



ID de proyecto Erasmus+: BIMVET3 2020-1-ES01-KA203-083262

Este proyecto Erasmus+ ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión Europea y las Agencias Nacionales Erasmus+ no se hacen responsables del uso que pueda hacerse de la información contenida en ella.

Título: Plan de Ejecución BIM (BEP)

1 - Objetivos

Los objetivos de este tutorial sobre el Plan de Ejecución BIM (BEP) son los siguientes

Aprender sobre el Plan de Ejecución BIM.

Conocer los diversos usos del BIM Execution Plan.

Organizar eficazmente el plan de ejecución BIM en un proyecto.

2 - Metodología de aprendizaje

El profesor dará una explicación sobre el Plan de Ejecución BIM de unos 30 minutos.

Los alumnos leerán este tutorial y seguirán los pasos indicados en el mismo, a saber

- Resumen del Plan de Ejecución BIM
- Información sobre el proyecto
- Objetivos del proyecto BIM y usos de BIM
- Proceso y estrategia BIM
- Protocolo de intercambio BIM y formato de presentación
- Resultados del proyecto
- Comunicaciones electrónicas y formato de requisitos de datos BIM
- Procedimientos de colaboración
- Requisitos de contenido del modelo

Para evaluar el éxito de la aplicación, se realizará un cuestionario para los estudiantes.

3 - Duración de la tutoría

La implementación descrita en este tutorial se realizará a través de la plataforma BIMVET3 por autoaprendizaje.

2 horas de clase son adecuadas para esta formación.



4 - Recursos didácticos necesarios

Sala de ordenadores con acceso a Internet.

Software necesario: Microsoft Office.

5 - Contenido y tutorial

5.1 - Introducción

Para organizar eficazmente el proceso de implantación de BIM en un proyecto, debe crearse un Plan de Ejecución BIM (BEP) antes de iniciar la fase de diseño.

Con el BEP, son posibles los siguientes elementos:

- Capacidad para resumir la visión general del proyecto con detalles de implementación para que el equipo del proyecto pueda seguirlo a lo largo del mismo;
- Capacidad para ayudar al empresario y a los miembros del proyecto a documentar los resultados y procesos BIM acordados para el proyecto y a definir las funciones y responsabilidades para cada uno de estos resultados;
- Reducir el riesgo global para todas las partes implicadas en el proyecto, aumentando el nivel de planificación y reduciendo el número de incertidumbres en el proceso de ejecución;
- Capacidad para articular el alcance de la implementación de BIM, el flujo de procesos para las tareas de BIM y el intercambio de información entre las partes, así como para describir la infraestructura necesaria del proyecto y de la empresa para apoyar la implementación.

5.2 - Resumen del Plan de Ejecución BIM

5.2.1. Qué es el Plan de Ejecución BIM?

El Building Information Modelling (BIM) es el proceso de creación y gestión de información sobre un proyecto de construcción a lo largo de todo su ciclo de vida. En otras palabras, BIM es básicamente una forma diferente de crear, utilizar y compartir los datos del ciclo de vida del edificio.

El Plan de Ejecución BIM (BEP) es un plan que define los objetivos de la aplicación de la tecnología BIM en un proyecto. Explica cómo aplicar el modelo creado, explica los procesos de aplicación y las formas de intercambio de información. También contiene información sobre toda la infraestructura del proyecto necesaria para el éxito de la implantación de BIM, es decir, las tecnologías que vamos a aplicar, el equipo responsable de la implantación y los contratos que hay que cumplir.



Hay que tener en cuenta que no existe un método universal de aplicación del BIM para todos los proyectos. Cada equipo debe diseñar eficazmente una estrategia de aplicación de BIM bien adaptada. Por tanto, sólo el equipo que entienda los objetivos del proyecto, las características y las capacidades de sus miembros podrá aplicar eficazmente el BIM en el proyecto. Una vez creado el plan, el equipo debe supervisar los avances en relación con el mismo. Desarrollar, actualizar y corregir continuamente el plan en cada fase del proyecto es crucial para obtener el máximo beneficio de la implantación del BIM.

5.2.2. ¿Por qué se hace el Plan de Ejecución BIM?

Una forma de agilizar el proceso de implementación de BIM en un proyecto de forma organizada y eficiente es crear un BEP antes de comenzar la fase de diseño. El BEP es un proceso de procedimiento que resume la visión general del proyecto con detalles de implementación para que el equipo del proyecto lo siga a lo largo del mismo. También ayuda al empresario y a los miembros del proyecto a documentar los productos y procesos BIM acordados para el proyecto y define las funciones y responsabilidades para cada uno de estos productos. Al aumentar el nivel de planificación, se reduce el número de incertidumbres en el proceso de implantación y, por tanto, el riesgo global para todas las partes implicadas en el proyecto.

5.2.3. Componentes del Plan de Ejecución BIM

Las BEP deben expresar el alcance de la implantación de BIM, el flujo de procesos para las tareas BIM y el intercambio de información entre las partes, así como describir la infraestructura del proyecto y de la empresa necesaria para apoyar la implantación.

Los pasos para crear un Plan de Ejecución BIM eficaz son:

- Definir la información del proyecto;
- Determinación de los objetivos BIM del proyecto;
- Elección de los usos de BIM;
- Creación de un proceso BIM;
- Definir cómo intercambiar información;
- Elegir la infraestructura adecuada.

5.3 - Información del proyecto

Esta sección contiene información sobre los datos básicos del proyecto que deben tenerse en cuenta, tales como: el nombre del proyecto, el propietario del proyecto, la breve descripción del proyecto (Tabla 1), el calendario del proyecto (Tabla 2), el cronograma de BEP (Tabla 3), los contactos clave del proyecto (Tabla 4), las funciones y responsabilidades de BIM y el personal de uso de BIM (Tabla 5).

Tabla 1: Información básica del proyecto.

NOMBRE DEL PROYECTO	
NÚMERO DE PROYECTO	Número de contrato, orden de trabajo, número de proyecto de instalaciones, etc.
PROPIETARIO DEL PROYECTO	
UBICACIÓN DEL PROYECTO	
TIPO DE CONTRATO	
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
DURACIÓN ESTIMADA DEL PROYECTO	
INFORMACIÓN ADICIONAL DEL PROYECTO	Características y requisitos únicos de los proyectos BIM

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

Tabla 2: Calendario del proyecto

FASE DEL PROYECTO/ Hito	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN	PLAN BIM REVISADO	PARTES INTERESADAS EN EL PROYECTO
Planificación preliminar	Fecha	Fecha	Sí/no	
Diseño esquemático	Fecha	Fecha	Sí/no	
Desarrollo del diseño	Fecha	Fecha	Sí/no	
Documentos de licitación	Fecha	Fecha	Sí/no	
Documentos de construcción	Fecha	Fecha	Sí/no	
Cierre del proyecto	Fecha	Fecha	Sí/no	

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.3.1 Plan de Ejecución BIM calendario

La tabla 3 ilustra un ejemplo de calendario de implantación de BIM a lo largo del ciclo de vida del proyecto. La tabla debe rellenarse previamente con recomendaciones sobre

qué fase tendrá lugar cada actividad y debe ajustarse a las necesidades específicas del proyecto.

Cuadro 3: Calendario del Plan de Ejecución BIM

Actividad BIM	Diseño esquemático	Desarrollo del diseño	Documentos de construcción	Construcción	Rotación de las instalaciones
Creación			X		
Reunión inicial de BIM	X			X	
Normas y plantillas de software	X	X		X	
Actualizaciones del Plan de Ejecución BIM	X	X	X	X	X
Reuniones de colaboración BIM	X	X	X	X	X
Tabla de progresión del modelo	X	X	X	X	
Exportaciones		X	X		X
Hoja de cálculo de los activos de las instalaciones	X	X	X	X	X
Modelo(s) de registro			X	X	X

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.3.2 Contactos clave del proyecto

En un PEB, debe considerarse una lista de contactos principales de BIM para cada organización del equipo del proyecto. El cuadro 4 presenta un ejemplo de contactos clave del proyecto.

Cuadro 4: Contactos clave del proyecto

Papel	Organización	Nombre de contacto	Ubicación	Correo electrónico	Teléfono
Gestor(es) del proyecto					
Gestor(es) BIM					
La disciplina conduce					
Otras funciones del proyecto					

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.3.3 Funciones y responsabilidades de BIM

Deben describirse las funciones y responsabilidades de los BIM Managers, los jefes de proyecto y los redactores, entre otros.

5.3.4 Personal de uso de BIM

Para cada Uso BIM anotado, es importante identificar el equipo dentro de la organización (u organizaciones) que lo dotará de personal y lo realizará, y estimar el tiempo personal requerido (opcional). El cuadro 5 ilustra cómo se puede hacer esto.

Cuadro 5: Ejemplo de documentación de personal de uso de BIM

Uso de BIM	Organización	Número de personal total para el uso de BIM	Horas estimadas de trabajo	Lugar(es)	Contacto principal
Coordinación 3D	Contratista A				
	Contratista B				
	Contratista C				
Creación de BIM	Arquitecto				
	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos				
	Ingeniero de estructuras				
	Ingeniero del MEPF				

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.4- Objetivos del proyecto BIM y usos de BIM

En esta sección se determinan los objetivos dentro del ámbito del Proyecto BIM (Tabla 6) y los Usos de BIM de acuerdo con estos propósitos (Tabla 7, y Tabla 8).

5.4.1 Principales metas y objetivos de BIM

Para crear un Plan de Ejecución BIM eficaz, es muy importante tener en cuenta los beneficios que BIM puede aportar al proyecto y definir los objetivos que pretendemos alcanzar sobre esta base. Para definir eficazmente los objetivos, estos deben ser relevantes para el proyecto que se está creando, así como medibles y alcanzables para el equipo del proyecto.

El equipo del proyecto debe documentar los objetivos BIM para cada fase del proyecto con el fin de ayudar a rellenar la tabla de la sección 5.4.2. A continuación se ofrecen ejemplos en gris. Deberán editarse o sustituirse por información específica del proyecto.

Cuadro 6: Ejemplo de documentación de objetivos BIM.

Fase del proyecto	PRIORIDAD (1-3) 1- más importante	DESCRIPCIÓN DEL OBJETIVO	USOS POTENCIALES DE LA BIM
Diseño esquemático		Ubicación, solar, eólica, análisis energéticos preliminares	Toma de decisiones de diseño eficientes
Diseño		Abordar los conflictos en el diseño	Coordinación del diseño 3D
Construcción		Identificar los problemas de las secuencias de construcción	Modelado 4D
Facturación		Modelo as-built	Rotación hacia el modelo

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.4.2 Usos de BIM

Las tablas 7 y 8 presentan un ejemplo de los usos BIM que podrían implementarse en un proyecto colocando una marca junto al elemento de uso BIM (referencia a los objetivos BIM identificados anteriormente en la sección 5.4.1). En las celdas vacías de la tabla se pueden insertar otros usos, según proceda.

Cuadro 7: Ejemplo de usos de BIM que deben aplicarse en un proyecto.

X	Plan	X	Diseño	X	Construir	X	Operar
x	Programación	x	Creación de diseños	x	Planificación de la utilización del sitio		Programación del mantenimiento del edificio
x	Análisis del terreno (posicionamiento en 3D)	x	Revisiones de diseño / revisiones de modelos	x	Diseño del sistema de construcción		Análisis del sistema del edificio
	Seguridad 3D y planificación logística	x	Gestión de activos	x	Gestión de activos	x	Gestión de activos
		x	Coordinación 3D / detección de colisiones	x	Coordinación 3D / Detección de choques	x	Gestión del espacio / Seguimiento
		x	Análisis estructural	x	Fabricación digital		Planificación de catástrofes
			Análisis de la iluminación		Control y planificación 3D		Modelado de registros
			Análisis energético	x	Modelado de registros		
			Análisis mecánico				
			Otros análisis de Eng.				

X	Plan	X	Diseño	X	Construir	X	Operar
			Evaluación de la sostenibilidad (LEED)				
			Validación del código				
	Planificación de fases (modelización 4D)		Planificación de fases (modelización 4D)	x	Planificación de fases (modelización 4D)		Planificación de fases (modelización 4D)
	Estimación de costes 5D		Estimación de costes 5D	x	Estimación de costes 5D		Estimación de costes 5D
	Modelización de las condiciones existentes	x	Modelización de las condiciones existentes		Modelización de las condiciones existentes		Modelización de las condiciones existentes

Legenda: X = Uso confirmado; O = Uso potencial

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

Cuadro 8: Ejemplo de usos y detalles de BIM.

Madurez	Usos de BIM	Fases del ciclo de vida						
		Pre-diseño	Diseño esquemático	Desarrollo del diseño	Documentos de construcción	Fabricación / Construcción	Cierre	Funcionamiento y gestión
Visualización	Programación							
	Análisis del sitio							
	Revisiones de diseño							
	Planificación de la fase (para las presentaciones)							
Documentación	Modelización de las condiciones existentes							
	Creación de diseños							
	Estimación de costes (Quantity take-off)							
	Modelado de registros							
	Requisitos BIM para el FM							
Análisis basado en modelos	Gestión y seguimiento del espacio							
	Análisis de ingeniería							
	a. Análisis energético							
	b. Análisis estructural							
	c. Análisis de la iluminación							
	d. Análisis mecánico							
	e. Otros análisis de ingeniería							
Evaluación de la sostenibilidad (LEED)								

	Planificación de catástrofes							
	Estimación de costes (Estimación)							
	Planificación de fases (modelización 4D)							
	Planificación de la utilización del sitio							
Análisis integrados	Coordinación 3D							
	Diseño del sistema de construcción							
	Control y planificación 3D (diseño digital)							
	Fabricación digital (gestión de la cadena de suministro)							
	Programación del mantenimiento del edificio (preventivo)							
	Análisis del sistema del edificio							
	Gestión de activos							
Automatización y optimización	Validación del código							
	Fabricación digital (fabricación fuera de las instalaciones)							

5.4.3 Funciones de la organización / Personal

La figura 1 muestra las disciplinas individuales. El círculo del centro muestra la síntesis de la integración multidisciplinaria. Esta sección presenta un ejemplo de las funciones y responsabilidades de los miembros del equipo.

Los usos de BIM específicos del proyecto deben anotarse en una tabla, incluyendo los valores de clasificación: alto (obligatorio), medio (significativo), bajo (mínimo). En la tabla 9 se muestra un ejemplo.

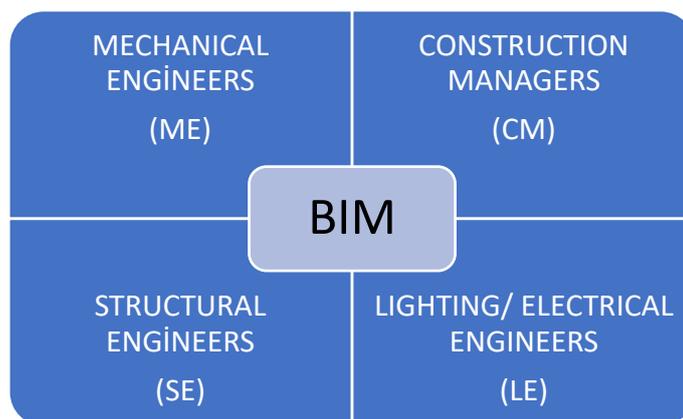


Figura 1: Integración multidisciplinaria de las distintas disciplinas

Cuadro 9: Ejemplo de usos de BIM específicos para el proyecto y la parte responsable.

Uso de BIM	Valor del proyecto	Responsable	Valor para la parte respectiva	Recursos adicionales/ Habilidades necesarias para la implementación	Notas	Proceder con el uso
	Alto/ Medio/ Bajo		Alto/ Medio/ Bajo			Sí/No/Tal vez
Modelado de registros	HIGH	Contratista	MED	Req. formación y software		SI
		Responsable de las instalaciones	ALTO	Req. formación y software		
		Diseñador	MED			
Estimación de costes	MED	Contratista	ALTO			NO
Modelado 4D	ALTO	Contratista	ALTO	Necesidad de formación sobre los últimos programas	Alto valor para el propietario debido a los problemas de	SI
				Necesidades de infraestructura	Utilización para el escalonamiento y	
Coordinación 3D (Construcción)	ALTO	Contratista	ALTO			SI
		Subcontratistas	ALTO	Conversión a Digital Fab. Requerido	Posible curva de aprendizaje de la modelización	
		Diseñador	MED			
Análisis de ingeniería	ALTO	Ingeniero MEP	ALTO			MAYBE
		Arquitecto	MED			
Reseñas de diseño	MED	Arquitecto	LOW	Vistas del modelo federado en el modelo de diseño nativo	Revisiones del modelo de diseño, no se requieren detalles adicionales.	SI
Coordinación 3D (Diseño)	ALTO	Arquitecto	ALTO	Se necesita un software de coordinación.	Contratista para facilitar la coordinación	SI
		Ingeniero MEP	MED			



Uso de BIM	Valor del proyecto	Responsable	Valor para la parte respectiva	Recursos adicionales/ Habilidades necesarias para la implementación	Notas	Proceder con el uso
	Alto/Medio/Bajo		Alto/Medio/Bajo			Sí/No/Tal vez
		Ingeniero de estructuras	ALTO			
Creación de diseños	ALTO	Arquitecto	ALTO			SI
		Ingeniero MEP	MED			
		Ingeniero de estructuras	ALTO			
		Ingeniero de Caminos, Canales	LOW	Gran curva de aprendizaje	Civil no requerido	
Programación	MED				Fase de planificación Completa	NO
Evaluación del código	LOW	Contratista	MED	Software req.	Agilizar la revisión del código	NO
		Arquitecto	LOW	Software req.		

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.5 Proceso y estrategia BIM

El mapeo de procesos es una técnica utilizada para mapear visualmente los flujos de trabajo y los procesos. Consiste en crear un mapa de procesos, también llamado diagrama de flujo, diagrama de flujo de procesos o diagrama de flujo de trabajo. El propósito del mapeo de procesos (por ejemplo, el mapa de la visión general del proceso del equipo y el mapa detallado del proceso de los miembros del equipo) es transmitir de forma concisa y clara cómo funciona un proceso.

Los mapas de procesos preparados permiten:

- comunicar visualmente los pasos necesarios para ejecutar una idea, lo que permite consolidar las ideas y agilizar los procesos.
- proporciona la documentación del proceso.

- permite una toma de decisiones más rápida gracias a una comunicación más rápida.

La figura 2 ejemplifica un mapa de procesos.

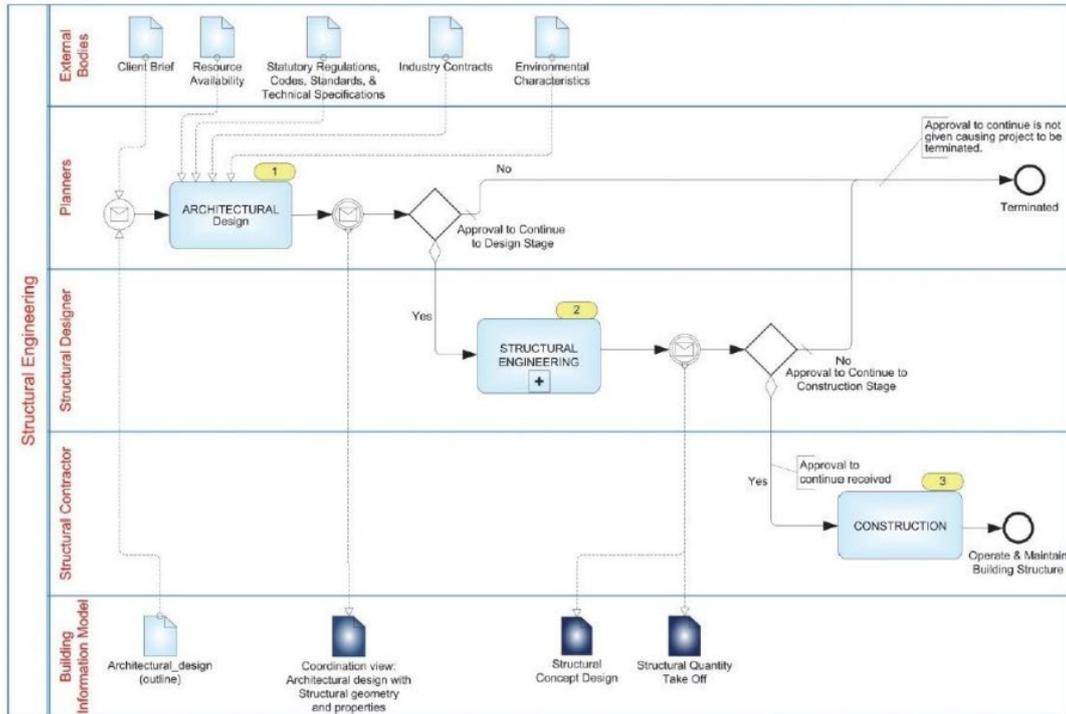


Figura 2 - Mapa de procesos empresariales de ingeniería estructural (fuente: ATC-75 2010)

5.6 Protocolo de intercambio BIM y formato de presentación

Esta sección ilustra cada uno de los usos de BIM por parte del equipo y su resultado (Tabla 10). Con el Mapa del Proceso Global del Equipo, se resume la duración de cada uso de BIM según las etapas (Tabla 11). Además, se determina en qué formato (pdf, dwg, etc.) se presentarán los planos 2D, así como los formatos originales del programa en los que se prepararon los datos.

Cuadro 10: Análisis del uso de BIM Goal.

Hoja de trabajo de análisis del uso de BIM Goal				
Uso de BIM	Proyecto importancia (1-2-3)	Disciplinas involucrado	Disciplinas importancia (1-2-3)	Datos necesarios
Fases de diseño				

Cuadro 11: Mapa del proceso global del equipo.

Mapa del proceso global del equipo					
Presentación 1 .../.../2022	Presentación 2 .../.../2022	Presentación 3 .../.../2022/.../2022/.../2022	Presentación final .../.../2022

5.7 Resultados del proyecto

En cada fase del proceso de diseño y construcción, podría exigirse la entrega del modelo, junto con las versiones electrónicas de las presentaciones en papel y otros archivos que apoyen la intención del proyecto.

Las tablas 12 y 13 presentan un ejemplo de tipos de archivos para los entregables de Diseño y Construcción.

Cuadro 12: Ejemplo de diseño entregables.

Fase	Requisitos de presentación	de	Formato
Programación	Narrativa Plan de ejecución del proyecto Modelo(s) del estado actual Hoja de cálculo de los activos de las instalaciones		.pdf .pdf, .docx . rvt, . dwg, . ifc, formatos de nubes de puntos . rcs/. rcp/. pcg/.pts/. ptx/. dp/.las, . laz,. xyz, etc. .xlsx
Diseño esquemático (35% de presentación)	Narrativa Plan de ejecución del proyecto Dibujos Modelo(s) de intención de diseño Hoja de cálculo de los activos de las instalaciones		.pdf .pdf .pdf . rvt, . ifc, . nwc, . nwd, . dwg .xlsx
Desarrollo del diseño (65% de presentación)	Plan de ejecución del proyecto Matriz LOD Especificaciones Dibujos		.pdf, .docx .pdf .pdf, .docx .pdf . rvt, . ifc, . nwd, . nwd, . dwg

Fase	Requisitos de presentación	Formato
	Modelo(s) de intención de diseño Exportaciones del SIG Hoja de cálculo de los activos de las instalaciones	. dwg, .xlsx .xlsx
Documentos de construcción (100% de presentación)	Plan de ejecución del proyecto Matriz LOD Dibujos Especificaciones Modelo(s) de intención de diseño Exportaciones del SIG Hoja de cálculo de los activos de las instalaciones	.pdf, .docx .pdf .pdf, . dwg .pdf, .docx . rvt, . ifc, . nwc, . nwd, . dwg . dwg, .xlsx .xlsx
100% de los documentos de construcción (presentación de la verificación posterior)	Plan de ejecución del proyecto Matriz LOD Dibujos Especificaciones Modelo(s) de intención de diseño Exportaciones del SIG Hoja de cálculo de los activos de las instalaciones	.pdf, .docx .pdf, .xlsx .pdf, . dwg .pdf, .docx . rvt, . ifc, . nwc, . nwd, . dwg . dwg, .xlsx . xlsx
Proceso de licitación	Addenda	.pdf, . rvt, . dwg, . ifc
Construcción	Boletines	.pdf, . rvt, . ifc, . nwc, . nwd, . dwg
Documentos de registro	Plan de ejecución del proyecto Matriz LOD Especificaciones Modelo(s) conformado(s) Exportaciones del SIG Dibujos	.pdf, .docx .pdf, .xlsx .pdf, .docx . rvt, . ifc, nwc, . nwd, . dwg . dwg, .xlsx .pdf, . dwg

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

Cuadro 13: Ejemplo de construcción entregables.

Fase	Requisitos de presentación	Formato
Construcción (mensual)	Modelo(s) de coordinación Hoja de cálculo de los activos de las instalaciones	. rvt, . ifc, . nwc, . nwd, . dwg .xlsx
Construcción (trimestral)	Modelo(s) de construcción	. rvt, . ifc, . nwc, . nwd, . dwg

Fase	Requisitos de presentación	Formato
	Hoja de cálculo de los activos de las instalaciones	.xlsx
Al finalizar el proyecto	Modelo(s) As-Built - Final Plan de ejecución del proyecto Matriz LOD Documentos de operación y mantenimiento y de garantía Exportaciones del SIG Hoja de cálculo de los activos de las instalaciones	. rvt, . dwg, . ifc, . nwc, . nwd .pdf, .docs .pdf, .xlsx .pdf, .docx . dwg, .xlsx

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.8 Comunicaciones electrónicas y formato de los requisitos de los datos BIM

5.8.1 Formato de los requisitos de los datos BIM

Todos los documentos del proyecto (dibujos 2D, estudios cuantitativos, etc.) que se preparen en el ámbito de los procesos BIM deben elaborarse de acuerdo con el Entorno de Datos Común (Sistema de Gestión de Proyectos). Este entorno de datos es una base de datos común para toda la información y los documentos del proyecto. Permite compartir los proyectos y los documentos técnicos y controlar sus revisiones, seguir toda la correspondencia en un sistema común y compartir los datos.

5.8.2 Infraestructura tecnológica y software

En esta fase se debe determinar la provisión de un sistema de nube o servidor principal, la instalación de la infraestructura que proporciona acceso instantáneo a todos los proyectos, la instalación de la infraestructura y las características de hardware del sistema.

Además, al inicio de los trabajos se determinan el software y el formato que se utilizará para los modelos creados entre los interesados que resulten de las revisiones realizadas durante el proyecto. Cuando se requiera una actualización, también debe especificarse para qué software, cómo y bajo la responsabilidad de quién (Diseñador/Fabricante) se actualizará.

5.8.3 Requisitos del software

El cuadro 14 ilustra un ejemplo de cómo se podrían detallar las aplicaciones informáticas empleadas.

Cuadro 14: Ejemplo de aplicaciones informáticas detalladas de BIM

Uso de BIM	Disciplina	Software	Versión
Diseño arquitectónico	Arquitectura	AutoCAD y Revit	
Diseño de la estructura	Estructura	AutoCAD (complemento) y Revit	
Diseño de HVAC	HVAC	Revit / AutoCAD (Add-on) CADduct y CADmech	
Diseño de fontanería	Fontanería	Revit / AutoCAD (Add-on) CADduct y CADmech	
Diseño eléctrico	Eléctrico	Revit / AutoCAD (complemento) CADelec	
Diseño civil	Civil	AutoCAD Civil 3D	
Diseño de protección contra incendios	Protección contra incendios	MEP CAD AutoSprink	
Fabricación de HVAC	HVAC	Revit MEP / AutoCAD (Add-on) CADduct y CADmech	
Fabricación de fontanería	Fontanería	Revit / AutoCAD (Complemento) CADduct y CADmech	
Fabricación eléctrica	Eléctrico	Revit / AutoCAD (complemento) CADelec	
Fabricación de protección contra incendios	Protección contra incendios	MEP CAD AutoSprink	
Detalle de la estructura	Estructura	Revit / AutoCAD (complemento)	
Coordinación	Coordinación CM	Navisworks Manage, Revizto	
Comprobación del modelo	Todas las disciplinas (como se detalla en el ámbito de trabajo del proyecto)	Informe de revisión del modelo Revit, con salida en formato PDF (convertido desde el formato *.html)	
Revisión del diseño	Todas las disciplinas	Bluebeam, Revizto, I-Manage	

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.8.4 Archivo electrónico almacenamiento

Debe identificarse un lugar de almacenamiento electrónico (como un sitio FTP, Drop Box, etc.) utilizado para el intercambio regular de archivos. El cuadro 15 ilustra cómo podría hacerse.

Cuadro 15: Ejemplo de ubicación del almacenamiento electrónico BIM

Ubicación del archivo	Ruta del archivo /Directorio	Tipo de archivo	Proteger con contraseña	Mantenedor de archivos	Actualizado
Sitio FTP ftp://ftp.***.***/**	Carpeta raíz del proyecto /Arch /Mech	.rvt	Sí *****	Nombre de la persona	Semanal

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.8.5 Estructura de la carpeta del proyecto

La definición de una estructura de carpetas facilitará la entrega de archivos de proyectos federados, manteniendo los enlaces a archivos externos (los archivos enlazados también deben definirse dentro del modelo).

El uso de rutas relativas para los enlaces garantiza que cuando esos archivos se muevan juntos a un nuevo directorio, los enlaces se mantendrán (Figura 3).

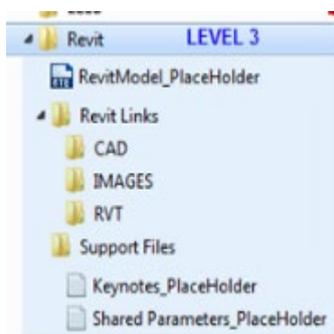


Figura 3: Ejemplo de estructura de carpetas de proyectos ((Fuente: Smithsonian Facilities BIM Guidelines (2021))

5.8.6 Intercambio de información calendario

Deben describirse los intercambios de información estándar y las transferencias de archivos que se producirán durante el proyecto. El cuadro 16 ilustra lo que podría

considerarse: Los archivos del proyecto que se transferirán a intervalos regulares y la identificación de las ubicaciones (almacenamiento de archivos electrónicos). Información sobre los archivos que se transferirán según la frecuencia indicada por el equipo BIM del proyecto, personas responsables de la coordinación y el intercambio de datos (a menudo identificadas como Discipline Model Managers o Trade Model Managers). También pueden ser necesarias cargas adicionales a petición del CM BIM Manager.

Cuadro 16: Ejemplo de intercambio de información y transferencia de archivos

Intercambio de información	Remitente de archivos	Receptor de archivos	Una sola vez o con frecuencia	Fecha de vencimiento o de inicio
Autoría - Coordinación 3D	Arquitectura/Estructura	Puesto FTP - Jefe de Coordinación	Semanal	[Fecha]
Comprobación de la actualización del modelo as-built	Contratista		Mensualmente	

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.9 Colaboración procedimientos

Debe definirse una estrategia de colaboración, teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Horario de las reuniones semanales - hora;
- Comunicación en equipo: Google Docs, almacenamiento común de archivos;
- Interacción interdisciplinaria continua para la integración de los sistemas de construcción;
- Los jefes de equipo se seleccionan en función de la fase del proyecto;
- Las actas de las reuniones se publican y discuten después de cada reunión para lograr los objetivos del equipo antes de la siguiente fecha de reunión.

5.9.1 Reuniones

a) Reuniones del proyecto

El cuadro 17 ilustra cómo definir el tipo de reuniones que se celebran durante el proyecto, incluidas las reuniones de coordinación, las actualizaciones del propietario, las reuniones de progreso, etc. También indica los asistentes necesarios y el alcance de la reunión.



Cuadro 17: Reuniones del proyecto

Tipo de reunión	Fase		Frecuencia	Participantes	Ubicación

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

b) Coordinación BIM reuniones

El cuadro 18 ilustra cómo documentar el tipo y la frecuencia de las reuniones relacionadas con la coordinación BIM. También indica los asistentes necesarios y el alcance de las reuniones.

Cuadro 18: Reuniones de coordinación BIM

Tipo de reunión	Fase	Frecuencia	Participantes	Ubicación

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.9.2 Coordinación horarios

Ejemplos de cómo se pueden describir los resultados requeridos y la fecha prevista de finalización.

Diseño

Entregable	Fecha

Construcción

Entregable	Fecha

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.9.3 Coordinación BIM

a) Código de colores de los elementos del modelo

Antes de iniciar el Proyecto, se podría definir un esquema de colores para distinguir los sistemas. El cuadro 19 muestra un ejemplo de sistema de código de colores.

Tabla 19: Ejemplo de código de color de los elementos del modelo BIM

System	Color	RGB Color Index
Outside Air (Pressurization)		128,255,255
Supply Air		0,128,192
Return Air		0,64,128
Exhaust Air		128,0,128
Mechanical Equipment		220,220,220
Mechanical Piping (Wet)		224,196,95
Mechanical Piping (Dry) Vent		255,128,64
Kitchen Exhaust		255,128,128
Plumbing Equipment		118,146,60
Plumbing (Domestic)		0,128,0
Plumbing (Sanitary Storm)		200,140,255
Plumbing (Sanitary Waste)		64,0,128
Lighting		254,159,106
Electrical		255,255,0
Telecommunications		128,128,64
Fire Protection		255,0,0
Fuel Supply		0,0,0
Irrigation		182,205,189
Structural		146,205,220

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

En relación con el Modelo Integrado (Federado) / Procesamiento de la Integración de acuerdo con el Cronograma del Proyecto, el Gerente de BIM del Proyecto generalmente será responsable de realizar la detección de choques con los modelos de diseño y/o comerciales. Los choques deben organizarse para que los revise el equipo del proyecto. Una vez que se hayan revisado los choques, se asignará una posible resolución a un miembro específico del equipo para que la resuelva de manera oportuna.

b) Jerarquía de sistemas coordinación

Si algún sistema tiene interferencias o choques con otro sistema diferente, debe definirse una jerarquía de disciplina para las resoluciones basadas en el consenso del equipo del proyecto.

5.9.4 Control de calidad

El propietario del proyecto es responsable de la calidad de todos los modelos que se presenten. Las disciplinas deben comprobar la calidad del modelo en su seno. El BIM manager es responsable de controlar la calidad del modelo, teniendo en cuenta la coordinación de todas las disciplinas, en el marco de sus responsabilidades definidas. En

este apartado, se crean listas de comprobación en el ámbito del BEP y los modelos se evalúan de acuerdo con esta lista.

El cuadro 20 presenta un ejemplo de las comprobaciones que podrían realizarse en los modelos para garantizar la calidad.

Cuadro 20: Controles BIM

Consulte	Definición	Responsable	Programa(s) de software	Frecuencia
Control visual	Garantizar que no hay componentes del modelo no deseados y que se ha seguido la intención del diseño	Todos los modelos autor(es)	Navisworks, Revit Otros	Cada hito entregable
Comprobación de interferencias	Detectar los programas en el modelo en los que cualquier componente del edificio está chocando, incluidos los duros y los blandos	Todos los modelos autor(es)	Navisworks, Revit otros programa(s) TBD	
Comprobación de las normas	Garantizar el cumplimiento de las normas BIM	Todos los modelos autor(es)	Navisworks, Revit Otros	Continuo
Comprobación de la integridad del modelo	Describe el proceso de validación del control de calidad utilizado para garantizar que el conjunto de datos de la instalación del proyecto no tiene elementos no definidos, definidos incorrectamente o duplicados, así como el proceso de información sobre los elementos no conformes y los planes de acción correctiva	Todos los modelos autor(es)	Navisworks, Revit Otros	Semanal
Revisión de modelos / Comprobación de modelos	Una función automatizada de revisión de modelos globales e informes	Todos los modelos autor(es)	Revit Otros	Cada hito entregable

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

En los requisitos de comprobación del modelo debe definirse el software para realizar una revisión automatizada del modelo del proyecto. El equipo BIM del proyecto puede añadir reglas adicionales a los archivos de configuración para los requisitos específicos del proyecto.

Además, los modelos deben incluir las dimensiones necesarias para el diseño, el análisis y la construcción. Por lo tanto, también debe definirse el nivel de precisión (LOA) del modelo.



El equipo BIM debe realizar una revisión automatizada del modelo del proyecto utilizando, por ejemplo, la aplicación *Revit Model Review* (una aplicación complementaria disponible a través del sitio web de suscripción de Autodesk) o utilizando Autodesk Model Checker (también una aplicación complementaria para Revit).

5.10 Contenido del modelo requisitos

En el plan de implementación de BIM, se definen los requisitos de información obligatorios en función del alcance del proyecto:

-Requisitos del modelo arquitectónico : Puertas, ventanas, ascensores, escaleras mecánicas, mamparas, torniquetes, mobiliario, elementos de iluminación, elementos de encaminamiento, equipos MEP, etc. Se define qué información se dará para todos los elementos del edificio y todos los materiales utilizados;

-Requisitos del modelo estructural : Las reservas en los elementos de circulación vertical/horizontal, todos los huecos, espacios, escaleras, elementos portantes se procesan en el modelo BIM con sus breves explicaciones;

-Requisitos del modelo mecánico: La información de anchura, altura y altura de los elementos de los sistemas se modelan como paramétricos 3D;

-Requisitos del modelo eléctrico y electrónico: Todos los generadores, transformadores, bandejas de cables, instalaciones, interruptores, tomas de corriente, anuncios, teléfonos, pantallas de información al pasajero, lectores de tarjetas, detectores, etc. Media tensión, tensión directa y baja tensión, etc. Los principales equipos de todos los sistemas se muestran en la maqueta.

5.10.1 Modelo contenido LOD

Esta sección describe algunas de las normas requeridas para los entregables del proyecto junto con las definiciones del *nivel de desarrollo de los modelos*.

El equipo del proyecto debe elaborar una matriz de LOD de contenido BIM. El cuadro 21 ilustra una plantilla de una matriz LOD de contenido BIM.

Cuadro 21: Ejemplo de plantilla de una matriz LOD de contenido BIM

Project Stage			Design Model			Design Intent Model (to) Integration with SI	
BIM Use Title			Model Element (3D)	Model Element (2D)	Data Only (Specs)	Existing Conditions (to) As-Built & Record Model	O&M Criteria
Time of Exchange (SD, DD, CD, Construction)							
Responsible Party (Information Receiver)							
Receiver File Format							
Application & Version							
			Yes (Y) / No (N)			Level of Development (LOD) and Model Element Author (MEA)	
Model Element (ASTM Uniform II) Classification			Y/N	Y/N	Y/N	LOD	MEA
A	SUBSTRUCTURE						
	A10	Foundations					
	A20	Basement Construction					
B	SHELL						
	B10	Superstructure					
	B20	Exterior Enclosure					
	B30	Roofing					
C	INTERIORS						
	C10	Interior Construction					
	C20	Stairs					
	C30	Interior Finishes					
D	SERVICES						
	D10	Conveying					
	D20	Plumbing					
	D30	HVAC					
	D40	Fire Protection					
	D50	Electrical					
E	EQUIPMENT AND FURNISHINGS						
	E10	Equipment					
	E20	Furnishings					
F	SPECIAL CONSTRUCTION AND DEMOLITION						
	F10	Special Construction					
	F20	Selective Bldg Demo					
G	SIT EWORK						
	G10	Site Preparation					
	G20	Site Improvements					
	G30	Site Civil/Mech Utilities					
	G40	Site Electrical Utilities					
	G50	Other Site Construction					
*	Additional Information						
	1	Construction Systems					
	2	Space					
	3	Information					
	4	Datum					
		Additional					

ALL EXISTING CONDITIONS TO BE MODELED TO A 200 LEVEL UNLESS DIRECTLY AFFECTED BY NEW CONSTRUCTION. THEN MODELED/DETAILED TO A 300 LEVEL TO ALLOW FOR DEMOLITION DRAWINGS AND TIE IN INFORMATION

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.10.2 Juegos de trabajo

Los conjuntos de trabajo son una forma de separar un conjunto de elementos del modelo del proyecto en subconjuntos para "compartir el trabajo". Durante el desarrollo del proyecto BIM, los usuarios deben conocer el plan de trabajo activo. En un proyecto puede haber uno o varios conjuntos de trabajo. Cada nuevo elemento del modelo que se añada al proyecto se colocará en el plan de trabajo activo. Las tablas 22 y 23 presentan un ejemplo de los planes de trabajo esenciales en un proyecto de trabajo compartido para modelos arquitectónicos.

Tabla 22: Ejemplo de planes de trabajo para grandes proyectos en los que las disciplinas se modelan en modelos Revit separados.

Nombre del plan de trabajo	Propósito
Carcasa exterior	Incluya todos los elementos exteriores del edificio.
Interior	Incluya todos los elementos interiores del edificio o edificios, excepto el mobiliario y el equipamiento
Núcleo	Incluir la estructura y los elementos centrales del edificio(s)
Muebles	Incluya todos los elementos de mobiliario y equipamiento interior del edificio(s)
Muros de exposición	Incluir paredes/particiones de exposición diferentes de las paredes interiores y de los objetos expuestos
Exposiciones	Incluya las exposiciones
Rejilla y niveles	Incluir rejillas y niveles
Enlaces	Incluir modelos disciplinarios vinculados
Iluminación arquitectónica	Incluya las ubicaciones de las luces según el arquitecto para que puedan ser apagadas o retiradas fácilmente cuando se finalice la iluminación del MEP
Señalización	Incluir señales interiores y exteriores
Seguridad/Vigilancia y acceso	Incluya las ubicaciones de los CCTV, los detectores de movimiento, los dispositivos de detección, los soportes de los botones, etc.

(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

Cuadro 23: Ejemplo de planes de trabajo para proyectos pequeños en los que las disciplinas se incluyen en el modelo de Revit arquitectónico.

Nombre del plan de trabajo	Propósito
Carcasa exterior	Incluya todos los elementos exteriores del edificio.
Interior	Incluya todos los elementos interiores del edificio o edificios, excepto el mobiliario y el equipamiento
Núcleo	Incluir la estructura y los elementos centrales del edificio(s)
Muebles	Incluya todos los elementos de mobiliario y equipamiento interior del edificio(s)
Muros de exposición	Incluir paredes/particiones de exposición diferentes de las paredes interiores y de los objetos expuestos
Exposiciones	Incluya las exposiciones
Rejilla y niveles	Incluir rejillas y niveles
Grupos de trabajo de disciplinas separadas	Incluir conjuntos de trabajo separados para la mecánica, la electricidad, la fontanería, la protección contra incendios, la estructura y la seguridad.
Señalización	Incluir señales interiores y exteriores
Seguridad/Vigilancia y acceso	Incluya las ubicaciones de los CCTV, los detectores de movimiento, los dispositivos de detección, los soportes de los botones, etc.

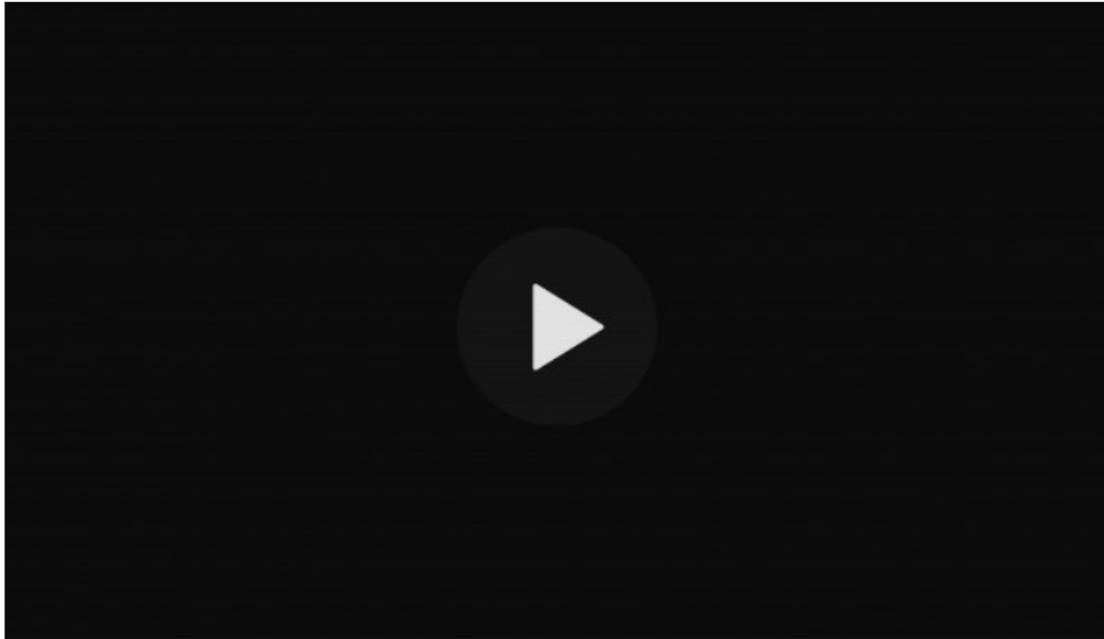
(Fuente: Directrices BIM de las instalaciones del Smithsonian (2021))

5.11 - Diapositiva

Este tutorial mostrará una presentación de PowerPoint con ejemplos sobre cómo preparar un plan de ejecución BIM.



.pptx



Referencias

Nota técnica sobre el rendimiento de los modelos de Autodesk Libro Blanco
http://images.autodesk.com/adsk/files/autodesk_revit_2014_model_performance_technical_note.pdf

Penn State Computer Integrated Construction <http://bim.psu.edu/>

Plan de ejecución de proyectos BIM versión 1.05 creado a partir del proyecto buildingSMART alliance™ (bSa) "BIM Project Execution Planning" desarrollado por The Computer Integrated Construction (CIC) Research Group de The Pennsylvania State University

https://cdn.ymaws.com/www.nysapls.org/resource/resmgr/2019_conference/handouts/hale-g_bim_05a_bim_pxp_temp.pdf

Directrices BIM para las instalaciones del Smithsonian (2021)

<https://www.wbdg.org/ffc/si/smithsonian-criteria/smithsonian-facilities-bim-guidelines>

6 - Resultados

Para evaluar el éxito de la solicitud, los estudiantes tendrán que responder a un cuestionario en línea.



7- Lo que hemos aprendido

Cómo preparar un plan de ejecución BIM.

Por qué se prepara el Plan de Ejecución BIM.

Cuáles son los componentes del Plan de Ejecución BIM.