



euskal trenbide sarea

Manual BIM

Manual BIM de ETS

Junio 2024



Índice

01 // Objeto	4	08// ¿Cómo?	18
02// Alcance	5	08.1 Organización y Estructura del Modelo BIM	18
03// Glosario de Términos	6	08.2 Requisitos Mínimos de Información	19
04// Introducción	7	08.3 Sistema de Clasificación de Elementos	20
05// ¿Por qué?	9	08.4 Organización y Definición de Objetos BIM	20
05.1 Propósito	9	08.5 Formatos de los archivos	21
05.2 Principios y Objetivos de ETS	10	08.6 Procesos de producción y entrega de la información	21
06// ¿Qué?	14	08.7 Coordinación y Control de Calidad BIM	22
06.1 Usos BIM	14	08.8 Integración con otros Sistemas	23
06.2 Entregables BIM	15	08.9 El Plan de Ejecución BIM (PEB)	25
07// ¿Quién?	16	09// ¿Dónde?	26
07.1 Roles BIM	16	09.1 El Entorno Común de Datos (CDE)	26
07.2 Funciones y Responsabilidades	16	09.1.1 Sistema de Codificación de Archivos	27
		10// Referencias	28

Anejos

Anejo 01: Usos BIM

Anejo 02: Entregables BIM

Anejo 03: Organización y Estructura de Modelos BIM

Anejo 04: Requisitos Mínimos de Información y Sistema de Clasificación

Anejo 05: Definición de Objetos BIM

Anejo 06: Formatos de los Archivos

Anejo 07: Procesos de Producción y Entrega de la Información

Anejo 08: Coordinación y Control y Aseguramiento de la Calidad

Anejo 09: Integración con otros Sistemas

Anejo 10: El CDE

Anejo 11: Sistema de Codificación de Archivos

Anejo 12: IFC

01// Objeto

El objeto del Manual BIM de **Euskal Trenbide Sarea** (en adelante ETS) es establecer las líneas generales y el marco de trabajo para la correcta implementación de la metodología BIM en sus contratos, homogeneizando los procesos de producción y entrega de información digital.

02// Alcance

El Manual BIM está dirigido a las distintas entidades y empresas involucradas en los contratos de ETS, en su sentido amplio: todos los proveedores de servicios, subcontratistas y colaboradores, siendo referidos en el Manual BIM como cadena de suministro o proveedores.

Estos pueden ser:

- Empresas involucradas en estudios previos, diseño de proyectos o construcción de los mismos que generen o usen la información producida hasta la entrega del activo;
- Personal de ETS [o terceras partes que actúen en nombre de ETS];
- Organizaciones encargadas de las operaciones, mantenimiento y explotación de los activos de ETS que serán consumidores de datos y que ayudarán a definir los requerimientos de los conjuntos de datos a incorporar en los activos digitales para acometer de manera más eficiente sus tareas;
- Beneficiarios y otros agentes intervinientes, siempre que ETS les proporcione acceso a los datos;
- Otros expertos a los que ETS les dé acceso.

El Manual BIM se ha diseñado para su utilización en todas las fases del proyecto, en sentido amplio: diseño, construcción y mantenimiento, y con el objetivo de definir el marco de trabajo para la producción y entrega de información BIM en cada fase del proyecto.

El Manual BIM aborda cuestiones básicas como el Por Qué, el Qué, el Quién, el Cuándo y el Cómo, de las que ETS espera respuesta de la cadena de suministro y de sus entregables.

Un esquema de las secciones en las que se estructura el documento se muestra en la siguiente imagen:

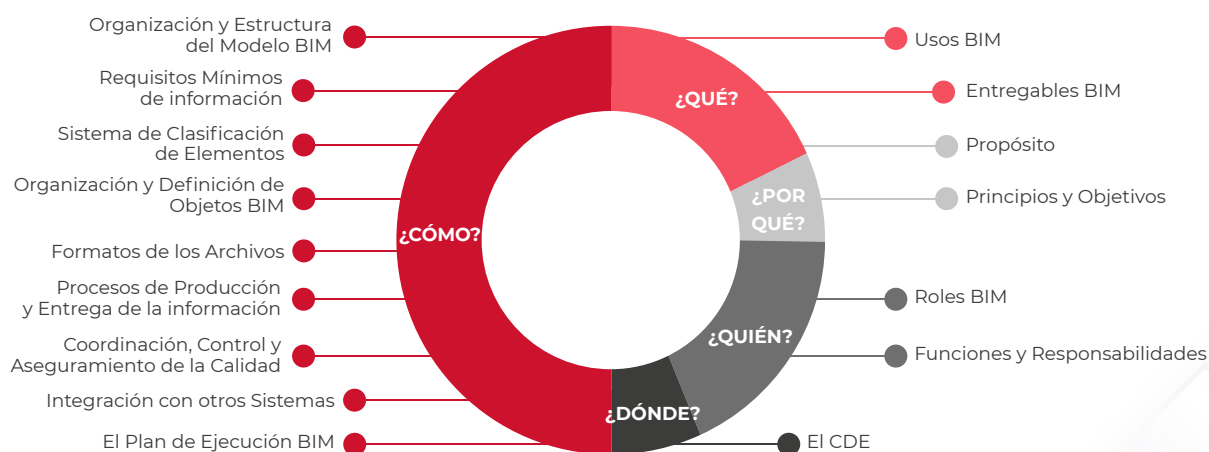


Figura 1: Esquema de contenido del Manual BIM de ETS.

03//

Glosario

de Términos

Término	Significado
BIM	Building Information Modelling
PROVEEDORES	Todo aquel agente interviniente en el contrato que no sea ETS y cuyo cometido es producir lo solicitado por ETS
CADENA DE SUMINISTRO	Conjunto de proveedores involucrados de manera directa o indirecta necesarios para acometer los trabajos requeridos en el contrato
CONSULTOR	El agente principal adjudicatario del contrato
PEB	Plan de Ejecución BIM
IFC	Industry Foundation Classes
BCF	BIM Collaboration Format
Pset	Property Set o Grupo de Parámetros
CDE	Common Data Environment o Entorno Común de Datos
WIP	Work In Progress o Trabajo en Progreso
QA/QC	Quality Assurance / Quality Control o Control y Aseguramiento de la Calidad
SIG	Sistemas de Información Geográfica
ERP	Enterprise Resource Planning o Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales
GMAO	Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador
PIM	Project Information Model o Modelo de Información del Proyecto
AIM	Asset Information Model o Modelo de Información del Activo

04//

Introducción

La digitalización está preparada para convertirse en un mecanismo eficiente para diseñar, construir y operar el entorno construido. BIM está aquí para representar el intercambio de información digital, siendo la manera que permite mejores formas de trabajar. BIM es colaboración, es cambio cultural y es el incremento en la productividad y la eficiencia del sector de la construcción.

La digitalización permite el almacenamiento de la información de forma segura, la reducción del espacio físico de almacenamiento, la mejor conservación de la información en el tiempo, la estructuración y ordenación de datos, la centralización de la información y su accesibilidad, la optimización de procesos en fases posteriores y el posicionamiento en el mercado de empresas con identidad innovadora.

BIM supone la reducción de riesgos e incertidumbres, permite la detección temprana de conflictos e incoherencias, facilita la planificación temprana de tiempos y costes, agiliza los cambios y las reconfiguraciones y genera un incremento en la calidad de la documentación.

El Manual BIM y su ecosistema de documentos de soporte, crea una plantilla para describir y proporcionar los procesos BIM estratégicos y los respectivos flujos de trabajo que ETS y su cadena de suministro deberán seguir a lo largo del ciclo de vida de los proyectos.

Este es un ecosistema de documentación viva que evolucionará a medida que también lo haga la implantación BIM en ETS, recogiendo nuevas capacitaciones tecnológicas y metodológicas que ofrezca el sector. Todas estas revisiones del Manual BIM serán objeto de publicación, manteniéndose un control de versiones asegurando que se emplee siempre la última aprobada.

El Manual BIM recoge los objetivos BIM de ETS con el fin de que toda la cadena de suministro obre en función de los mismos y tenga claro el objetivo de la aplicación de esta metodología. Para alcanzar estos objetivos, se deberán seguir unos principios estratégicos BIM que también se recogen en este Manual.

El Manual BIM está formado, además de por sus Anejos, por otros documentos, plantillas, especificaciones y guías soporte, que forman un ecosistema de documentos que lo estructuran y le dan sentido.

A continuación, se muestra la estructura del ecosistema de documentos que forman el Manual BIM de ETS:

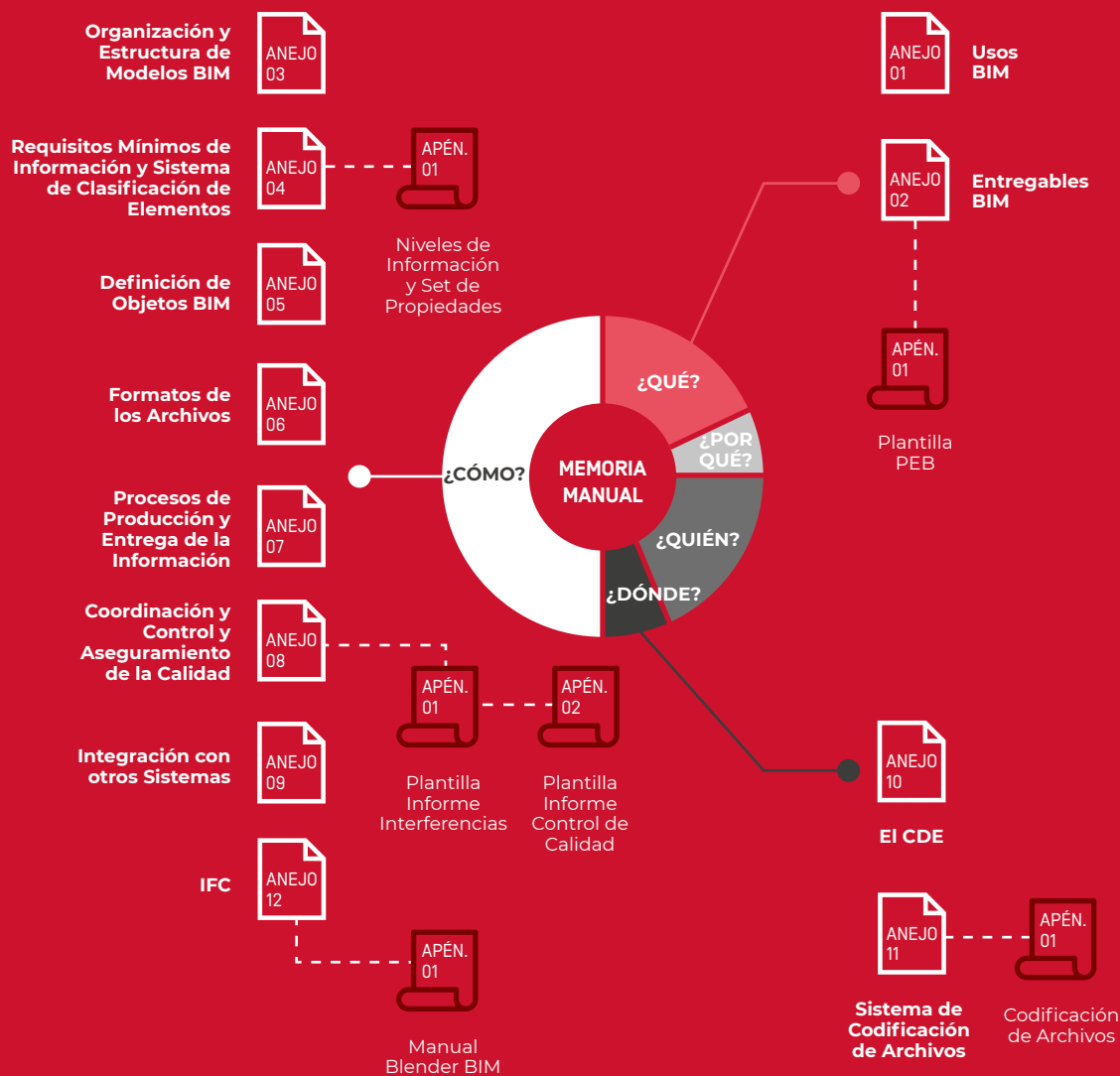


Figura 2: Esquema del Manual BIM de ETS y su Ecosistema de Documentos.

En resumen, el Manual BIM establece las líneas a seguir y las obligaciones de la cadena de suministro para la puesta a disposición y el intercambio de datos BIM con ETS; tanto dentro de ETS como de ETS con otros agentes implicados. Este documento está pensado para que evolucione con el tiempo y para que defina las reglas técnicas y flujos de trabajo necesarios para la creación de los entregables BIM digitales demandados por ETS en cualquiera de las fases del ciclo de vida de los activos y para cualquier proyecto.

El Manual BIM es el encargado de transmitir la visión global y la estrategia de implantación BIM en los contratos de ETS a su cadena de suministro y al propio ETS, siendo los Pliegos quienes definan los requerimientos específicos de cada contrato en particular.

05//

¿Por qué?

05.1 Propósito

Con la correcta implementación de la metodología BIM en sus contratos, ETS tiene el propósito de:

- Construir el activo dos veces: una vez como datos y otra vez físicamente. Es decir, usar BIM para crear gemelos digitales de los activos físicos eliminando problemas potenciales antes de la construcción y capturando información vital durante el proceso;
- Evitar el re-trabajo capturando información relevante una vez a lo largo del ciclo de vida, pero usándola muchas veces, reduciendo la duplicación de esfuerzos;
- Permitir el intercambio de información y la coordinación en proyectos y entre agentes. Es decir, aumentar la colaboración;
- Tener un enfoque centrado en el ciclo de vida de la producción y el uso de la información;
- Ampliar el uso de BIM más allá de los modelos 3D para incluir atributos de información, junto con documentación vinculada como planos, fotografías, informes, etc.;
- Capturar información de gestión de activos durante el proceso de diseño y construcción, listo para su entrega a los usuarios finales una vez completado;
- Implementar tecnologías que respalden estos objetivos reconociendo la naturaleza evolutiva de BIM.



Figura 3: Esquema de propósitos de la implantación BIM en los Contratos de ETS.

05.2 Principios y Objetivos de ETS

Los Objetivos y los Principios Estratégicos BIM de ETS definen el marco general de su estrategia BIM y sirven para optimizar el empleo de esta metodología y garantizar que la estrategia escogida es la más adecuada para garantizar la eficiencia del proceso.

Los principios están alineados con una estrategia centrada en la información capturada, generada, compartida y coordinada a lo largo del ciclo de vida del activo.

Para ello, se ha diseñado con un enfoque más allá de la mera generación de modelos 3D, incorporando una fuerte componente de gestión de la información incidiendo en la incorporación de datos a los modelos, en su uso y en su transmisión entre agentes y fases del ciclo de vida.

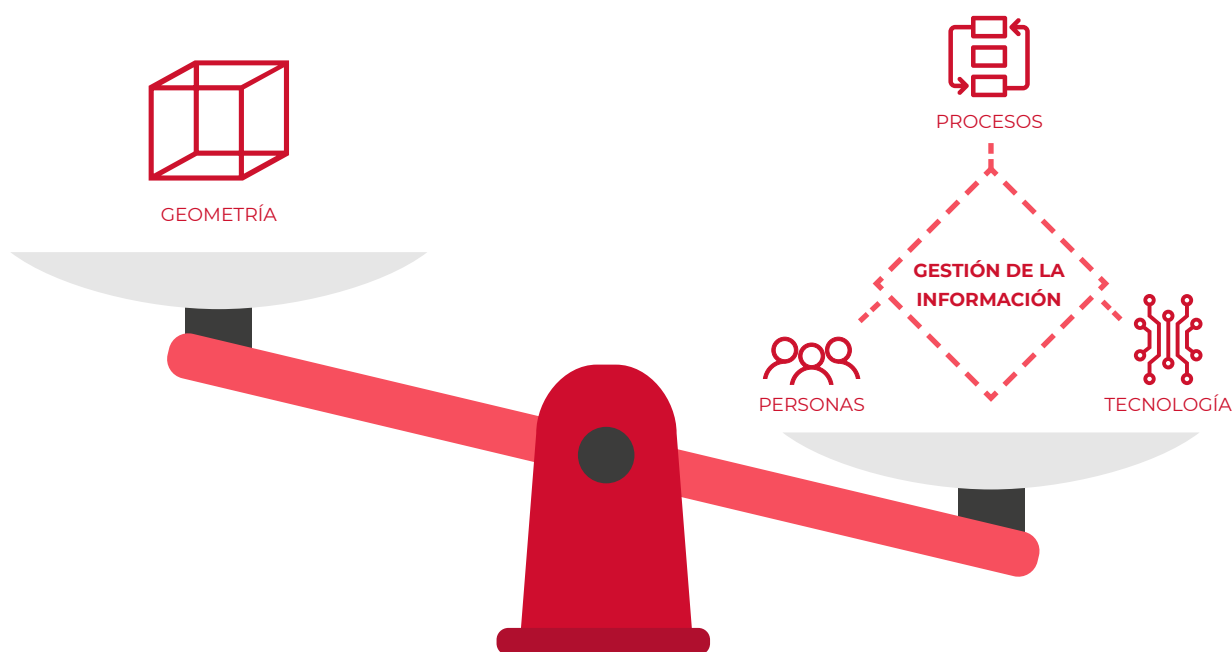


Figura 4: Esquema de Principio Estratégico de entender BIM más allá del Modelado 3D.

Uno de los principios estratégicos es el de adoptar un enfoque de datos abiertos; 'Open BIM siempre que sea posible'. Éste permite la interoperabilidad entre los distintos agentes intervinientes en el ciclo de vida, dejando que sea la cadena de suministro la que emplee las herramientas y soluciones más adecuadas para la producción de la información. Este principio estratégico responde a un objetivo BIM como es el de mitigar las pérdidas de información durante el ciclo de vida de los activos.

El enfoque 'Open BIM' maximiza el uso de información abierta hasta los límites actuales del estándar, de ahí el matiz de 'siempre que sea posible', complementándose con el empleo de formatos de intercambio propietarios, en un contexto en el que la información debe mantenerse accesible durante largos periodos de tiempo. Este requisito de empleo de ciertos formatos responde a la estrategia de datos abiertos de ETS.

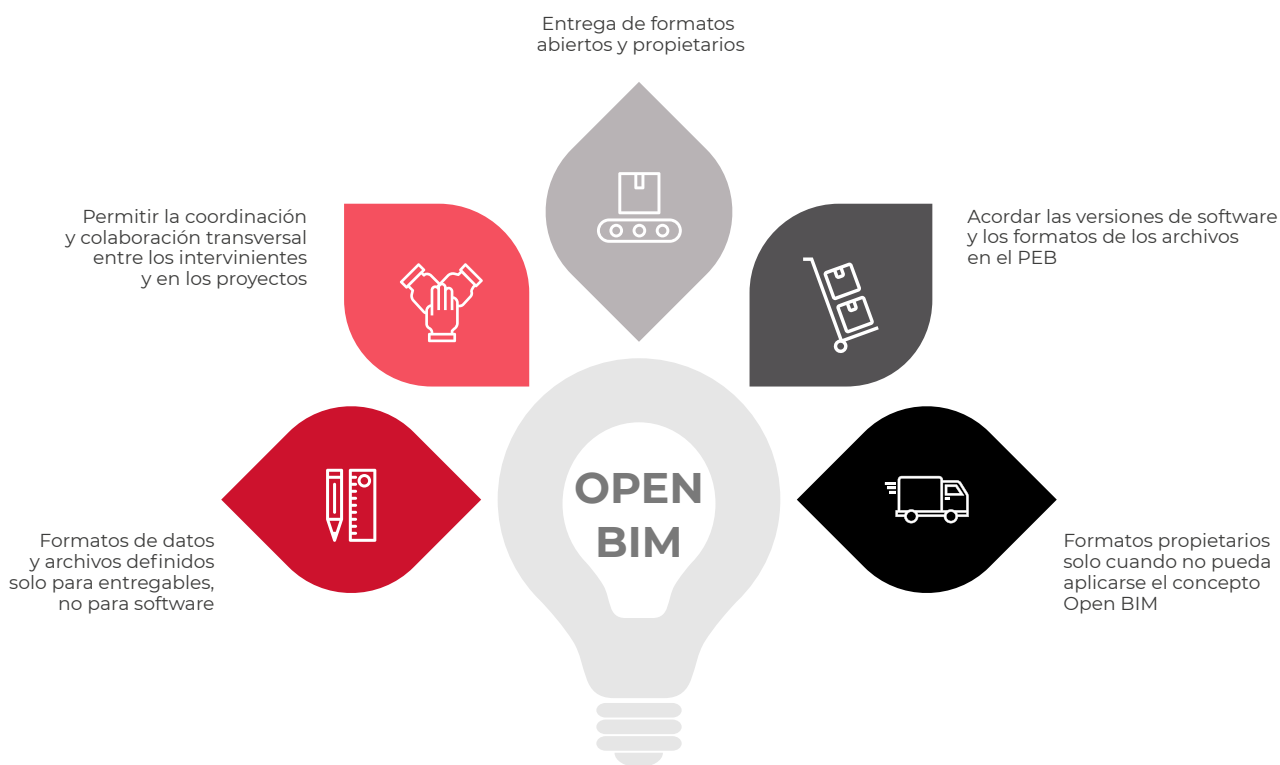


Figura 5: Esquema de Principio Estratégico 'Open BIM siempre que sea posible'.

Como se aprecia, existen un orden de principios estratégicos, objetivos y requisitos que deben de estar en armonía. Para lograr la consecución de los objetivos de ETS, se han establecido una serie de requisitos para cada uno de ellos, y se han recogido en el Manual BIM y su ecosistema de documentos de manera general.

Principios estratégicos	Objetivos	Requisitos
Adoptar un enfoque Open BIM, siempre que sea posible	Mitigar las pérdidas de información durante el proceso	Emplear formatos abiertos para el intercambio de archivos (IFC, LandXML, BCF, CSV, DXF, etc.) y complementar dicho intercambio con formatos propietarios (RVT, DGN, DWG, etc.)
Centralizar la información en un entorno colaborativo	Garantizar la coherencia en la documentación	Obtener toda la documentación, en la medida de lo posible, a partir de los modelos BIM, asegurando su coherencia en todo momento, ya que los cambios se realizan sobre dichos modelos, actualizando así sus derivados como los planos, las mediciones, etc.
Emplear el modelo BIM como instrumento de consulta principal, siendo el contenedor del registro de cambios, alternativas o modificados	Facilitar y optimizar la toma de decisiones, el análisis de interferencias y el estudio de alternativas durante la redacción del proyecto y la ejecución de las obras, en especial en cuanto al control de costes y el análisis de los procedimientos constructivos	Establecer reuniones de revisión digital periódicas dónde todos los agentes participen, y emplear el formato BCF abierto para el registro e intercambio de comunicaciones sobre cambios o alternativas garantizando la trazabilidad en todo el proceso
Homogeneizar el empleo de la metodología BIM a lo largo de todo el proceso de diseño, construcción y posterior explotación y mantenimiento de un activo	Facilitar la transferencia de la información desde la fase de proyecto hacia la fase de obra y la posterior explotación de la infraestructura, mitigando las pérdidas de información entre fases y adoptando un enfoque centrado en el ciclo de vida	Exigir la generación del manual del modelo BIM (PEB actualizado) al finalizar una fase, facilitando el entendimiento sobre el mismo para el siguiente agente interviniente y dando continuidad a la estrategia

Principios estratégicos	Objetivos	Requisitos
Fomentar la colaboración entre agentes en un proceso de coordinación continuo	Garantizar la coordinación entre disciplinas durante todo el proceso	Demandar modelos BIM de coordinación no solo como entregable final, sino de manera continuada en el proceso, y fomentar el empleo de formatos abiertos asegurando la compatibilidad entre las distintas plataformas empleadas por las distintas disciplinas
Fomentar el uso del modelo BIM como eje conductor en la optimización de los procesos de obra, aumentando la fiabilidad de la información y proporcionando transparencia entre los agentes intervinientes	Mejorar y obtener un mayor control sobre el avance de la ejecución de las obras	Emplear soluciones “4D” y “5D”, que van más allá del modelado 3D, integrando costes, plazos y seguridad y salud en el modelo BIM, empleando el mismo para la monitorización de la ejecución de las obras
Capturar información de la realidad ejecutada durante las fases previas al mantenimiento, obteniendo un gemelo digital del activo construido	Facilitar las actividades a acometer durante la fase de mantenimiento y explotación y reducir los costes durante esta fase	Exigir la incorporación de datos as-built al modelo BIM, así como la introducción de datos enfocados al mantenimiento y realizar un inventariado digital de la infraestructura mediante el uso de clasificaciones, permitiendo una integración del modelo BIM con el sistema de gestión de activos

Tabla 1: Relación de Principios Estratégicos, Objetivos y Requisitos.

06//

¿Qué?

06.1 Usos BIM

Cualquier aplicación de utilidad que se le dé a la metodología BIM, y en concreto, a los modelos BIM, durante el ciclo de vida del activo para alcanzar uno o más objetivos específicos se determina como un Uso BIM.

Los usos BIM definen una parte del alcance de los modelos BIM. Establecen el motivo de la creación de los modelos, definiendo para qué se van a utilizar.

Cabe destacar que los Usos BIM responden a los Objetivos BIM de ETS, y que, para alcanzar la correcta consecución de los usos, es necesario establecer unos Requisitos para los modelos BIM.



Figura 6: Relación de Objetivos, Usos BIM y Requisitos.

Entre los requisitos podemos encontrar desde la incorporación de datos específicos para un uso determinado, como el empleo de formatos abiertos Open BIM como IFC para garantizar la buena coordinación de los modelos BIM.

A lo largo de este Manual BIM, se exponen distintos requisitos cuyo fin es la buena consecución de los usos y, por tanto, de los objetivos de ETS y del contrato en particular.

En el **Anejo 01: Usos BIM** se encuentra la relación de usos por fase del ciclo de vida y la explicación de cada uno de los usos propuestos por ETS.

06.2 Entregables BIM

Durante el transcurso de los contratos se generará documentación específica del empleo de la metodología BIM. La mayoría de esta documentación constituirá un entregable que será auditado por ETS. Estos entregables se denominan Entregables BIM.

En este sentido, el primer entregable derivado de la aplicación de esta metodología será el **Plan de Ejecución BIM** (en adelante PEB), ya que es el documento que define la estrategia BIM a seguir por todos los agentes a lo largo del proceso con el fin de alcanzar los objetivos de ETS.

Además, el Consultor deberá entregar los **modelos BIM** que genere, de los que pueden distinguirse varias tipologías:

- Modelos de Proyecto
- Modelos de Coordinación
- Modelos de Planificación de Obra
- Modelos de Seguridad y Salud
- Modelos de Condiciones Existentes

Los mencionados modelos BIM centralizarán la información y serán la fuente de la que se obtendrá una serie de documentación. Finalmente, el uso de los modelos BIM para algo en particular (Uso BIM), generará otro tipo de documentación.

Estos **derivados**, tanto de los propios modelos como de sus usos particulares, constituirán un entregable.

En el **Anejo 02: Entregables BIM** se detallan cada uno de estos entregables.

07//

¿Quién?

07.1 Roles BIM

Un rol es una función que se ejerce durante el desarrollo de un contrato e implica la capacitación para realizar dichas funciones. Por lo tanto, los roles implican responsabilidades sobre determinadas acciones y pueden ser realizados por más de una persona o una persona asumir más de un rol.

07.2 Funciones y Responsabilidades

Las nuevas funciones se engloban en los siguientes cuatro roles:

Rol	Agente	Responsabilidades
Gestor BIM	Consultor	<ul style="list-style-type: none"> - Proponer y coordinar la definición, implementación y cumplimiento del Plan de Ejecución BIM (PEB). - Aplicar los procesos BIM. - Aplicar y validar los protocolos BIM. - Proponer, escoger e implementar el software y las plataformas. - Gestionar el modelo. - Gestionar los cambios en el modelo. - Gestionar la calidad en el modelo. - Establecer flujos de trabajo y gestionar los requisitos. - Garantizar la interoperabilidad. - Proporcionar apoyo técnico en la detección de colisiones. - Ejercer de interlocutor con el Responsable BIM del cliente. - Asegurar la compatibilidad del modelo BIM con el resto de las disciplinas.
Coordinador BIM	Consultor	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinar el trabajo de generación de modelos BIM de una disciplina y entre disciplinas. - Definir e implementar los procesos de coordinación de modelos.

Rol	Agente	Responsabilidades
Especialista BIM	Consultor	<ul style="list-style-type: none"> - Responsable de la obtención de determinados usos del modelo según lo indicado en el Plan de Ejecución BIM como por ejemplo: Simulación constructiva, análisis energético, obtención de mediciones, etc. - Realizar los procesos de control de la calidad de los modelos BIM: Verificar, analizar y evaluar los resultados de las verificaciones generando los informes de verificación.
Modelador BIM	Consultor	<ul style="list-style-type: none"> - Generar los modelos utilizando herramientas de software BIM. - Exportar los modelos a otros formatos 2D y/o 3D. - Crear visualizaciones 3D, añadir elementos de construcción para los objetos de la biblioteca y vincular datos a los objetos. - Ejecutar los protocolos de modelado BIM. - Coordinar su trabajo con otros agentes. - Poseer técnicas y habilidades capaces para arreglar, organizar y combinar la información. - Mantener su enfoque en la calidad y llevar a cabo sus tareas de una manera estructurada y disciplinada. - Tener conocimientos de las tecnologías de información y específicamente de estándares abiertos y bibliotecas de objetos.

Tabla 2: Roles BIM y sus Funciones y Responsabilidades.

08//

¿Cómo?

08.1 Organización y Estructura del Modelo BIM

En los proyectos ferroviarios, habitualmente nos podemos encontrar tanto con infraestructuras lineales, así como con diversos tipos de edificaciones. Mientras que, en el ámbito de la edificación, la estructuración de los modelos generalmente se resuelve mediante su división por disciplinas y/o espacios, en un proyecto de infraestructura lineal ferroviaria, la extensión puede suponer un obstáculo a la hora de gestionar un modelo central que represente el activo. En este sentido, se debe de estudiar cuidadosamente la manera en la que se subdivide el modelo central de la infraestructura en varios modelos. De esta manera, la gestión de los distintos modelos y del modelo central podrá optimizarse.

Para poder llevar a cabo una gestión eficiente del modelo del proyecto u obra, es necesaria una descomposición del mismo en varios sub-modelos, con el fin de que el tamaño de los archivos no los haga inmanejables. Esta descomposición en sub-modelos dependerá del tipo de actuación o del tipo de activo.

Para cada contrato, se deberá definir la estrategia de organización y estructuración del modelo BIM.

A la hora de elaborar la mencionada estrategia, ETS recomienda que se tengan en cuentas los siguientes aspectos:

- División por tramos según el tipo (balasto, vía en placa, etc.)
- División por subtramos de máximo 2,5km de longitud.
- División por disciplinas
- División por subdisciplinas
- División por espacios (andenes, vestíbulo, etc.)
- División por elementos singulares (puentes, viaductos, pasos a nivel, túneles, etc.)

En el **Anejo 03: Estrategias de Organización y Estructura de Modelos BIM** se encuentran tres estrategias distintas que pueden ser de aplicación.

08.2 Requisitos Mínimos de Información

Existen diferentes especificaciones o estándares internacionales acerca del nivel de desarrollo de los elementos los cuales tienen similar aceptación y acogida. A nivel nacional todavía no hay un estándar oficial, aunque a nivel europeo se está trabajando en la definición de lo que será la Euronorma "LOIN: Level of Information Need" que se espera que UNE adopte.

Se distingue entre información dentro del modelo BIM e información fuera del modelo, pero vinculada al mismo. De esta manera, encontraremos distintos tipos de información:

- **Información gráfica:** la representación en 3D de un elemento;
- **Información no gráfica:** los parámetros, atributos o características que definen el elemento;
- **Información vinculada:** Se trata de información no gráfica materializada mediante enlaces a ficheros y archivos sobre el elemento alojados fuera del modelo.



Figura 7: Ejemplo de los 3 tipos de información para una Patología de Fisura de Muro en un Túnel.

Es importante destacar que la incorporación de datos debe ser progresiva y la justa y necesaria para los usos determinados de cada modelo, evitándose la incorporación de datos excesiva, y así optimizar la usabilidad de dichos modelos.

En el **Anejo 04: Requisitos Mínimos de Información y Sistema de Clasificación** se encuentra la descripción del Detalle Gráfico y de Información No Gráfica para cada uno de los casos contemplados en los contratos de ETS.

08.3 Sistema de Clasificación de Elementos

Los sistemas de clasificación son de gran importancia ya que permiten la ordenación de los datos, convirtiendo una base de datos en una estructurada, optimizando los procesos de consulta y uso de la información.

Un sistema de clasificación es el proceso de clasificación que reciben los elementos al ser estudiados. Para clasificarlos se toman en cuenta criterios de clasificación que son las características tomadas en cuenta a la hora de clasificar.

El Sistema de Clasificación de Elementos sirve para designar unívocamente cada uno de los tipos de elementos que componen los modelos BIM, permitiendo la ordenación y la estructuración jerarquizada de la información contenida en estos

El Sistema de Clasificación de Elementos de ETS aplica a todos los elementos contenidos en los modelos BIM desarrollados en todos sus contratos, y se define con la suficiente diversidad de criterios para que pueda ser utilizado en cada una de las fases por las que pasen sus activos y por la mayoría de los agentes que intervengan en su gestión, de tal manera que cada activo se nombre de la misma manera y así homogeneizar toda la infraestructura de activos propiedad de ETS.

Estos sistemas permiten la estandarización y homogeneización de la información contenida en los modelos BIM, basados en objetos, y permiten un mayor grado de trazabilidad de la información creada en los contratos de ETS.

El sistema de clasificación de elementos a emplear en los contratos de ETS es un conjunto de varios criterios de clasificación:

- Tipología de Actuación (propio de ETS)
- Tipología de Activo (propio de ETS)
- Función (SCFclass)

El Sistema de Clasificación Ferroviario BIM SCFclass del Railway Innovation Hub (RIH) en su última versión, está disponible en:

<https://www.railwayinnovationhub.com/bim/>.

En el **Anejo 04: Requisitos Mínimos de Información y Sistema de Clasificación** se encuentra una explicación detallada de los requerimientos para la clasificación de elementos.

08.4 Organización y Definición de objetos BIM

Los modelos BIM están compuestos por una serie de objetos cuya representación geométrica se realiza en 3D y que, además, llevan una serie de parámetros o atributos que los describen. El alcance de estos dos aspectos viene definido en el **Apartado 08.2: Requisitos Mínimos de Información** para cada tipo de elementos y para cada fase del ciclo de vida en el que se encuentren. Un objeto puede estar formado de varios componentes.

ETS basa su estrategia de organización y definición de objetos BIM en las siguientes directrices generales:

- Homogeneizar la nomenclatura de objetos BIM
- Permitir la trazabilidad de los objetos BIM que componen los modelos a lo largo de todo el ciclo de vida del activo
- Componer el inventariado de activos

La estrategia de organización y definición de objetos BIM de ETS se encuentra detallada en el **Anejo 05: Estrategia de Organización y Definición de Objetos BIM**.

08.5 Formatos de los Archivos

ETS propone la adopción de una estrategia que maximice la implementación y la aplicación de estándares y formatos abiertos, neutrales y no propietarios (en la medida de lo posible) para el intercambio de información, que redundan en beneficio de la eficacia y la eficiencia, evitando la discriminación por razón de elección tecnológica. Los límites de esta estrategia vendrán marcados por la propia limitación actual en el uso de los formatos.

Este enfoque garantiza a ETS la accesibilidad y legibilidad de la información en el tiempo, a fin de que sea empleada durante la etapa de operación y mantenimiento. Se independiza la información del software que la ha generado y se reduce la dependencia de un único proveedor de soluciones tecnológicas.

Sin perjuicio de que ETS se dote de las herramientas que considere más adecuadas para gestionar sus contratos y sus activos, algunos organismos públicos avalan el empleo de formatos abiertos ya que existe evidencia de que facilitan los procesos de intercambio con otros agentes afectados, tales como otros departamentos gubernamentales, ayuntamientos, etc.

Se propone, portanto, el uso de estándares abiertos como IFC, LandXML o DXF como estándares de intercambio, sin que ello signifique que, adicionalmente, ETS no pueda solicitar la entrega de información bajo formatos propietarios. En la práctica, la mayor parte de la información se entregará a ETS bajo formatos abiertos y formatos nativos.

En el **Anejo 06: Formatos de los Archivos** se encuentran detallados los formatos de intercambio y entrega de los modelos BIM y sus derivados.

En el **Anejo 12: IFC** se definen los procesos para facilitar a los proveedores de servicios de ETS cumplir con los requisitos propios del estándar abierto IFC esperados. También se espera que este manual sea de utilidad para el sector.

08.6 Procesos de Producción y Entrega de la Información

ETS busca la alineación hacia un enfoque común de la digitalización en el sector de la construcción, desarrollando y adoptando estándares tanto nacionales como internacionales que hacen de BIM el lenguaje común a través del cual el aumento de la colaboración, la productividad y la eficiencia pueden lograrse.

En este sentido, ETS ha estandarizado una serie de procesos, en los que se definen las tareas, a un nivel general, a acometer por cada uno de los agentes implicados, incluido el propio ETS:

- Proceso de Generación de Modelos
- Proceso de Coordinación de Modelos
- Proceso de Coordinación de Modelos basado en Estándares Open BIM (IFC y BCF)
- Proceso de Gestión de Cambios en el Modelo
- Proceso de Planificación de Obra a través del Modelo
- Proceso de Obtención del Presupuesto a través del Modelo

En el **Anejo 07: Procesos de Producción y Entrega de la Información** se encuentran flujogramas y explicaciones detalladas de cada uno de los procesos mencionados anteriormente.

Cabe destacar que estos procesos no deberán considerarse como procesos puntuales, sino que será un proceso continuado que asegurará la calidad de la información, del diseño o de la obra, y, en definitiva, del activo construido.

Estos procesos descritos aquí a nivel general deberán ser adaptados por los proveedores de ETS en función de sus mejores prácticas y llevados al detalle en el Plan de Ejecución BIM a redactar en cada contrato.

08.7 Coordinación y Control de Calidad BIM

Con el notable incremento en la demanda de BIM como metodología y como entregable en proyectos y obras, realizar un control de calidad de los modelos reduce la desconfianza sobre la propia metodología y garantiza el cumplimiento de los requisitos definidos por el cliente, en este caso ETS, respaldando la usabilidad de la información por todos los agentes intervinientes en todo el ciclo de vida del activo, alcanzando la completa optimización del empleo de esta metodología.

Dicho control de calidad (comúnmente denominado BIM QC/QA) debe garantizar que los modelos cumplen con los requisitos descritos en este Manual BIM y en el Pliego Técnico particular del contrato.

Los procesos de control de calidad sobre los modelos BIM deben ser realizados con una cierta continuidad, y no sólo en fases previas a las entregas. De esta manera, se evitan posibles incertidumbres en fases finales y se garantiza la usabilidad de los modelos y su información durante todo el transcurso del desarrollo del contrato.

ETS propone un proceso de control y aseguramiento de la calidad y auditoría con el que garantiza la calidad de los modelos BIM, asegura el cumplimiento del contrato y respalda la usabilidad de la información disponible para todos los agentes interesados.

El Consultor, a través de este procedimiento de BIM QC/QA, debe garantizar que los modelos BIM alcanzan los requerimientos de información (tanto gráficos como no gráficos), que los modelos BIM están bien contruidos y estructurados de acuerdo a estándares internacionales como IFC, y que los modelos BIM están correctamente georreferenciados y “libres de colisiones” (el entrecomillado hace referencia a que es prácticamente imposible que un modelo esté totalmente libre de colisiones, pero todas aquellas que no se resuelvan, deben ser irrelevantes para el buen desarrollo del proyecto).

En el **Anejo 08: Coordinación y Control y Aseguramiento de la Calidad** se encuentra detallada la estrategia de BIM QC/QA de aplicación en los contratos de ETS.

08.8 Integración con otros Sistemas

La incorporación de información procedente de modelos BIM debe ser compatible con información preexistente, digital o digitalizada, de tal forma que no sea necesario actuar sobre la infraestructura existente.

Si bien se diseña y construye por tramos de una cierta longitud, la gestión de una red ferroviaria incorpora una escala mayor, generalmente relacionada con el mapa.

También es necesario tener en cuenta los diferentes sistemas de localización entre inventarios y modelos BIM. En general, estos primeros se basan en referenciación topológica; mientras que los modelos BIM se generan con posicionamiento geométrico [X, Y, Z].

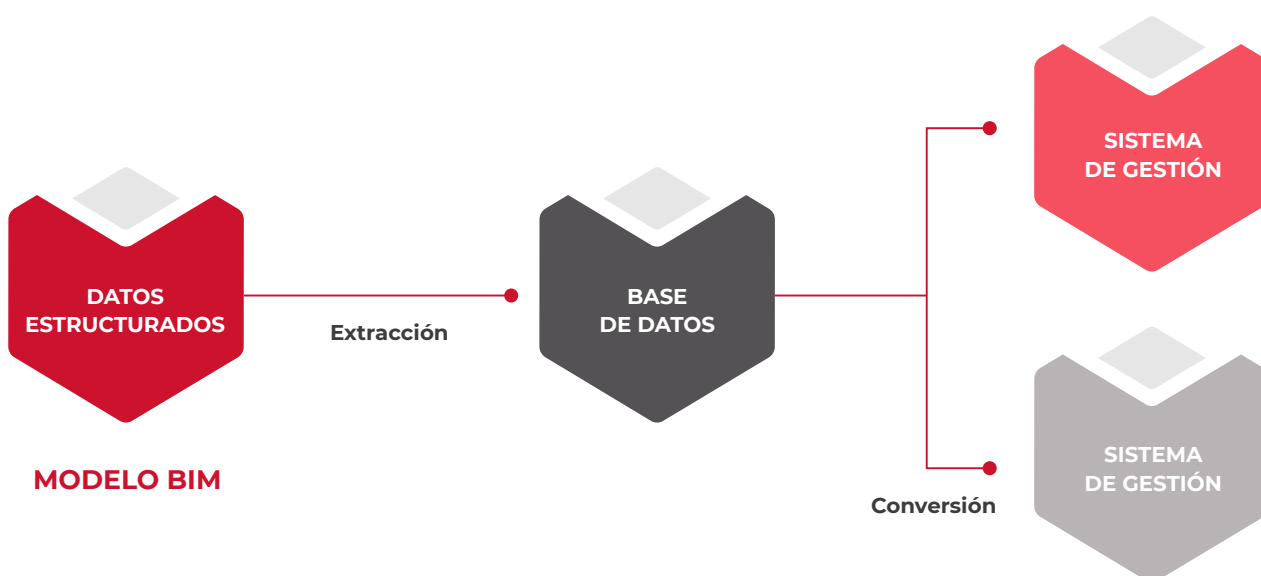


Figura 8: Esquema del Proceso de Integración de Datos de Modelos BIM con otros Sistemas de Gestión.

En el proceso de integración de datos de modelos BIM con otros sistemas de gestión podemos distinguir dos fases:

- **Fase 1:** extracción de los datos del modelo BIM procedente del “As-built” a una base de datos [modelo de mantenimiento];
- **Fase 2:** conversión de los datos del modelo de mantenimiento a datos legibles por los distintos sistemas de mantenimiento. Para ello, los objetos procedentes del modelo deben tener distintas codificaciones en función de los sistemas a los que van a proveer de información.

El éxito de la entrega del activo que ocurre al acabar la fase de construcción y empezar la de mantenimiento, reside en la mitigación del riesgo de **migración de datos**, que, en el caso de no realizarse correctamente, implicará una pérdida de datos y una necesidad de reconstruir la base de datos al inicio de la fase de operaciones y mantenimiento del activo.

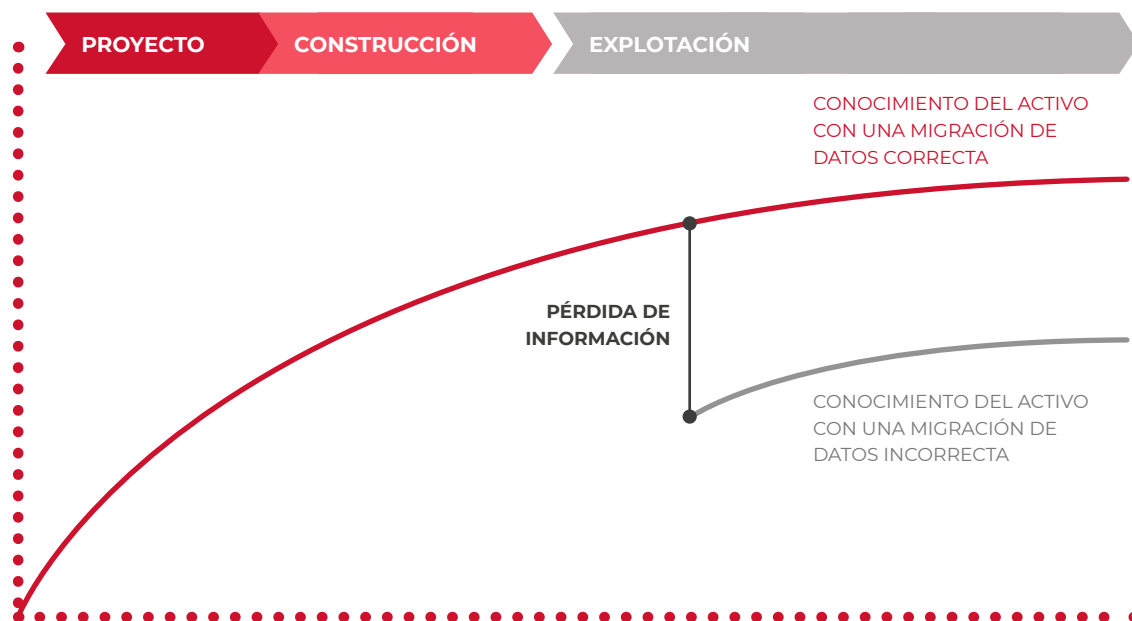


Figura 9: Pérdida de Datos durante el Proceso de Migración de Datos.

Los principales riesgos en este proceso de migración de datos son los siguientes:

- Falta de una correcta estructuración de la información a migrar;
- Falta de una manera accesible para migrar la base de datos;
- Incorrecto mapeado de la información de la base de datos al sistema de gestión.

En el **Anejo 09: Integración con otros Sistemas** se detalla la estrategia a seguir para la integración de los modelos BIM y sus datos con los sistemas de gestión del mantenimiento y sistemas de información geográfica [SIG], en el caso de que estas integraciones sean casos de uso especificados en el Pliego.

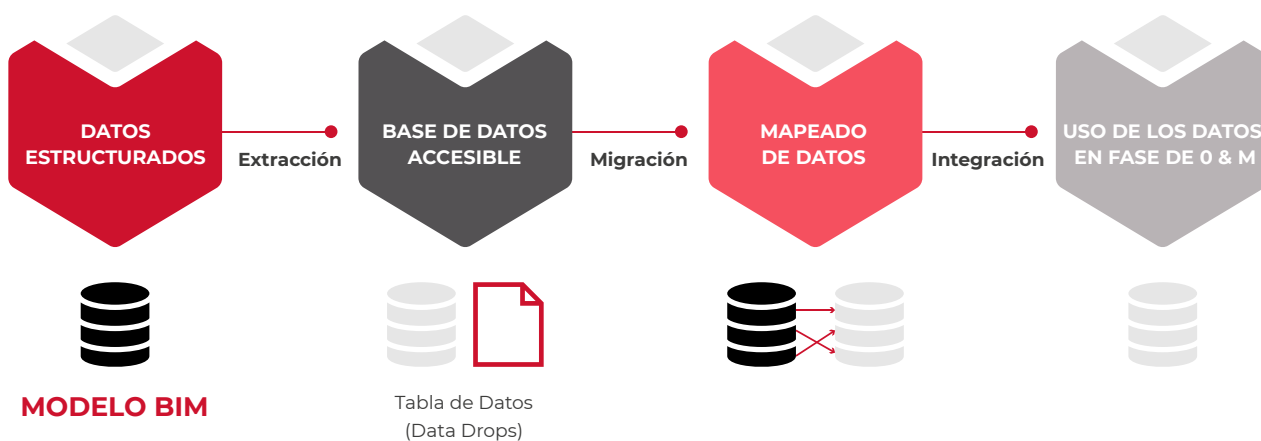


Figura 10: Diagrama para la Migración de Datos.

08.9 El Plan de Ejecución BIM (PEB)

El PEB es el documento en el que se reflejan las estrategias, procesos, recursos, técnicas, herramientas, sistemas, etc. que serán aplicados para asegurar el cumplimiento de los requisitos BIM solicitados por ETS en el contexto de un contrato determinado.

El objetivo del PEB es proveer de un marco de funcionamiento que permitirá a los distintos agentes del contrato desarrollar los procesos BIM, así como las mejores prácticas de una manera eficiente. El PEB determina, para cada fase concreta del ciclo de vida, entre otros, los siguientes aspectos:

- Los roles y responsabilidades de cada agente
- El alcance de la información que tiene que ser compartida
- Los procesos de trabajo necesarios
- El software y hardware necesario

Es recomendable que todos los agentes que intervengan en el contrato puedan participar en la redacción y aprobación del PEB, así como en las sucesivas versiones del mismo que puedan afectar a sus trabajos.

Para cada contrato, esta plantilla de PEB deberá utilizarse por los ofertantes en la elaboración del Plan específico. La plantilla contempla, entre otros, los siguientes contenidos:

- Objetivo y alcance del documento, histórico de revisiones al mismo, proceso de incorporación de cambios y modificaciones al documento;
- Datos e hitos del proyecto, derechos y propiedad, usos de modelos, entregables BIM, organización del modelo, control de calidad de entregables BIM;
- Recursos tanto humanos como materiales necesarios, matriz de responsabilidades, estrategia de formación, de gestión de datos, de gestión documental, de comunicación, de informes;
- Análisis de riesgos y oportunidades derivados de la aplicación BIM en el proyecto según la estrategia propuesta, así como una planificación de respuestas a los mismos;
- Proceso de generación de modelos BIM y derivados, de verificación de entregables BIM, de gestión de cambios al proyecto y al modelo BIM de intercambio de información BIM entre agentes;
- Proceso de entrega a cliente además de tantos procesos como usos hayan sido demandados por ETS y propuestos por los oferentes.

En la elaboración del PEB, se deberá emplear una plantilla estandarizada desarrollada por ETS, que se puede encontrar en el **Apéndice 01: Plantilla PEB del Anejo 02 Entregables BIM**.

09//

¿Dónde?

09.1 El Entorno Común de Datos [CDE]

Los procesos de producción, intercambio y entrega de información se basan en una plataforma tecnológica; el Entorno Común de Datos.

Un Entorno Común de Datos [CDE por sus siglas en inglés] es un sistema de comunicación y gestión documental, entendiéndolo como un sistema que permite la gestión de información digital, la gestión de documentación digital y la gestión de comunicaciones en torno a esa información y a esa documentación.

El CDE define cómo se deben de llevar a cabo los intercambios de información, dónde todos los agentes involucrados colaboran en un entorno común.

Para lograr la colaboración y coordinación en el proyecto, un CDE tiene que ser implementado. Este CDE se basa en torno a los procesos, las personas y la tecnología, estando estos aspectos estructurados, y siendo trazables y auditables.

En el **Anejo 10: El CDE** se encuentra una definición detallada del CDE a emplear en los contratos de ETS.

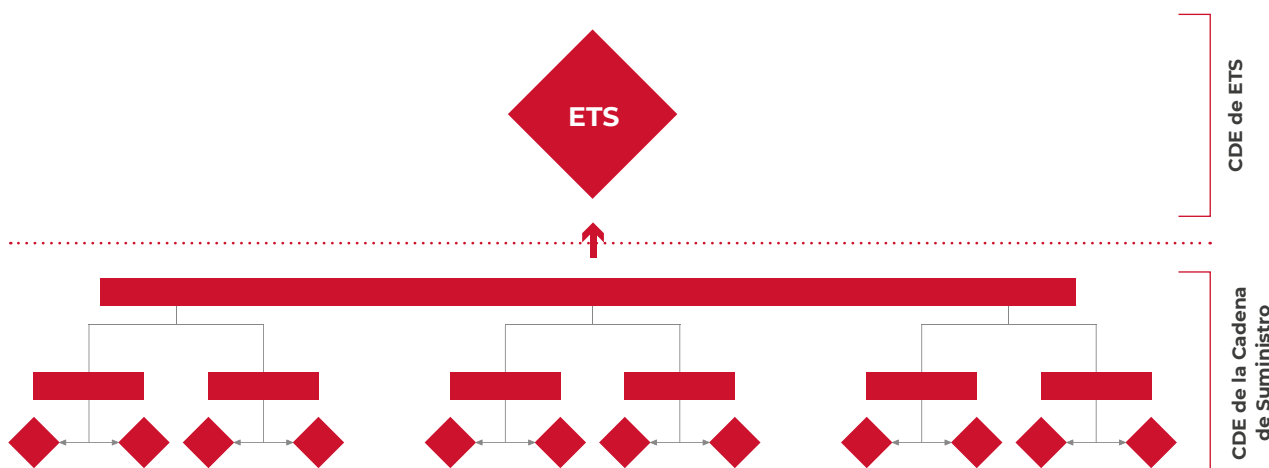


Figura 11: Fundamentos del CDE.

09.1.1 Sistema de Codificación de Archivos

En el desarrollo de su actividad en proyectos y obras, ETS y su cadena de suministro generan un considerable volumen de información. Por lo tanto, es de vital importancia que se establezca una sólida estructura de datos, así como jerarquías de información. Además, la disposición de un CDE y de una serie de procesos definidos para la gestión de la información establecen buenas prácticas y proporcionan a la plataforma maneras eficientes de producir, compartir y entregar información en todas las fases del ciclo de vida de los proyectos.

Estos procesos en el CDE dependen de datos que describen el contenido, origen, ubicación, estado, versión y otra serie de aspectos de los archivos contenidos en el mismo.

Es por ello por lo que el CDE de ETS, como contenedor de información, requiere de un cuidadoso desarrollo de su estructura. En este sentido, los contenedores de información y sus metadatos deberán proporcionar el alcance para identificar, como mínimo: el contrato al que pertenecen, la fase, la empresa originadora de la información, la disciplina que genera el contenido y el tipo de contenido. De esta manera, el CDE será capaz de utilizar la estructura del contenedor y sus metadatos para generar una identificación única para cada uno de los elementos contenidos aquí.

Para lograr esto, todos los archivos cargados en el CDE de ETS deberán seguir una estructura de metadatos específica.

En el **Anejo 11: Sistema de Codificación de Archivos** se incluye esta especificación y los listados predefinidos para los Tipos de Archivos, las Disciplinas, las Fases, la Versión y el Estado.

REFERENCIAS

- **ISO 12006-2:2015** Building construction – Organization of information about construction Works – Part 2: Framework for classification
- **ISO 22274:2013** Systems to manage terminology, knowledge and content – Concept-related aspects for developing and internationalizing classification systems
- **UNE-EN ISO 81346-1:2009** Sistemas industriales, instalaciones y equipos y productos industriales. Principios de estructuración y designación de referencia. Parte 1: Reglas básicas
- **UNE-EN ISO 81346-2:2011** Sistemas industriales, instalaciones y equipos y productos industriales. Principios de estructuración y designación de referencia. Parte 2: Clasificación de objetos y códigos para clases
- **BS 8541-1:2012** Library objects for architecture, engineering and construction. Identification and classification – code of practice
- **UNE-EN ISO 19650-1:2019** Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM [Building Information Modelling]. Gestión de la información al utilizar BIM [Building Information Modelling]. Parte 1: Conceptos y principios. [ISO 19650-1:2018]
- **UNE-EN ISO 19650-2:2019** Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM [Building Information Modelling]. Gestión de la información al utilizar BIM [Building Information Modelling]. Parte 2: Fase de desarrollo de los activos. [ISO 19650-2:2018]
- **PAS 1192-5: 2015** Security-minded BIM, Digital Built Environments and Smart Asset Management
- Cloud Security Principles [NCSC, 2016]
- **BS1192:2007+A2:2016** Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice

Figuras

Figura 1: Esquema de Contenido del Manual BIM de Ets	5
Figura 2: Esquema del Manual BIM de ETS y su Ecosistema de Documentos	8
Figura 3: Esquema de Propósitos de la Implantación BIM en los Contratos de ETS	9
Figura 4: Esquema de Principio Estratégico de Entender BIM más allá del Modelado 3D	10
Figura 5: Esquema de Principio Estratégico 'Open BIM siempre que sea posible'	11
Figura 6: Relación de Objetivos, Usos BIM y Requisitos	14
Figura 7: Ejemplo de los 3 tipos de Información para una Patología de Fisura de Muro en un Túnel	19
Figura 8: Esquema del Proceso de Integración de Datos de Modelos BIM con otros Sistemas de Gestión	20
Figura 9: Pérdida de Datos durante el Proceso de Migración de Datos	21
Figura 10: Diagrama para la Migración de Datos	25
Figura 11: Fundamentos del CDE	26

Tablas

Tabla 1: Relación de Principios Estratégicos, Objetivos y Requisitos	12
Tabla 2: Roles BIM y sus Funciones y Responsabilidades	16

