recomienda que los anchos de plumas en las Vistas del Modelo sean definidos en Perspectiva con un valor de 0.1000mm.

Líneas - Grises				
Nombre	Pluma #	Ancho	RGB	Color
80% Negro	2	0.2000mm	050-050-050	
60% Negro	3	0.3500mm	100-100-100	
40% Negro	4	0.4500mm	150-150-150	
20% Negro	5	0.5500mm	200-200-200	

Líneas - Negro			
Nombre	Pluma #	Ancho	Patron
Pluma #1 (0.10mm)	1	0.1000mm	Solid
Pluma #2 (0.20mm)	2	0.2000mm	Solid
Pluma #3 (0.35mm)	3	0.3500mm	Solid
Pluma #4 (0.45mm)	4	0.4500mm	Solid
Pluma #5 (0.55mm)	5	0.5500mm	Solid
Pluma #6 (0.70mm)	6	0.7000mm	Solid
Pluma #7 (0.85mm)	7	0.8500mm	Solid
Pluma #8 (1.00mm)	8	1.0000mm	Solid
Pluma #9 (1.20mm)	9	1.2000mm	Solid
Pluma #10 (1.50mm)	10	1.5000mm	Solid

3 REQUERIMIENTOS DEL MODELO BIM

Las etapas de diseño son las que enmarcan el desarrollo de la vida del proyecto, estas a su vez definen el nivel de detalle del modelo BIM el cual depende de la inclusión y extracción de la información que los usuarios requieran y aporten.

Desde el inicio del proyecto se recomienda definir en el BEP la persona responsable que actualice y valide el modelo, esta labor sugiere el presente documento sea el director del proyecto o arquitecto del proyecto.

Las versiones del modelo BIM y la información gráfica y no gráfica que el modelo contenga, debe quedar archivado en el repositorio documental (Ambiente Virtual de Trabajo - AVT) seleccionado con el fin de verificar posteriormente el historial de cambios en cada fase de diseño. (Referirse al documento de Gestión de la Información del BIM FÓRUM COLOMBIA)

Las dos principales directrices que demarcan la línea de producción del modelo son los **USOS BIM** que quieren darse al modelo (los mismos deben definirse en el Plan de Ejecución BIM BEP) o a las **ETAPAS DE DISEÑO** del proyecto que traen consigo ciertos requerimientos de información que se describen a continuación.

3.1 Usos BIM

Los usos BIM definen los alcances del modelo, identificando el propósito del mismo, es de suma importancia que los miembros del equipo entiendan el uso futuro de la información que van a desarrollar, por ejemplo, si nos encontramos en una etapa inicial del proyecto en el cual solo queremos visualizar un volumen básico del cual **no** vamos a extraer ningún tipo de información cuantitativa, podemos modelar los muros sin tener en cuenta los niveles, entendiendo explícitamente que el uso en esta etapa es netamente de visualización y no de extracción de información.

Según la guía **"THE BIM PROJECT EXECUTION PLANNING GUIDE VERSION 2.1 RELEASED – MAY 2011"** de la universidad de Pensilvania existen 25 tipos de usos registrados en diferentes investigaciones dentro de la industria. Varios ejemplos de estos usos incluyen autorías de diseño, estimación de costos, programación, manejo de recursos y planos record. El equipo debe priorizar los Usos BIM que requieran los modelos dependiendo del proyecto. Estos Usos deben ir de la mano a los objetivos pactados en el proyecto.



3.2 Modelos de trabajo Colaborativo

En los procesos BIM, la clave es el trabajo colaborativo, esto nos permite coordinación eficiente y a tiempo, es importante primero que nada definir los alcances del proyecto y los agentes que intervienen para desarrollar un flujo de trabajo que garantice el cumplimiento de lo definido para el proyecto.

Algunas recomendaciones para un manejo eficiente de la información en flujos de trabajo colaborativo se encuentran en el protocolo de comunicaciones donde se trata el tema a profundidad.

3.3 Relación de etapas de diseño y los niveles de desarrollo LOD

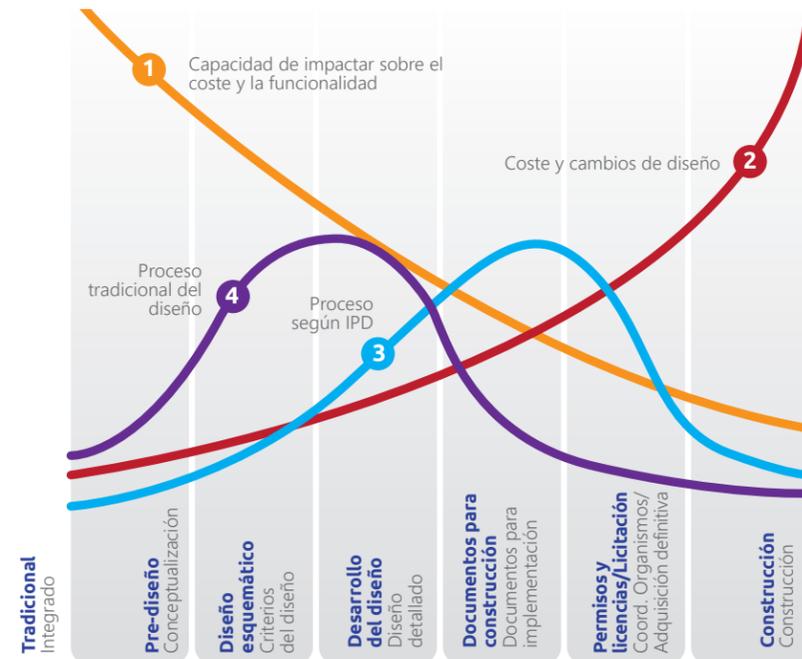
El nivel de desarrollo es el grado en el que la geometría del elemento y la información adjunta se han analizado y por lo tanto se convierte en un rango para medir la confiabilidad de la información adjunta del modelo.

Para definir el nivel de desarrollo de un modelo, debemos tener en cuenta el nivel de desarrollo (LOD) promedio de los elementos que lo componen.

Los niveles de desarrollo (LOD) que van contenidos en los modelos deben determinarse por la fase del proyecto y por los usos pactados para los modelos BIM. A grandes rasgos, los modelos con niveles de desarrollo específicos suelen ser usados con fines concretos que se explican en cada etapa de diseño a continuación:

La Curva de MacLeamy

El proceso de desarrollo de modelos BIM típicamente suele asociarse con la curva de MacLeamy, la forma de entender esta analogía es pensando en que a pesar de que el esfuerzo en etapas tempranas de proyecto puede ser mayor, este esfuerzo inicial se verá recompensado en una mayor maniobrabilidad para la toma de decisiones, pues cualquier cambio o decisión tomada de manera anticipada, y con la cantidad de información apropiada, tendrá un mayor impacto sobre la funcionalidad y un menor costo del que tendría la misma decisión en etapas posteriores de desarrollo de proyecto. Esto representa uno de los cambios más importantes del uso de la metodología BIM en diseño.



3.3.1 Conceptualización / Prefactibilidad (5%)

Esta etapa es en la cual se definen los lineamientos básicos del proyecto, como su uso, equipos, y metodologías de proyecto. Se desarrollan conceptos de emplazamiento, ocupación, operación funcional, diseño y materialidad reformulados a partir del esquema básico. Es muy importante en este punto involucrar a los equipos partícipes del proyecto. La información inicial exigida en esta etapa incluye:

- ▶ Características y ubicación del lote y su interconectividad en el espacio, información climática del entorno, idea del producto, norma aplicable, especificación de usos (oficinas, viviendas, institucional), estimado global de costos, pre-factibilidad. Requisitos y necesidades del cliente y usuarios.
- ▶ No necesariamente es información tácita que alimente el modelo, pero si es la información vital que definirá la línea de producción del Modelo.

CLAVE 1

Estado actual del sitio de emplazamiento del modelo

El modelo BIM de emplazamiento hace referencia al modelo de la ubicación de la construcción y su entorno a un nivel más detallado, especificando zonas vegetales y duras, levantamiento digital de redes existentes, indicando las edificaciones actuales, sus usos, indicando tipos de vías y zonas tráfico.

La ubicación del lote debe estar modelado teniendo en cuenta el numeral de modelado de terrenos del presente documento.

RESUMEN DE CONDICIONES INICIALES

MODELO BIM EN ETAPA DE PREDISEÑO / ESQUEMA BÁSICO

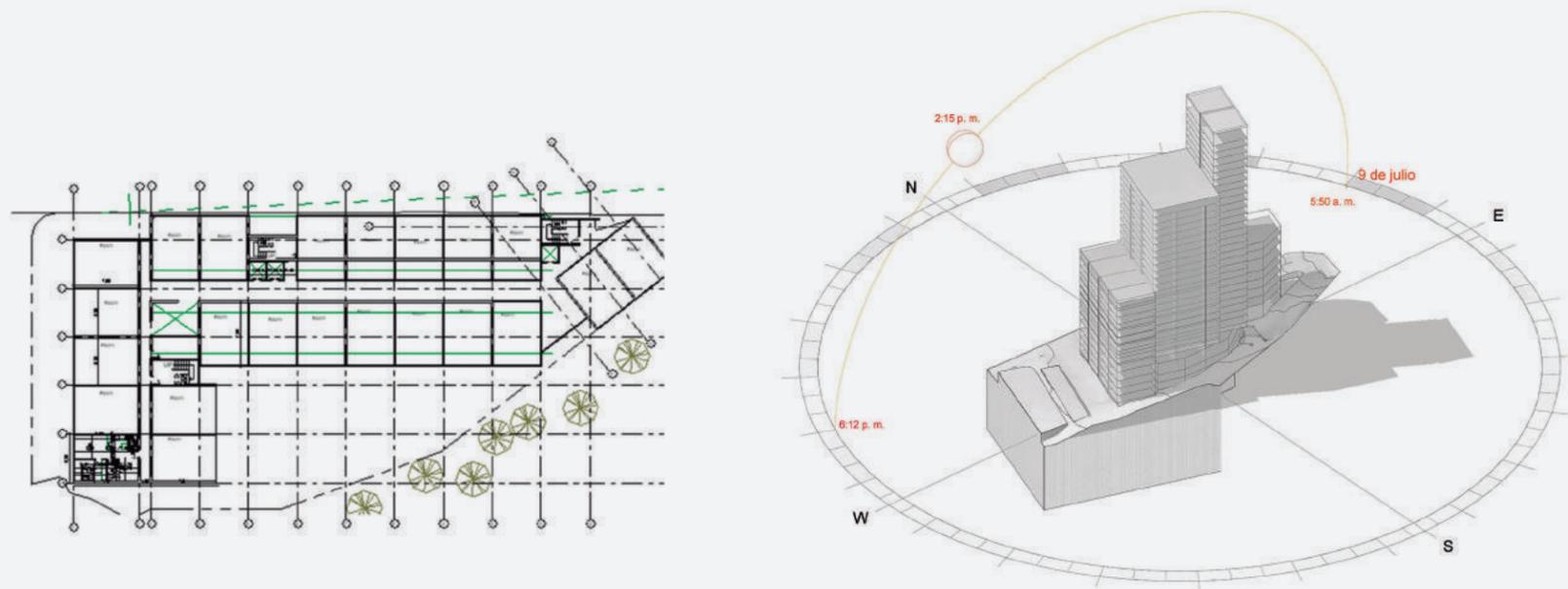
REQUISITOS INICIALES

- Modelación de edificios existentes
- Información o levantamiento digital de redes
- Aerografías
- Georreferenciación y coordenadas
- Mediciones en sitio
- Levantamiento topográfico
- Información climática

CLAVE 2

Planificación de proyecto: contenido del modelo BIM

El arquitecto o director del proyecto debe emplear un modelo a base de espacios conceptuales (volúmenes / masas) con el fin de explorar varias opciones de diseño cumpliendo aproximadamente con los requisitos especificados en la primera etapa de esta fase basado en superficies. En esta etapa el manejo de masas y muros ubicados a partir de ellas puede ser un procedimiento bastante ágil en el momento de extraer información bioclimática, de áreas y costos.



Cortesía Cusezar – Proyecto Olivos

3.3.2 | Diseño esquemático / (15%) - LOD 100

En la fase de “Conceptualización”, se evalúan y seleccionan las posibles opciones de diseño del proyecto, esta etapa se desarrolla sobre las conclusiones de la interpretación de las características del lote y requisitos del cliente definidos en la etapa de Conceptualización.

El modelo del Diseño esquemático puede ser expresado a través de modelos conceptuales que generen información de plantas, aislamientos, elevaciones y cortes generales que aporten la información más detallada sobre la volumetría y la materialidad constructiva del proyecto que permite el inicio de los anteproyectos de los diseños técnicos complementarios del modelo.

El programa arquitectónico sugerido según el uso del edificio se expresa en función de: espacialidad, zonificación de usos a través de masas (comercio, oficinas, vivienda, hotel, etc). Se generan las posibles opciones que definirían el producto final.

Se sugiere contar con un predimensionamiento estructural, criterios básicos y recomendaciones técnicas de los profesionales encargados de los diseños complementarios.

Uso BIM en etapa de Diseño esquemático – Planeación:

PLANEACIÓN

Condiciones existentes de modelo

Estimación de costos

Programación

Análisis de sitio

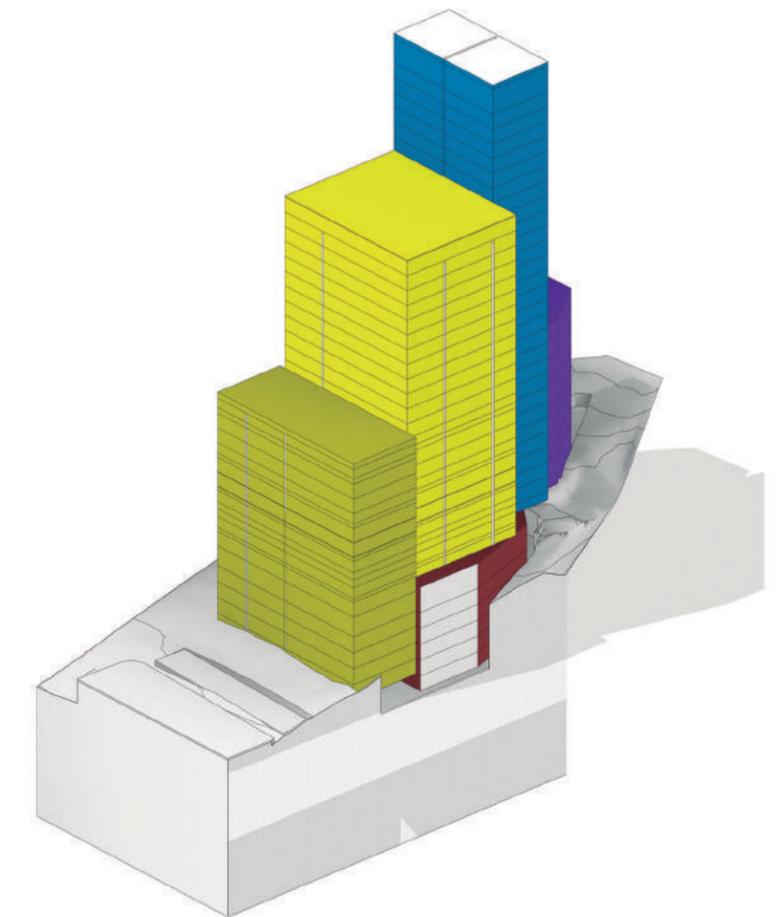


Ilustración 1 – información mínima que debe contener el modelo.

Nivel de desarrollo (LOD) en etapa de diseño esquemático:

LOD 100: Para esta etapa, el uso habitual del modelo es para colaboración y comunicación entre los diseñadores de las diferentes disciplinas. También se usan para los procesos de cabidas (análisis de prefactibilidad) basados en datos como áreas, volúmenes o similares. En esta instancia se establece la posición y geometría de los modelos, las cuales van en función de las necesidades del proyecto; los elementos constructivos tienen denominaciones descriptivas.

Se recomienda que esta información sea digital y consignada en el repositorio documental (AVT / CDE).

CLAVE 3

Modelo BIM espacial

Llevando más al detalle el Modelo BIM en esta etapa, lo básico en su modelación es comprender los espacios y los elementos que lo contienen con el fin de tener un modelo aproximado que sea utilizado para diferentes análisis. La acción mínima para este modelo es separar los muros en elementos interiores o exteriores y suelos interiores o cubiertas estableciendo con estos elementos el contorno de los espacios según su uso y circulaciones.

Los espacios pueden ser modelados con muros, suelos y cubiertas básicas que no contengan mayor tipo de detalle con el fin de delimitar el espacio como tal y que permita una lectura general de lo que podría ser volumétricamente el proyecto, lo recomendable es previo a la modelación establecer unos niveles tentativos que nos permitan enlazar muros al forjado o suelo y que esté referenciado a un nivel determinado lo que evitará el solapamiento de elementos. Si el modelo por su arquitectura requiere altura de muros diferentes estos deben estar con altura libre independiente a los niveles.

CLAVE 4

Información mínima en espacios y grupos de espacios

Los datos espaciales del modelo son empleados para propósitos diversos como la estimación de costos basados en superficies. La información obligatoria requerida es establecer un identificador del uso del espacio y que estos puedan ser transferidos al formato IFC. Las áreas de suelo pueden ser calculadas de la geometría y otro tipo de información puede transmitirse a una base de datos, si se mantiene el identificador de la habitación.

Modelo Bim En Etapa De Diseño Esquemático 15%

PLANEACIÓN

REQUISITOS INICIALES DE INFORMACIÓN

- Requisitos definidos de la fase anterior
- Programa arquitectónico definido en el BEP (Requisitos del cliente)
- Análisis eficiencia energética

OBSERVACIONES

- Se debe tener en cuenta toda la información para transmisión de datos entre softwares
- Si el modelo solo es para revisiones volumétricas y de norma, las ventanas no son obligatorias.
- Criterios básicos y recomendaciones de los diseñadores técnicos sobre el proyecto.

BENEFICIOS

- Mediciones preliminares
- Cuantías
- Extracción de información volumétrica
- Visualización
- Verificación de emplazamiento

3.3.3 Criterios de diseño (30%) - LOD 200

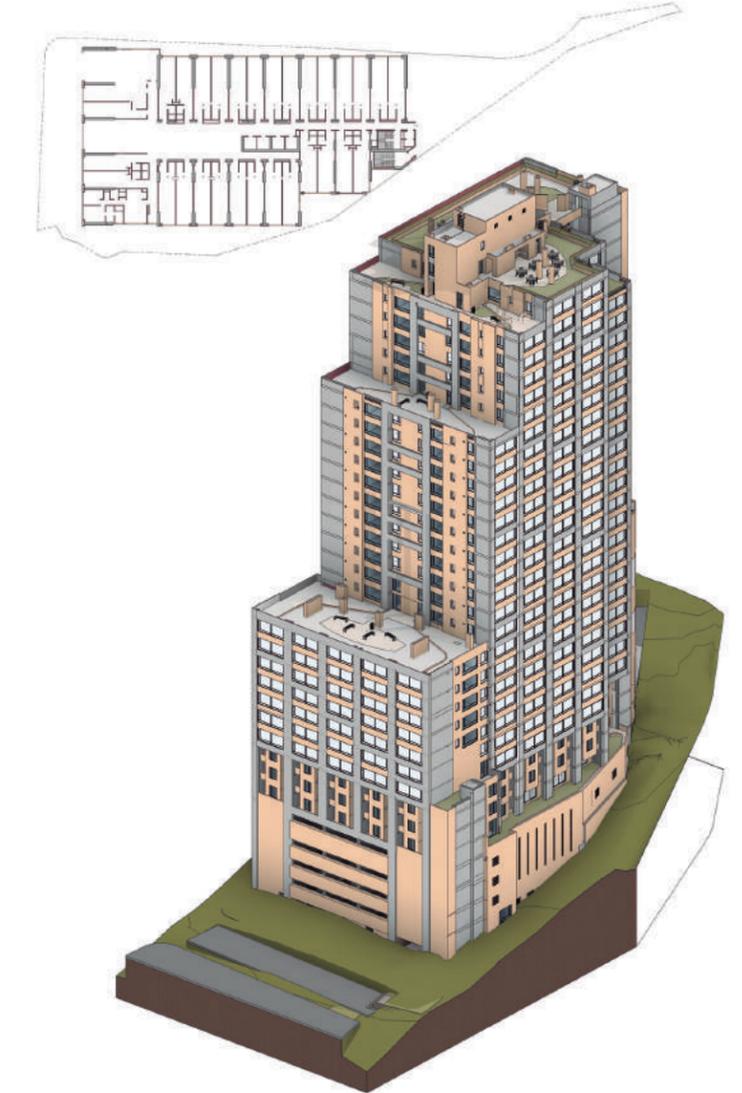
Es la etapa en la cual se concreta y define el producto del proyecto final como resultado de los ejercicios de la etapa anterior (diseño esquemático).

El modelo BIM en su arquitectura presenta un diseño definido aportando características reales de los elementos que lo componen complementando y demostrando los avances con el sistema estructural. Los entregables gráficos (planos) extraídos del modelo implican la entrega de una información concreta en plantas y elevaciones a escala, e imágenes tridimensionales que son usadas para iniciar los diseños técnicos que complementan el proyecto.

Esta etapa ya concluye la información suficiente de especificaciones en cuanto a materiales y acabados, adicionalmente procedimientos de radicación y licenciamiento con cumplimiento de norma en los entes pertinentes.

Nivel de desarrollo (LOD) en etapa de criterios de diseño:

LOD 200: En esta etapa, el uso más común para los modelos que se encuentran en diseño preliminar, su objetivo es realizar la medición de estimaciones de presupuestos basados en los datos que se obtienen directamente de los diferentes elementos. En este momento, los elementos constructivos y demás elementos y tipos, tienen denominaciones precisas y se realizan de tal manera que permitan tener estimaciones presupuestales acertadas. En esta etapa los elementos pueden ser usados también para realizar procesos preliminares de programaciones (parámetro de tiempo) y para procesos básicos de coordinación espacial entre diferentes elementos del proyecto con base a dimensiones, ubicación, y distancias entre los diferentes elementos



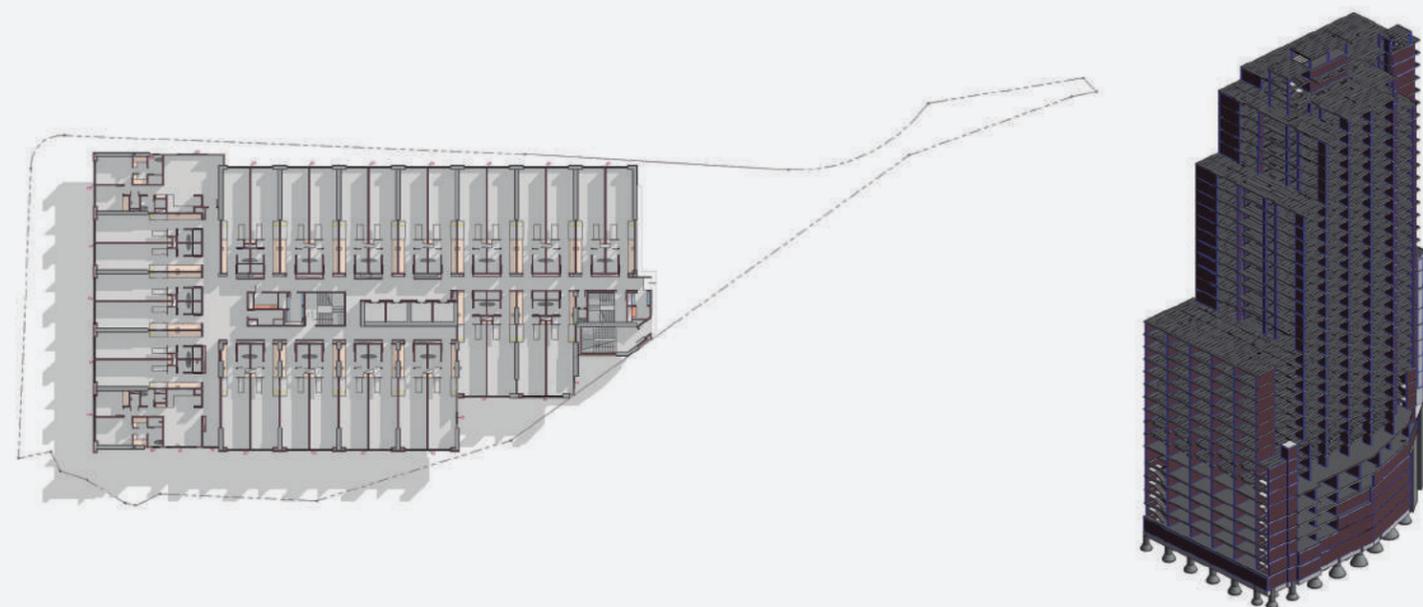
Cortesía Cusezar – Proyecto Olivos

CLAVE 5

Modelo BIM constructivo

Este modelo incluye además de los espacios definidos, ya elementos que indican su constructibilidad y categorización entre las diferentes disciplinas. Es un modelo dimensionalmente preciso de acuerdo con los requisitos establecidos en el BEP.

Aunque en esta etapa el modelo BIM, no tiene todavía una estructura definida el modelo y los elementos no definidos en el modelo de igual manera deben contener información básica que indique a que disciplina corresponden y deben estar divididos según las alturas de los niveles.



Cortesía Cusezar – Proyecto Olivos

CLAVE 6

Modelo BIM constructivo en la fase de diseño general

La documentación gráfica y no gráfica para temas de radicación y solicitud de licencias se extrae del modelo BIM constructivo, como se mencionaba anteriormente el nivel de detalle del modelo ya contempla una información real, concreta y detallada de lo que se hará en la realidad.

Esta documentación advierte o recomienda:

- ▶ Los elementos pueden estar modelados empleando dimensiones nominales, en lugar de las dimensiones reales de instalación.
- ▶ Para aberturas de puertas y ventanas, se recomienda usar dimensiones reales de vanos.
- ▶ No es necesario indicar materiales o acabados en plantas o elevaciones.
- ▶ Los elementos especiales del modelo BIM, dentro del modelo deben indicar según parámetros su característica especial, sin embargo esta información no es necesaria en la documentación gráfica impresa. (ejemp. Resistencia al fuego).
- ▶ No es necesario en la documentación gráfica mostrar las instalaciones.
- ▶ Se recomienda en el modelo, separar elementos estructurales de los no estructurales.

CLAVE 7

Modelo BIM en la fase de diseño detallado

El modelo BIM es preparado para la etapa de Construcción y entregar un modelo BIM final, la información en esta etapa debe ser suficiente para garantizar constructibilidad y eficiencia en las etapas subyacentes. Para garantizar que el modelo tenga las condiciones necesarias para una ejecución efectiva se recomienda revisar la matriz de calidad de los modelos al final de este documento.

RESUMEN CRITERIOS DE DISEÑO/PROYECTO
MODELO BIM EN ETAPA DE CRITERIOS DE DISEÑO / PROYECTO 30%

REQUISITOS INICIALES
Definición del producto
Definición de acabados y materiales
Objetivos de eficiencia energética
Área aferente a recubrimiento de tuberías.
Áreas de servicios y mantenimientos primarios
Separación de elementos (uso interno o externo)
Tipos estructurales y normativa
Niveles definidos
Requisitos espaciales para instalaciones
Materialidad estructural de muros y espesores
Espesores de suelos
Dimensiones reales de ventanas y puertas
Modelamiento de elementos que componen ventanas y puertas
Modelamiento de perfiles y grosores de vidrio en muros cortinas
Modelamiento de elementos que complementan escaleras (Barandas cumpliendo normativa)
Planimetrías definitivas

**CLAVE 7****RESUMEN CRITERIOS DE DISEÑO/PROYECTO****MODELO BIM EN ETAPA DE CRITERIOS DE DISEÑO / PROYECTO 30%****OBSERVACIONES**

Cada elemento debe contener parámetros que puedan transferirse al formato IFC
Los niveles son de alta importancia para evitar errores en el modelo

BENEFICIOS

Preparación del modelo real constructivo

Planificación preliminar de construcción

Cuantías

Extracción de datos reales

Visualización

**CLAVE 8****Modelado de elementos constructivos****MUROS:**

- ▶ Los muros se modelan desde la cara superior del suelo acabado a la cara inferior del forjado superior, se recomienda que estos desde el inicio estén enlazados con los niveles correspondientes, con excepción de los muros exteriores y otros muros que podrían variar en su altura, los cuales deben dividirse por niveles.

**CLAVE 8**

- ▶ En la mayoría de casos la estructura de los muros incluye todos los subcomponentes (material estructural y acabados). También es posible convenir que los muros se dividan en componentes que se modelen de forma separada (estructura modelada por el diseñador con información pertinente de la disciplina, acabados modelado por el arquitecto).
- ▶ El arquitecto deberá diferenciar explícitamente los muros interiores de los exteriores en la información del tipo de muro, y esta información de tipo de be ser consignada también en el formato IFC.
- ▶ Se deben modelar los muros independientes para cada nivel, sin embargo, esto puede variar según el diseño del proyecto. Puede de igual manera generarse un muro especial que indique el diseño de la fachada en lugares espaciales y que igual este segmentado por los niveles.
- ▶ Se recomienda crear el muro arquitectónico con sus acabados con materiales sólidos, y el núcleo estructural con "aire" para evitar colisiones con modelo estructural.
- ▶ Se recomienda verificar la calidad del modelo antes de liberarlo o entregarlo a una siguiente fase.

PUERTAS Y VENTANAS:

- ▶ Los objetos que componen estos elementos (marcos, herrajes etc.) deben incluirse en el tipo de puerta o ventana. Los cuales deben incluir sus respectivos códigos.

- ▶ Si el modelo necesita algún tipo de abertura adicional, estos pueden manejarse con herramientas adicionales que contenga el software.
- ▶ Las puertas y ventanas se modelan indicando la dimensión real del vano (descontando marcos o perfiles), sus dimensiones deben ser reales.
- ▶ Las puertas y ventanas deben estar enlazadas al espacio que las contenga y sus elementos deben estar modelados indicando características especiales cuando algún tipo de norma lo requiera.

MUROS CORTINA Y OTRAS FACHADAS CRISTAL:

- ▶ Si el modelo tiene una fachada en muro cortina, se recomienda dependiendo del diseño esta sea modulada a través de los niveles y suelos y seccionar los paneles que contengan otro tipo de uso. Es decir, si en la totalidad del muro cortina se tienen ventanas con aberturas estos se pueden manejar seleccionándolos y cargando el tipo de ventana que cumpla con el uso del espacio dispuesto. Se debe tener especial cuidado en que estas ventanas estén en los espacios correspondientes.
- ▶ De igual manera como con los otros elementos de modelado, debe transferirse de forma correcta al formato IFC. Puesto que los muros cortina pueden causar problemas en el intercambio de datos IFC en el posterior uso del modelo, su uso debe quedar consignado en la Ficha de Modelo.

FORJADOS:

- ▶ Aplica para losas de cimentación, forjados de piso y de cubierta deben modelarse con las herramientas adecuadas del software.
- ▶ Se recomienda modelar los "suelos" según las características del lugar, por ejemplo, cuando exista algún tipo de pendiente estos deberían contener esta información, con el fin de verificar los porcentajes y sus dimensiones para cumplimiento de norma.
- ▶ Se debe tener especial cuidado en el momento de la transferencia del modelo BIM a modelo IFC cuando se trate de geometrías complejas, puesto que la medición de esos elementos no puede basarse únicamente en figuras de superficie y volumen probablemente se necesitará una interpretación profesional.
- ▶ La conexión entre el forjado y los muros deben estar modelados asegurando el enlazado más no el solapamiento entre ellos. Esto asegura que las mediciones sean consistentes. Los forjados de piso deberían alinearse a la cara interior de los muros externos salvo que se establezca otra cosa en el proyecto.
- ▶ En el caso de los aislamientos térmicos asociados al forjado, normalmente se modela como parte del mismo, pero en casos especiales se modela como un elemento constructivo independiente utilizando la herramienta de suelo y agregando características en el "tipo" de aislamiento térmico, este elemento debe ser tenido en cuenta en el modelo arquitectónico.

**CLAVE 8****VIGAS Y COLUMNAS:**

- ▶ En caso de que el modelo de las vigas (especiales) presente alguna dificultad o impedimento en el modelado, estas pueden ser reemplazadas por objetos genéricos que contengan la función de identidad en el “tipo” del elemento.
- ▶ Cuando no exista la información precisa de las dimensiones de estos elementos, se recomienda modelar solo las partes visibles de las vigas o columnas revisando la situación generada con el modelo arquitectónico.
- ▶ La altura de las columnas en el modelo arquitectónico debe ser modelada desde la cara superior del suelo acabado a la cara inferior de la losa del forjado. Se debe tener especial cuidado en la verificación de que los elementos no se solapen.

ESCALERAS Y RAMPAS:

- ▶ Las escaleras se modelan con la herramienta específica para este elemento en cada software, de manera separada para cada planta del edificio. En una escalera compleja los descansos pueden ser modelados con losas teniendo en cuenta niveles o medio niveles que se puedan generar.
- ▶ Por norma es importante clasificar por tipos o códigos indicando su uso en el modelo.
- ▶ Las rampas pueden ser modeladas con la herramienta de “suelos”.

OTROS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS:

- ▶ Las fachadas especiales se deben modelar como estructuras separadas de los muros de carga.
- ▶ No es necesario modelar la cimentación en el modelo arquitectónico.
- ▶ Los techos pueden modelarse con la herramienta de techo o suelo siempre y cuando esté indicado su uso de interior o exterior.
- ▶ Los cielos rasos deben modelarse con la herramienta de cielo raso y se sugiere que esta se modele como una pieza única, indicando el espesor dilatado de la placa la medida dispuesta para los perfiles (estos perfiles no es necesario modelarlos).
- ▶ El mobiliario y el equipamiento se modelan empleando librerías de objetos, o bien pueden ser creadas a medida según se requieran. Sus características o parámetros deben estar asociados correctamente a una categoría de modelo, nombre o código.
- ▶ Cualquier otro elemento constructivo que no se encuentre dentro de los anteriormente mencionados deben ser modelados de manera independiente y deben estar asociados a categorías de modelos, se debe identificar por nombre o código.

**3.3.4 | Diseño detallado / Anteproyecto (75%) – LOD 300**

En esta fase se precisa y concreta, a través de los modelos de las disciplinas complementarias las planimetrías específicas las cuales permiten realizar y finalizar la coordinación técnica como parte fundamental del proceso de diseño.

Los entregables en el Diseño detallado, tanto en el modelo BIM en sus diferentes disciplinas como en la documentación gráfica y no gráfica requerida para materializar constructivamente el diseño arquitectónico y sus diseños técnicos llegan a un detalle en el modelo de sus elementos que indican un grado de certeza constructiva para llevar a la realidad el proyecto, esto se ve reflejado en las plantas de localización, plantas generales, cortes fachadas, cuadros y anexos tridimensionales.

En esta etapa se concluyen todos los diseños, con una definición total coordinados y validados por el encargado del proyecto listos para la etapa de construcción.

Nivel de desarrollo (LOD) en etapa de anteproyecto:

LOD 300: En esta etapa, se definen de manera gráfica los elementos especificado de manera precisa las cantidades y dimensiones con sus respectivas ubicaciones relativas al resto de elementos del modelo. Los modelos se emplean para realizar los procesos de planificaciones de procesos constructivos y pedidos en obra. En estos procesos intervienen a parte de los equipos de diseño, los contratistas de obra, quienes deberán añadir información a los modelos de tal forma que estos queden fieles a la realidad constructiva.

RESUMEN CRITERIOS ETAPA DE ANTEPROYECTO**MODELO BIM EN ETAPA DE ANTEPROYECTO (75%)****REQUISITOS INICIALES**

- Definición del producto
- Definición de acabados y materiales
- Separación de elementos (uso interno o externo)
- Niveles definidos
- Materialidad estructural de muros y espesores
- Espesores de suelos
- Dimensiones reales de ventanas y puertas
- Modelamiento de elementos que componen ventanas y puertas
- Modelamiento de perfiles y grosores de vidrio en muros cortinas
- Modelamiento de elementos que complementan escaleras (Barandas cumpliendo normativa)

OBSERVACIONES

- Cada elemento debe contener parámetros que puedan transferirse al formato IFC
- Los niveles son de alta importancia para evitar errores en el modelo

BENEFICIOS

- Preparación del modelo real constructivo
- Cuantías
- Extracción de datos reales
- Visualización

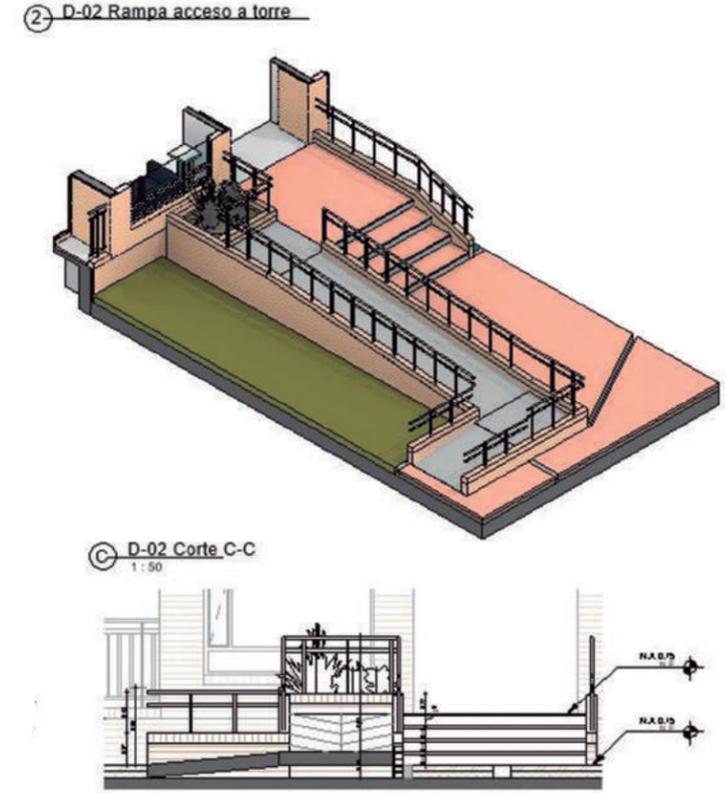
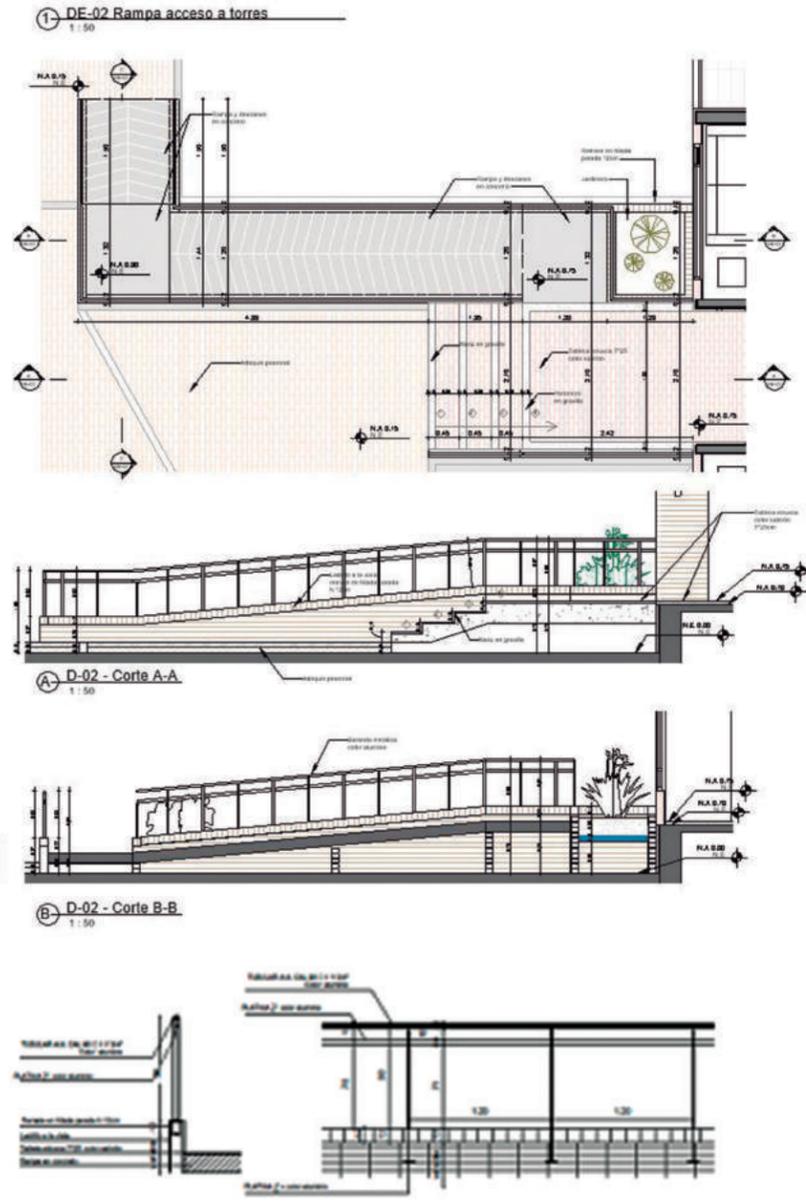
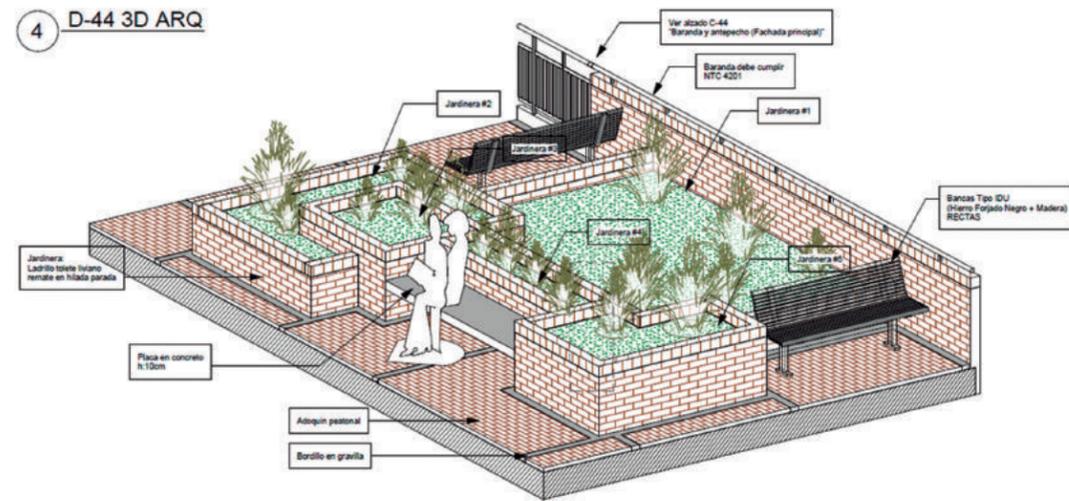
ENTREGABLES

- Planos generales (Plantas, cortes, fachadas)
- Cuadros de índices y áreas

3.3.5 Documentos de construcción (100%) - LOD 350

Esta etapa es la que determina como los elementos diseñados van a ser construidos. Esta etapa no da espacio para cambios o desarrollos de los diseños, teniendo en cuenta que estos fueron concluidos en la etapa anterior.

En esta etapa se preparan los detalles constructivos a escalas mayores teniendo en cuenta todas las disciplinas con el fin de complementar los planos generales extraídos del modelo bajo la supervisión del arquitecto. Estos detalles deben estar contenidos en el modelo y sus elementos deben contener de igual manera parámetros que definan sus características dentro del modelo. Se definen los documentos con los cuales los contratistas fabricarán o construirán lo plasmado en los entregables.



Nivel de desarrollo (LOD) en etapa de documentos de construcción:

LOD 350: Con este nivel de desarrollo, se encuentran modeladas las partes necesarias para coordinación efectiva de los elementos del modelo con elementos adyacentes, este nivel de detalle permite obtener toda la información necesaria para el proceso de construcción y generación de documentos de construcción. Las partes que se encuentran modeladas incluyen objetos como soportes o conexiones. Con este nivel de detalle, la cantidad, tamaño, forma, localización y orientación de los

elementos puede ser medida directamente del modelo sin necesidad de buscar información anexa como detalles o notas, esto sin perjuicio de la generación de documentación planimétrica tal como se describe en el 2.2.'Convenciones Gráficas', por lo cual toda la información disponible en el modelo debe ser suficiente para la generación de planos actualizados de precisión para la ejecución material de proyecto.

RESUMEN CRITERIOS ETAPA DE PROYECTO MODELO BIM EN ETAPA DE PROYECTO 100%

- REQUISITOS INICIALES**
- Modelo estructural definido cumpliendo normativa
 - Modelo diseños técnicos definidos cumpliendo normativa
 - Resultado de simulación energética
 - Coordinación espacial para instalaciones

- OBSERVACIONES**
- Los documentos gráficos y no gráficos deben estar aprobados por las instancias gubernamentales que se requieran
 - Revisar el intercambio de datos entre los diferentes softwares que se utilicen.

- BENEFICIOS**
- Datos reales de dimensiones de elementos
 - Extracción de datos reales
 - Modelo para simulaciones
 - Detección de interferencias
 - Planificación de construcción

- ENTREGABLES**
- Planos generales (Plantas, cortes, fachadas)
 - Detalles arquitectónicos
 - Fichas técnicas
 - Documentación no gráfica

4 — ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS MODELOS BIM Y SUS ENTREGABLES

4.1 Control de Calidad del modelado BIM

Para que los procesos en los cuales se emplean modelos BIM funcionen, es necesario garantizar que modelos cumplan con unos estándares mínimos de calidad, los cuales van cambiando, dependiendo de la etapa de desarrollo en la cual se encuentren los modelos.

Es importante que se cuente con manuales que estandaricen los procesos de modelación de todas las disciplinas a coordinar en un proyecto. A continuación, se muestra un esquema que recopila la información mínima que se debe verificar a modo de lista de chequeo de calidad, la cual permite validar que un modelo cumpla con los requerimientos establecidos para las diferentes etapas de desarrollo:

Categoría	No.	Descripción	Cumple (X)			Observaciones
			SI	NO	N/A	
Generalidades	1	El nombre del archivo coincide con lo establecido en el protocolo de nomenclatura				
	2	El archivo para auditoria utilizado se encuentra liberado del central, preservando worksets				
	3	Están vigentes las referencias externas utilizadas como base para la modelación y/o vinculación (ej. levantamiento topográfico / despieces estructurales)				
	4	El modelo cumple con el LOD establecido para esta etapa según el BEP				
	5	La información no gráfica asociada a la documentación esta realizada a través de Etiquetas (Tags), no a través de textos				
	6	El modelo solo contiene elementos que son parte integral del Diseño				
	7	Los elementos de modelado cuentan con la información mínima requerida en cuanto a sus propiedades físicas.				
	8	Se uso el sistema internacional de unidades, a menos que se especifique lo contrario				
	9	Modelo está utilizando las coordenadas especificadas en el BEP				
Localización	10	El norte real del modelo corresponde a la topografía georreferenciada				
	11	No existen grupos dentro de grupos				

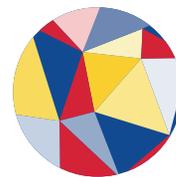
Categoría	No.	Descripción	Cumple (X)			Observaciones
			SI	NO	N/A	
Grupos	12	No existen elementos fantasmas.				
	13	Los grupos están definidos a través de un nombre				
Errores	14	No existen elementos flotantes en el modelo				
	15	Revisar que no exista duplicidad de elementos				
Niveles	16	Verificar que no existan "Warning"				
	17	Los niveles se encuentran debidamente coordinados con el modelo base (arquitectura) además fueron referenciados con una herramienta de monitoreo (Autodesk: Copy/Monitor)				
Ejes	18	Los ejes se encuentran debidamente coordinados con el modelo base (arquitectura) además fueron referenciados con una herramienta de monitoreo (Autodesk: Copy/Monitor)				
	19	Validar que toda vista esté clasificada en su correspondiente parámetro de organización (Nivel, tipo de vista, disciplina, categoría serie, uso y usuario)				
Vistas	20	Revisar que no existan Vistas innecesarias dentro de las vistas de Diseño de planta. No aplica para vistas 3D o de Corte, ya que estas sirven para el proceso de edición del consultor.				
	21	El uso de elementos bidimensionales dentro del modelo está de acuerdo con el LOD establecido en el BEP.				
	22	Validar que las vistas asociadas a los planos (entregables) se encuentren almacenados en un grupo específico de vistas para impresión				
Organización de los elementos (Autodesk: familias)	23	Elementos cuentan con sistema de clasificación de especificaciones, códigos de ensamble. (Autodesk: keynotes, assembly codes)				
	24	Validar que se haya utilizado una nomenclatura de los elementos según estándar de creación de objetos.				
	25	Categorizar de manera adecuada los elementos complementarios en las familias que correspondan evitando usar elementos genéricos.				
	26	Los elementos modelados coinciden dimensionalmente con las definiciones del proyecto				
	27	Verificar que no existan familias corruptas (interferencias, elementos dentro de elementos, parámetros mal definidos, incongruencia en unidades, relación de objetos geométricos) (Autodesk: Audit)				



Categoría	No.	Descripción	Cumple (X)			Observaciones
			SI	NO	N/A	
Arquitectura	28	Validar la ubicación de aparatos sanitarios, mesones, estufas, lavamanos, lavaplatos, etc)				
	29	Los equipos especiales están modelados verificando su funcionalidad en cuanto a conexiones y espacio				
	30	Validar el área de servicio del mobiliario fijo dentro del modelo.				
	31	Los elementos arquitectónicos se han modelado con las herramientas adecuadas (Muros, puertas, ventanas, etc)				
	32	Los elementos estructurales del modelo están claramente diferenciados de los no estructurales				
	33	Muros enlazados a niveles descontando espesores de placa				
	34	Los muros deben ser elementos compuestos ensamblados por capas, definiendo espesores del núcleo estructural y sus acabados.				
	35	En el modelado de rampas o pendientes, cumple con el punto de partida y llegada teniendo en cuenta nivel estructural y nivel de acabado.				
	36	Los cielos rasos estan modelado incluyendo la lámina de acabado y la altura de sus elementos estructurales.				
	37	Las columnas y vigas deben referenciarse a su nivel base				
Estructural	38	Cada elemento de concreto reforzado debe ser nombrado según su despiece. (agregar parámetro de instancia)				
	39	Los elementos de concreto reforzado deben modelarse según el proceso constructivo (Columnas y muros por niveles y vigas según dinámicas de fundición)				
	40	El armazón estructural deberá tener conexiones analíticas funcionales.				
	41	Interacción entre placa y vigas se debe utilizar mediante la herramienta de unión. (Autodesk: Join)				
	42	Los elementos copiados y monitoreados provenientes de la arquitectura deben quedar en un workset diferente a los elementos modelados por el diseñador estructural.				
	43	Todos los elementos deben estar clasificados como "Estructurales" y según su uso. (Viga, vigueta, riostra, etc.)				
	44	En modelos de estructura metálica, incluir el código de fabricación del elemento.				
	45	Los elementos estructurales se han modelado con las herramientas adecuadas (Muros, Losas, Vigas, etc.)				



Categoría	No.	Descripción	Cumple (X)			Observaciones
			SI	NO	N/A	
MEP (Mecánico, Eléctrico y Plomería)	46	Se diferencian visualmente los sistemas MEP (sea con filtros o por subproyectos) (gas, agua fría, agua caliente, electricas, TV, datos, etc)				
	47	Verificar que todo el sistema se encuentra debidamente conectado y sin tramos faltantes.				
	48	Los diámetros nominales de las tuberías que se trabajan en sistema imperial (pulgadas), así permanecen.				
	49	El modelado de ductos y tuberías debe incluir aislamientos				
	50	Las tuberías, ductos y equipos deben contener la metadata (número de serie, voltajes, etc. Según LOD) asociada al equipo y estas a su vez deben estar relacionadas con las propiedades del elemento				
	51	A partir del modelo arquitectónico se puede proveer al diseño eléctrico la ubicación de los dispositivos tales como interruptores, tomas etc., estos deben ser extraídos y monitoreados con la herramienta copy/monitor, de lo contrario el diseño debe incluir la ubicación de los mismos				
	52	Los equipos especiales están modelados verificando su funcionalidad en cuanto a conexiones y espacio				
	53	Todos los dispositivos incluidos en la modelación eléctrica deben contar la simbología correspondiente los cuales deben ser incluidos en un cuadro el cual relaciona el símbolo del plano con su significado, esto para la planimetría, con el fin de garantizar la correcta lectura de los símbolos de anotación.				
	54	Modelo BIM/Formato y versión según BEP.				
	55	Documentación (Planos) a partir del modelo				
Entregables	56	El modelo contiene tablas configuradas para la extracción de cantidades que apliquen				
	57	Validar que los entregables cumplan con los requerimientos del protocolo de nomenclatura y versionamiento				
	58	Validar copia digital no modificable del entregable en el formato destinado por la compañía				



**BIM
FORUM**
COLOMBIA

