

Requerimientos de Información para la Gestión de Activos Institucionales con Base en Modelos
BIM y Estándar COBie.

Ángela María Aceros Galvis, Mauricio Echeverría Rodríguez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Director

Jherson Jhadir Bohórquez Castellanos

Magíster en Ingeniería Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2022

Agradecimiento

A lo largo de nuestra carrera, hemos adquirido muchas habilidades y destrezas que creímos no ser capaz de desarrollar, sin embargo, en el transcurso de este proceso descubrimos que cuando te rodeas de un buen equipo siempre se obtendrán los mejores resultados. Por estas razón, dedicamos nuestro trabajo de grado a Dios, por permitirnos culminar está etapa de nuestras vidas, a nuestros padres por brindarnos está maravillosa oportunidad y apoyarnos en nuestro caminar, a nuestro director de proyecto Ingeniero Jherson Bohórquez quien con sus conocimientos y apoyo nos guio de la manera más efectiva para lograr los objetivos planteados, a la Universidad Industrial de Santander, por permitirnos adquirir todos los conocimientos y habilidades que hoy en día nos hacen recibir tan anhelado título. Por último, queremos agradecer a nuestros docentes y compañeros quienes no ayudaron a construir todo lo que hoy sabemos.

Muchas gracias a todos.

Contenido

	Pág.
Introducción	10
1. Objetivos	13
1.1 Objetivo General	13
1.2 Objetivos Específicos.....	13
2. Marco Teorico.....	13
2.1 Gestión de Activos	13
2.1.1 Objetivo de la Gestión de Activos	14
2.2 Metodología BIM.....	14
2.2.1 Concepto	14
2.3 Estándar COBie	15
2.3.1 Requerimientos de Información.....	15
2.3.2 Estructura de Datos COBie.....	16
2.3.3 Hojas de Trabajo Cobie	16
2.4 Modelo As Built.....	17
2.5 AIM: Modelo de Información del Activo	18
2.6 NTC-ISO 19650-1:2021	18
2.6.1 Perspectivas de la Gestión de Información	18
2.6.2 Principios de los Requisitos de Información	19
2.6.3 Jerarquía de Requisitos de Información.....	20

BASE EN MODELOS BIM Y ESTÁNDAR COBIE	4
2.6.4 Requisitos de Información del Activo (AIR).....	21
2.7 NTC-ISO 19650-2:2021	21
2.7.1 Actividades de la Fase de Entrega de los Activos	21
2.8 BIM 7D	22
3. Metodología	23
3.1 Búsqueda de Información	23
3.2 Caso de Estudio.....	25
3.3 Recolección de Información	25
3.4 Modelado BIM.....	26
3.5 Herramienta de Interoperabilidad de Autodesk Revit	27
3.6 Establecimiento de Requisitos de Información Y Guía	27
4. Resultados	28
4.1 Necesidades de la Empresa	28
4.2 Modelo BIM As-Built.....	29
4.3 Requerimientos de Información con Base en el Estándar COBie	30
4.4 Satisfacción de Necesidades	31
4.5 Configuración de la Hoja de Cálculo COBie.....	31
4.6 Aplicación en una Habitación.....	33
4.7 Aplicación en un Piso	35
4.8 Algoritmo Resumen	37
4.9 Modelo BIM 7D.....	40
5. Conclusiones	41
Referencias Bibliográficas	43

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Estructura de información COBie</i>	16
Figura 2. <i>Hojas de Trabajo COBie</i>	17
Figura 3. <i>Perspectivas de Gestión de Información</i>	18
Figura 4. <i>Jerarquía de Requisitos de Información</i>	20
Figura 5. <i>Actividades de la Fase de Entrega de los Activos</i>	21
Figura 6. <i>Publicaciones Relacionadas con el Estándar COBie</i>	24
Figura 7. <i>Publicaciones Relacionadas con Metodología BIM</i>	25
Figura 8. <i>Formato de Investigación de Campo</i>	26
Figura 9. <i>Modelo BIM Federado</i>	27
Figura 10. <i>Arquitectura y Estructura Piso Tipo</i>	29
Figura 11. <i>Sistema de Aire Acondicionado</i>	29
Figura 12. <i>Red Hidráulica, Sanitaria y Contra Incendio Piso Tipo</i>	30
Figura 13. <i>Sistema Eléctrico Piso Tipo</i>	30
Figura 14. <i>Herramienta Autodesk COBie Extension for Revit</i>	32
Figura 15. <i>Tabla de Configuración de Espacios</i>	32
Figura 16. <i>Tabla de Configuración de Atributos</i>	33
Figura 17. <i>Isométrica de Habitación 313</i>	33
Figura 18. <i>Ubicación Espacial de la Habitación 313 en el Edificio</i>	34
Figura 19. <i>Planta del Piso 2</i>	35

Figura 20. <i>Ubicación Espacial del Piso 2 en el Edificio</i>	35
Figura 21. <i>Flujograma Guía del Proceso de Generación de Información COBie</i>	38
Figura 22. <i>Modelos BIM 7D</i>	40

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Hojas de trabajo COBie</i>	16
Tabla 2. <i>Satisfacción de Requerimientos</i>	31
Tabla 3. <i>Inventario de Activos de Habitación 313</i>	34
Tabla 4. <i>Consultorios de Medicina General del Piso 2</i>	36
Tabla 5. <i>Luminarias de los Consultorios de Medicina General</i>	36

Resumen

Título: Requerimientos de Información para la Gestión de Activos Institucionales con Base en Modelos BIM y Estándar COBIE.*

Autores: Ángela María Aceros Galvis, Mauricio Echeverría Rodríguez**

Palabras Clave: COBie, Gestión de activos, Modelo BIM, Activo.

Descripción

Las nuevas tendencias en métodos de administración y la necesidad de optimizar procesos de toma de decisiones a la hora de administrar un activo han llevado a la industria de la construcción y de la ingeniería a buscar herramientas que satisfagan estas necesidades, por lo cual esta investigación busca establecer qué requisitos de información son necesarios para la gestión de edificaciones, tomando como objetivo principal, establecer dichos requisitos usando herramientas como modelos BIM 7D y formatos de intercambio de información como el estándar COBie. Para cumplir con el objetivo se realizó una investigación teórica y se realizó un caso de estudio de con el fin de tener un ejercicio de aplicación de lo investigado. Además, se realizaron una entrevista y una visita de campo para recolectar información, se generó un modelo BIM y se generaron las hojas de cálculo COBie para el caso de estudio. Así, se obtuvieron como resultados: el establecimiento de las necesidades de la empresa, los requerimientos mínimos exigidos por el estándar, un modelo BIM 7D del activo institucional, y se plateó un algoritmo para gestionar los activos con base en las tecnologías y COBie como herramienta de toma de decisiones. Finalmente, se concluye que la satisfacción de necesidades se encuentra limitada por el nivel detalle de la información contenida en el modelo BIM 7D, la importancia de gestionar y organizar la información, con base en los requerimientos de aplicación del estándar COBie al realizar el modelado, y resalta la importancia de los modelos BIM 7D como herramienta de centralización de información para la gestión de los activos. Por último, se recomienda que se profundice en temas como el uso de modelos BIM para la estimación de costos de actividades de operación y mantenimiento, costos de cambio de distribución y generación de manuales operativos.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director: Jherson Jhadir Bohórquez Castellanos, Magíster en Ingeniería Civil

Abstract

Title: Information Requirements for Institutional Asset Management Based on BIM Models and COBIE Standard.*

Authors: Ángela María Aceros Galvis, Mauricio Echeverría Rodríguez**

Key Words: COBie, Asset Management, BIM Model, Asset

Description

New trends in management methods and the need to optimize time in decision-making process when managing an asset have led the construction and engineering industry to look for tools to fulfill these needs which is why this research aim to establish what information requirements are necessary for the management of buildings. The main objective is to establish these requirements using tools such as 7D BIM models and information exchange formats such as the COBie standard. To meet the objective, a theoretical investigation was carried out in conjunction with a case study to have an applied exercise. Additionally, an interview and a field visit were done to collect information as basis of a 7D BIM model to generate COBie spreadsheets for the case study. Thus, the following results were obtained: the establishment of the needs of the company, the minimum requirements demanded by the standard, a BIM 7D model of the institutional asset, and an algorithm to manage the assets based on BIM technologies and COBie standard as a decision-making tool. Finally, it is concluded that the satisfaction of needs is limited by the level of detail of the information contained in the BIM 7D model, the importance of managing and organizing the information, based on the application requirements of the COBie standard when modeling, and highlights the importance of 7D BIM models as a tool for centralizing information for asset management. Lastly, it is recommended to delve into topics such as the use of BIM models to estimate the costs of operation and maintenance activities, cost of changes in building spaces distribution and the production of operating manuals.

* Degree work

** Faculty of Physicomechanical Engineering, School of Civil Engineering. Director: Jherson Jhadir Bohórquez Castellanos, Master in Civil Engineering

Introducción

La carrera internacional de los ingenieros de distintos países por adaptarse a las nuevas tendencias en administración ha suscitado un cambio en las raíces tradicionales y conservadoras de la industria de nuestro país, que ha aumentado progresivamente la necesidad de aumentar la productividad de esta a través del uso de tecnologías en un marco de transformación digital que le permita a la industria estar a la vanguardia.

La aplicación de Building Information Modeling (BIM) en proyectos de construcción está en auge y en continuo crecimiento en la industria, en el marco de la estrategia nacional BIM 2020-2026 para aumentar la productividad del sector de la construcción (Presidencia de la República, 2021). Los esfuerzos iniciales de la aplicación de la estrategia han estado enfocados a que las empresas implementen los usos básicos del BIM como lo son: autoría de diseño, revisión de diseño, coordinación 3D, estimación de costos y planificación de fases (CAMACOL, 2020). Sin embargo, hay otros usos que pueden potencializar las actividades productivas de algunas empresas dedicadas a la gestión de activos.

En la industria nacional se tiene poca práctica en la integración del BIM en los procesos de gestión de activos, ya que la estrategia se ha centrado inicialmente en la fase de diseño, se está explorando en la fase de construcción y a mediano plazo está contemplada la fase de operación y mantenimiento. Debido a esa poca práctica, no solo se pierde la información que no se incorpora en los modelos por trabajarlos en menor nivel de desarrollo, sino que se termina perdiendo toda la información generada en la “coordinación digital”, ya que los “modelos BIM” se transforman en un entregable más y no se aprovecha su completa utilidad (CAMACOL, 2020).

Sin embargo, la implementación de BIM puede impactar positivamente en los procesos de toma de decisiones en torno a la operación y mantenimiento de edificaciones al integrarse con formatos de datos como los definidos por COBie - Construction Operations Building Information Exchange (Distritobim, 2021), formato que ayuda a estructurar, almacenar y compartir información de las edificaciones a través de diferentes fases de su ciclo de vida. De esta forma, se tiene información 3D y tabular disponible para la operación y el mantenimiento de los activos (Bohorquez, Porras, Sánchez, & Mariño, 2018).

En base a esta necesidad se desarrolla esta investigación, que se dirige no solamente a estudiantes interesados en el tema sino también, a cualquier profesional que quiera implementar prácticas productivas para la gestión de activos de construcción, realizando una investigación documental, en la base de datos ScienceDirect, y de campo, produciendo un modelo BIM As-Built del caso de estudio mediante el software Autodesk Revit (Software Revit, 2003) y generando las hojas de cálculo COBie con la herramienta COBie Extension (Interoperability, sf). La anterior metodología dio como resultados los requerimientos mínimos de información, tanto de quienes quieren suplir necesidades en las actividades de operación y mantenimiento como del estándar COBie, un modelo BIM 7D (Biblus, sf) y un algoritmo que sirve como herramienta de toma de decisiones en la introducción al uso de BIM y COBie. Al final de esta investigación se concluye que el detallado de información depende principalmente de los objetivos y alcances de los administradores y deben tener en cuenta que esto influye en el nivel de satisfacción de necesidades, la importancia de la organización de la información a la hora de generar modelos BIM y la importancia de los modelos BIM 7D. Se recomienda indagar más en el uso de esta herramienta para la generación de costos en las diferentes actividades del facility management o en la generación de manuales de operación y mantenimiento.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Establecer los requerimientos de información para la gestión de activos institucionales con base en modelos BIM y su integración con formatos de intercambio de información COBie.

1.2 Objetivos Específicos

Recopilar requerimientos de información para la operación y mantenimiento de edificaciones institucionales con base en las necesidades de una empresa local dedicada a la gestión de activos.

Realizar el modelo BIM de una edificación institucional y producir la información requerida por la empresa en base a formato COBie, como caso de estudio.

Generar una guía para recopilación e intercambio de información para la fase de operación y mantenimiento con base en modelos BIM y en formato COBie bajo los requerimientos de la información recopilada.

2. Marco Teórico

2.1 Gestión de Activos

La gestión de activos es un proceso estratégico y sistemáticos de operación, mantenimiento (Al-Kasasbeh & Abudayyeh, 2021), monitoreo de condiciones, recopilación de datos, análisis y toma de decisiones de activos físicos a lo largo de su ciclo de vida (Asghari & Hsu, 2021). Vinculado a modelos As-Built, que puede ser uno o varios modelos BIM, los cuales contienen información de la construcción física, de los sistemas, el entorno circundante y los equipo que

ayudan a adquirir un mejor conocimiento de los activos lo que genera mejores decisiones operativas (Soto & et.al., 2019).

2.1.1 Objetivo de la Gestión de Activos

El objetivo principal de la gestión de activos es garantizar la seguridad de los usuarios mediante acciones de mantenimiento y reparación que incluyen acciones a corto plazo para restaurar el rendimiento de un activo lo mejor posible (Izaddoost, Naderpajouh, & Heravi, 2021).

Para lograr este objetivo, existen 3 tipos de acciones que pueden aplicarse. Una de estas acciones es la rehabilitación y remodelación, son acciones que tienen como objetivo mejorar el rendimiento del activo para extender su vida útil. Otra acción, que se puede aplicar, es la retroadaptación que consiste en un cambio de elementos de tipo tecnológico y modificaciones en las especificaciones técnicas del diseño inicial del activo. Por último, existen las acciones de reemplazo o reconstrucción, que tiene como objetivo satisfacer demandas nuevas a través de acciones de reconstrucción total o parcial cuando no se pueden aplicar procesos de rehabilitación (Izaddoost, Naderpajouh, & Heravi, 2021).

2.2 Metodología BIM

2.2.1 Concepto

BIM es el conjunto de metodologías, tecnologías y estándares (Soto & et.al., 2019) que permiten la generación de un modelo centralizado de información organizada y actualizada (Sampaio, 2021) el cual es la representación digital de las características físicas y funcionales de una edificación (Maia, Mêda, & Freitas, 2015).

Permite diseñar, construir y operar (Soto & et.al., 2019) una edificación brindando una base confiable de información para la toma de decisiones durante todo el ciclo de vida del proyecto (Maia, Mêda, & Freitas, 2015) dando soporte al desarrollo de este (Sampaio, 2021).

De igual forma, fomenta el trabajo colaborativo en un ambiente virtual (Soto & et.al., 2019), lo que genera la necesidad de recursos de conocimientos compartidos (Maia, Mêda, & Freitas, 2015) y el involucramiento de manera simultánea las diferentes áreas de especialización: arquitectura, estructuras, servicios, planificación y control de la construcción, actividades de mantenimiento y gestión (Sampaio, 2021).

2.3 Estándar COBie

También conocido como Construction Operations Building Information Exchange (Cardenas & Cuadros, 2021), es un formato estándar para intercambio de información sobre la gestión de activos (Idesie, sf), la cual se produce en la transición que ocurre entre la finalización de construcción de un edificio y su fase de operación y mantenimiento. Tiene una organización racional específica la cual indica los distintos elementos a los que se le puede aplicar la gestión de activos (Distritobim, 2021).

2.3.1 Requerimientos de Información

En el estándar COBie las necesidades de información mínimas son los inventarios de activos, los requisitos de desempeño ambiental, las métricas de desempeño y planes de mantenimiento; tomando como definición de activo a aquel activo individual (equipos) o que hace parte de un grupo de activos formado por productos o colecciones de productos y sus tareas (espacios) (East, 2007).

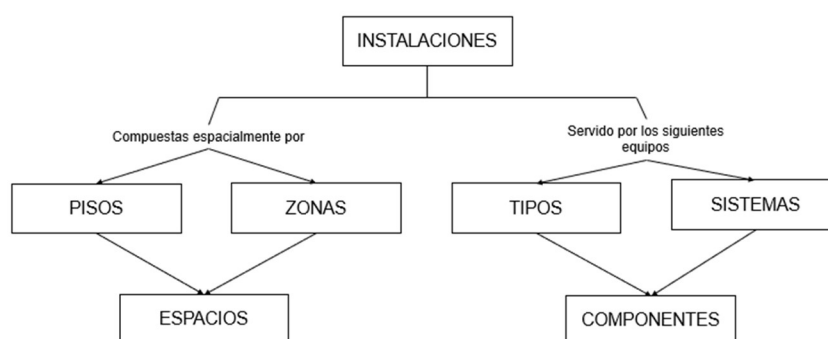
Debido a que no se incluye información geométrica del edificio, los diseñadores deben proporcionar las ubicaciones de espacios y equipos, los constructores proporcionan información del fabricante y datos del producto y los instaladores proporcionan información sobre las garantías, piezas e información de mantenimiento (Distritobim, 2021).

2.3.2 Estructura de Datos COBie

El estándar COBie se caracteriza por su especial organización de información, en la figura 1 se puede ver el modelo de datos COBie de alto nivel, mostrando sus diferentes relaciones y donde se puede identificar que la unidad mínima de información son los componentes. La figura 1 está basada en esquemas encontrados en el blog “¿Qué es COBie? ¡No es un Excel!” (Idesie, sf).

Figura 1.

Estructura de información COBie.



2.3.3 Hojas de Trabajo Cobie

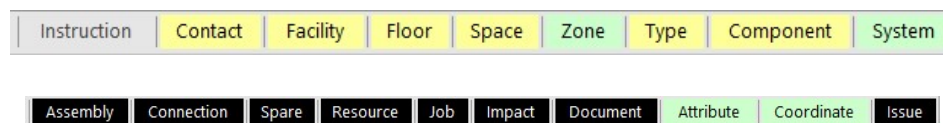
La hoja de cálculo COBie se encuentra dividida en diferentes hojas de trabajo, divididas por la clase de información que puedan contener, teniendo como aspecto principal los diferentes niveles de información establecidos por el estándar. La descripción fue tomada de la hoja de instrucciones de COBie y foros explicativos online (YouTube, sf).

Tabla 1.

Hojas de trabajo COBie

Hoja	Contenido
CONTACT (CONTACTO)	Personas y compañías involucradas en el proyecto
FACILITY (INSTALACIONES)	Información del proyecto, sitio e instalaciones
FLOOR (PISO)	Niveles verticales y áreas exteriores

Hoja	Contenido
SPACE (ESPACIO)	Espacios o habitaciones
ZONE (ZONA)	Conjunto de espacios que comparten un atributo específico
TYPE (TIPO)	Tipos de equipos, productos y materiales
COMPONENT (COMPONENTE)	Elementos programados con un nombre individual
ASSEMBLY (MONTAJE)	Componentes que tienen componentes que los constituyen
SYSTEM (SISTEMA)	Conjunto de componentes que proporcionan un servicio
SPARE (REPUESTO)	En sitio y repuestos
RESOURCE (RECUERSOS)	Información sobre los materiales, herramientas y capacitaciones necesarios
JOB (TRABAJO/TAREA)	Información sobre el gerente del proyecto (PM), seguridad y otros planes de trabajo
DOCUMENT (DOCUMENTO)	Toda información aplicable a documentos de referencia
ATTRIBUTE (ATRIBUTO)	Conjunto de propiedades del elemento al que se hace referencia
CONNECTION (CONEXIÓN)	Conexiones lógicas entre componentes
COORDINATE (COORDENADA)	Información sobre la ubicación espacial en formato de cuadro, línea o punto
ISSUE (ENTREGA)	Información sobre problemas de traspaso de información requerida

Figura 2.*Hojas de Trabajo COBie***2.4 Modelo As Built**

Un modelo As Built es un proceso de modelación BIM que representa de manera exacta las condiciones físicas reales de todos los elementos que conforman una edificación (BIM, sf) al

finalizar su construcción. Las entidades contienen información de números de serie, garantías, historial de mantenimiento, etc. (Soto & et.al., 2019).

2.5 AIM: Modelo de Información del Activo

El AIM o Modelo de Información del Activo, es un modelo de información de una edificación que tiene como objetivo ser una herramienta para gestionar el activo a corto o largo plazo, establecer un programa de mantenimiento o analizar costos de modificaciones (BIM, sf).

2.6 NTC-ISO 19650-1:2021

2.6.1 Perspectivas de la Gestión de Información

Durante el proceso de gestión de información existen 4 perspectivas básicas que se deben tenerse en cuenta para definir que tipos de entregables se deben pedir en cada fase. Se debe tener en cuenta que dependiendo de la naturaleza del proyecto se pueden tener en cuenta otras perspectivas. La figura 3 está basado en esquemas encontrados en la NTC-ISO 19650-1:2021 (ICONTEC, 2021) y fue creado con ayuda de la herramienta XMind (XMind, sf).

Figura 3.

Perspectivas de Gestión de Información



Nota: Elaboración propia basada en Tabla 1 de la NTC-ISO 19650-1:2021

2.6.2 Principios de los Requisitos de Información

Uno de los principales principios para la determinar los requisitos de información son los propósitos de la parte que designa, los cuales pueden ser:

- Tener un registro de activos para permitir futuras auditorias e informes precisos; el espacio y activos físicos y sus agrupaciones deberían estar incluidos.
- Especificar la información requerida para la preservación de la seguridad y salud de los usuarios del activo.
- Tener información que sea de soporte para la gestión de riesgos a los que el activo puede estar expuestos como, desastres naturales, fenómenos meteorológicos extremos o incendios.
- Soporte para la revisión continua del modelo de negocio y operación del activo, teniendo un desarrollo continuo con respecto a impactos y aspectos beneficiosos del activo.
- Proporcionar documentación sobre la capacidad y el uso real del activo para respaldar comparaciones.
- Requerir o suprimir información que soporte la gestión de la vigilancia y seguridad.
- En caso de renovación de espacios o de todo el activo, estas actividades deben estar respaldadas por información sobre capacidad, área, volumen, ocupación, condiciones ambientales y carga estructural.
- Tener información relacionada con la calidad, costo, programación, emisiones de carbono, la energía, los residuos, el consumo de agua u otros efectos ambientales.
- Tener información necesaria para estimar los costos de operativos, en la operación normal del activo.

- Tener información sobre las tareas de mantenimiento recomendadas, incluido el plan de mantenimiento preventivo programado, con el fin de planificar y estimar costos de mantenimiento.

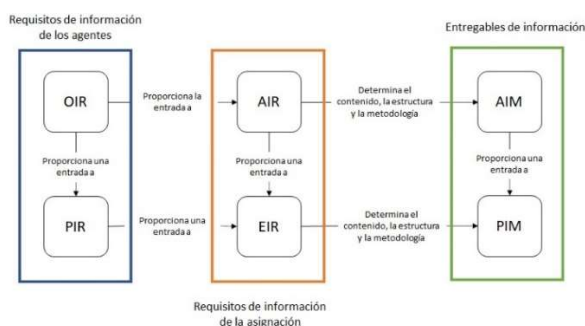
2.6.3 Jerarquía de Requisitos de Información

En el proceso de intercambio de información existen 3 fases relacionadas entre sí. Inicialmente, los primeros requisitos de información son los solicitados por la parte que designa, es decir, las necesidades que se quieren satisfacer con la metodología BIM.

Empezado el desarrollo del proyecto, son importantes los requerimientos que los diferentes equipos de trabajo necesitan para el intercambio de información. Finalmente, en una fase terminal, es importante los requisitos de entrega. La figura 4 está basada en esquemas encontrados en la NTC-ISO 19650-1:2021.

Figura 4.

Jerarquía de Requisitos de Información



Nota: Elaboración propia basa en la Figura 2 de la NTC ISO 19650-1:2021

Leyenda

OIR: Requisitos de información de la organización

PIR: Requisitos de información del proyecto

AIR: Requisitos de información del activo

Nota: Elaboración propia en base a Figura 3 de NTC-ISO 19650-2:2021

Leyenda

1. Evaluación de necesidades
2. Invitación a ofertar
3. Presentación de ofertas
4. Asignación
5. Movilización
6. Producción colaborativa
7. Movilización

○ Inicio

● Fin

- A. Modelado de información enriquecido por los equipos de entregas de cada asignación.
- B. Actividades realizadas por proyecto.
- C. Actividades realizadas por cada asignación
- D. Actividades realizadas durante la etapa de selección.
- E. Actividades realizadas durante la etapa de planificación de la información.
- F. Actividades realizadas durante la etapa de producción de la información.

2.8 BIM 7D

BIM 7D es el proceso de gestión del patrimonio inmobiliario existente (Biblus, sf), el ciclo de vida de un proyecto y sus servicios asociados. Se basa en la recopilación, conservación, generación, actualización y flujo de información sobre la historia de la edificación, dando control logístico y operacional durante su uso y manutención de su vida útil (Teamnet, sf).

El objetivo principal del BIM 7D es la gestión y mantenimiento de las edificaciones existentes a través de acciones que garanticen la calidad de los servicios y la seguridad de los usuarios y trabajadores (Teamnet, sf) y optimicen procesos como inspecciones, reparaciones y mantenimientos usando modelos 3D con datos de información integrada y sistemas de interoperabilidad (Biblus, sf).

3. Metodología

3.1 Búsqueda de Información

Para la búsqueda de información relacionada, con el tema tratado en el presente documento, se usaron las diferentes herramientas que la Universidad Industrial de Santander ofrece por su confiabilidad, veracidad y su contenido amplio y variado. La investigación recopiló información por medio de la base de datos (ScienceDirect.com, sf), la cual tiene acceso a múltiples revistas especializadas en diferentes temas.

El protocolo de búsqueda se centró en diferentes palabras clave en el idioma inglés con las siguientes ecuaciones de búsqueda (*Title,abstract,keywords BUILDING AND FACILITY MANAGEMENT*) arrojando 20612 publicaciones, (*Title,abstract,keywords: ASSET MANAGEMENT*) obteniendo 22548 resultados, (*Title,abstract,keywords BIM METHODOLOGY*) logrando 2658 publicaciones, (*Title,abstract,keywords COBie*) alcanzando 149 resultados; a todas las búsquedas se les aplicó un filtro para sintetizar la información relacionada con el área de ingeniería. Mostrando que entre más específico fuera el termino, menor información podía obtenerse, lo cual, limito la investigación teórica a un marco general.

Realizando un análisis cronológico sobre las publicaciones relacionadas con el estándar COBie, se puede ver que, a partir del 2019, la producción literaria ha ido en aumento, lo que se

verifica en las publicaciones del 2022 que son iguales a las del 2018 y en aumento, como se ve en la figura 6.

Figura 6.

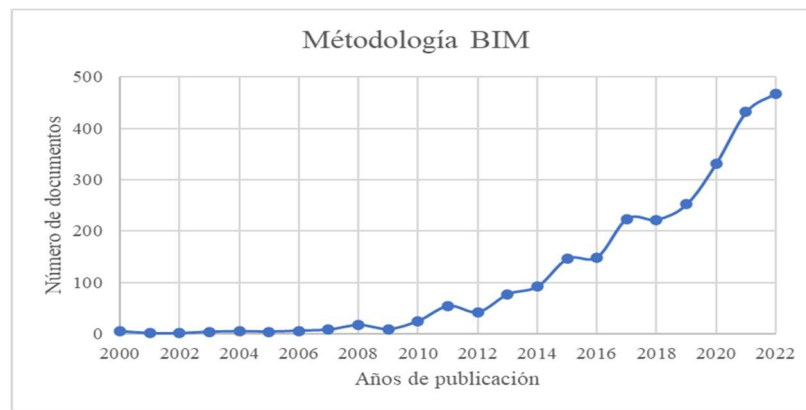
Publicaciones Relacionadas con el Estándar COBie.



Con respecto al tema de la metodología BIM, se concluye que es un tema con más años dentro del interés investigativo que, de igual forma, como con COBie, tuvo un crecimiento en su producción documental, con un comportamiento exponencial, a partir del año 2010. Se evidencia que, de esta temática, ha habido mayor dinámica investigativa en los últimos años como se muestra en la figura 7.

Figura 7.

Publicaciones Relacionadas con Metodología BIM



3.2 Caso de Estudio

Como objeto de estudio se eligió una edificación de 10 pisos ubicada sobre la carrera 34 entre calles 43 y 44 en la ciudad de Bucaramanga, el cual es administrado por una constructora MiPyme que lleva constituida hace más de 7 años y reúne más de 50 años de experiencia de sus socios en las áreas de planeación y ejecución de proyectos de construcción. Cuenta con 1 sótano, primer piso conformado por un lobby y a partir del segundo piso se encuentran los consultorios.

La principal razón por la cual se escoge este caso de estudio es que, la empresa constructora se ha encargado de la administración del edificio como activo, lo cual nos permite tener información real de los diferentes cambios que ha sufrido la edificación arquitectónicamente y del funcionamiento de los diferentes sistemas hidráulico, sanitario, eléctrico, etc.

3.3 Recolección de Información

En la fase de recolección de información, se tenía como objetivo determinar los requerimientos de información de la empresa y los datos necesarios para la generación del modelo BIM As-Built. Para cumplir estos objetivos, se realizó una entrevista con personal de la empresa para establecer las diferentes necesidades a satisfacer, dando solución a una serie de preguntas

planteadas en un formato realizado únicamente para esta actividad. Además, se realizó una visita de obra a la edificación para conocer detalles de distribución arquitectónica y adquirí conocimiento sobre el funcionamiento y distribución de los sistemas a operar.

Figura 8.

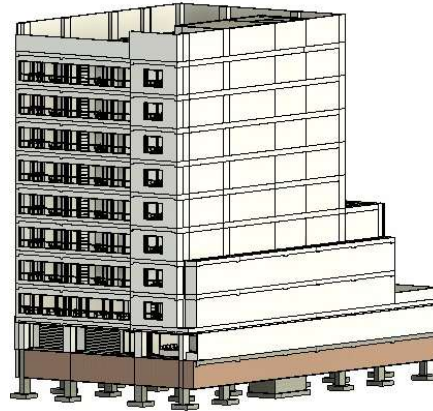
Formato de Investigación de Campo

Empresa X Entrevista 0#		
Análisis del proceso de administración de la información para gestión del activo		
Datos de los interesados		Código
Nombre:		
Cargo:		
Nivel Organizacional:		
Perspectiva actual del modelo administrativo de la información		
A cerca de	Observaciones	Inconvenientes
Modelo As Built		
Control cambios sobre edificio		
Como se gestiona el activo		
Manejo de Inventario		
Toma de decisiones		
Notas claves:		
		

Formato I-Investigación de campo Entrevisto: AA&ME

3.4 Modelado BIM

Basados en los planos arquitectónicos y de los distintos sistemas, se inicia la modelación en el software Autodesk Revit (Software Revit, 2003). Iniciando con el modelado de la estructura; posteriormente, la arquitectura con todos sus componentes; finalmente se modeló cada una de las distintas redes, en nuestro caso de estudio eran: red contraincendios, red de aire acondicionado y red eléctrica.

Figura 9.*Modelo BIM Federado*

Nota: Elaboración propia en el software Autodesk Revit 2023

3.5 Herramienta de Interoperabilidad de Autodesk Revit

COBie Extension es el plug-in de COBie para Revit, el cual tiene una interfaz intuitiva, en este se encuentran los aspectos generales a configurar de lo asociado a las tablas COBie (Interoperability, sf). En primer lugar, encontramos la “Configuración del Proyecto” donde se encuentra todo lo relacionado a espacios, tipos, componentes. Posteriormente se encuentran los datos de terceros que intervinieron directa o indirectamente en las fases de diseño y construcción. Para finalizar se encuentra la configuración y asignación del uso de las distintas zonas.

3.6 Establecimiento de Requisitos de Información Y Guía

Teniendo en cuenta las necesidades identificadas de la empresa y la investigación teórica, se establecieron una serie de requisitos mínimos de información para satisfacer las necesidades de los procesos de administración. Se genera un flujograma como guía gráfica para mayor comprensión del proceso realizado y futuras aplicaciones.

4. Resultados

4.1 Necesidades de la Empresa

1. Mantener actualizado un modelo As Built, basado en información planimétrica, del edificio para tener una idea espacial de la ubicación de los componentes, aparatos o dispositivos instalados de cada uno de los espacios para saber dónde hacer cajas de inspección o ubicarlas para mantenimientos.

2. Actualización de los diferentes cambios de distribución de espacios que se han llevado a cabo a lo largo de la vida útil del edificio.

3. Tener un inventario de dispositivos y componentes de las redes de la edificación por habitación o consultorio y por piso.

4. Almacenar en una base de datos el(los) contacto(s) de los contratistas que participaron en la construcción de los distintos sistemas/redes de la edificación.

5. Almacenar en una base de datos los contactos de los proveedores de los equipos eléctricos, electrónicos, de automatización, de detección y luminarias.

6. Tener un manual de operación del edificio donde se tenga certeza de cómo hacer los mantenimientos y cada cuanto, con ayuda de las vistas 3D de los espacios/zonas/habitaciones.

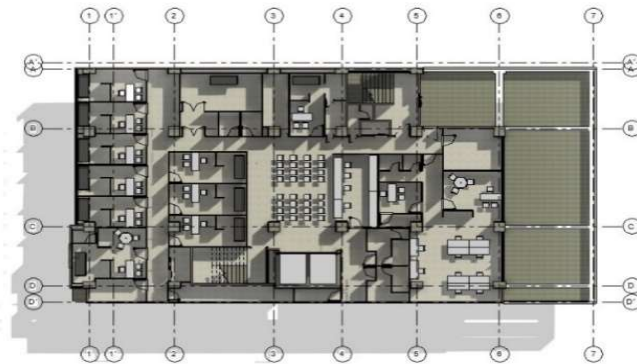
7. Desde un modelo 3D cuantificar cantidades y costos de los mantenimientos o cambios de espacios durante la operación del edificio o costos de reemplazo de aparatos, dispositivos o luminarias cuando cumplan su vida útil.

4.2 Modelo BIM As-Built

En el siguiente apartado se mostrarán los resultados del proceso de modelado por cada una de las disciplinas presentes en el activo del caso de estudio como son arquitectura, estructura, sistemas de red contra incendio, aire acondicionado y eléctrica.

Figura 10.

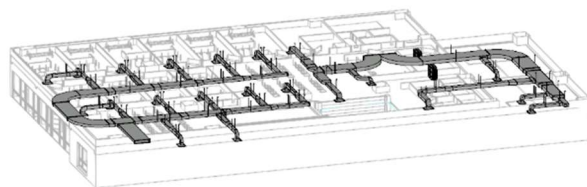
Arquitectura y Estructura Piso Tipo



Nota: Elaboración propia en el software Autodesk Revit 2023

Figura 11.

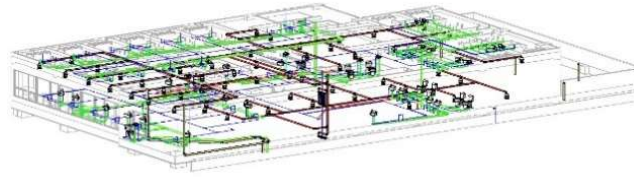
Sistema de Aire Acondicionado



Nota: Elaboración propia en el software Autodesk Revit 2023

Figura 12.

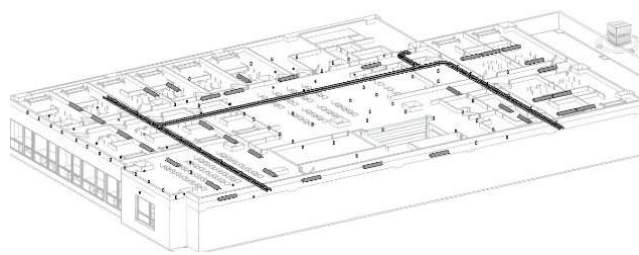
Red Hidráulica, Sanitaria y Contra Incendio Piso Tipo



Nota: Elaboración propia en el software Autodesk Revit 2023

Figura 13.

Sistema Eléctrico Piso Tipo



Nota: Elaboración propia en el software Autodesk Revit 2023

4.3 Requerimientos de Información con Base en el Estándar COBie

1. Fijar el alcance y los objetivos de la parte que designa (propietario o empresa) para poder definir el nivel de detalle que se necesita.
2. Tener información planimétrica de la edificación en aspectos arquitectónicos, estructurales y de sistemas.
3. Mantener un inventario de equipos u objetos a los cuales se les puede monitorear la vida útil y sus respectivas garantías como son: mueblería, muros, iluminación y accesorios HVAC (sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado).

4. Almacenar en una base de datos información de los involucrados en el diseño y construcción para tener una noción del funcionamiento interno de las diferentes redes y equipos que componen los sistemas en el activo.

5. Almacenar en una base de datos información sobre los proveedores, modelos alternativos, precios, contactos y demás que me garanticen una facilidad a la hora de realizar cambios o reparaciones en los diferentes activos de la edificación.

6. Tener lista de especificaciones de equipos, garantías, hojas de datos de productos, programas de mantenimiento y vida útil.

4.4 Satisfacción de Necesidades

Tabla 2.

Satisfacción de Requerimientos

Requerimientos de la Empresa	¿Cómo Satisfacerlo?
Información espacial	Modelo BIM y Hoja de Trabajo COBie
Actualización de distribución de espacios	Realizando modificaciones al modelo BIM
Inventario de dispositivos y componentes	Aplicando filtros en las diferentes hojas de trabajo COBie
Información de los contratistas y proveedores	Revisión y/o actualización de la hoja de trabajo COBie Contact
Costos de actividades operación y mantenimiento	Uso de hoja de cálculo COBie como herramienta de organización y base de datos
Manual de operación del activo	Uso de hoja de cálculo como base de datos

4.5 Configuración de la Hoja de Cálculo COBie

Se presenta una breve configuración de los parámetros de mayor relevancia al momento de configurar la exportación de las tablas COBie en el modelo del caso de estudio.

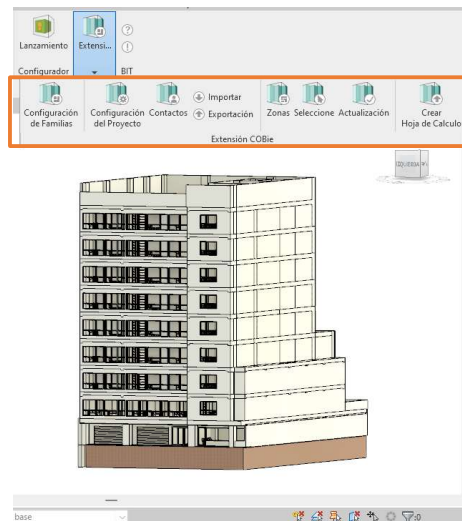
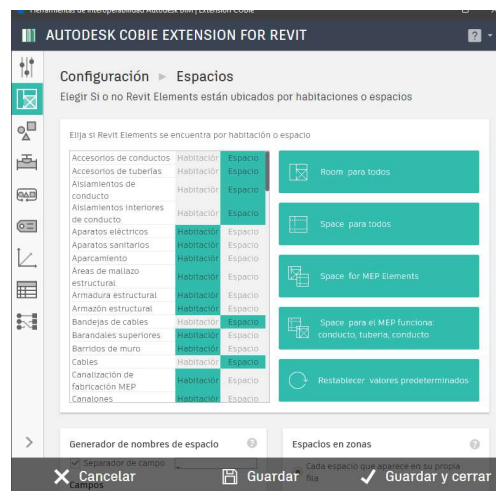
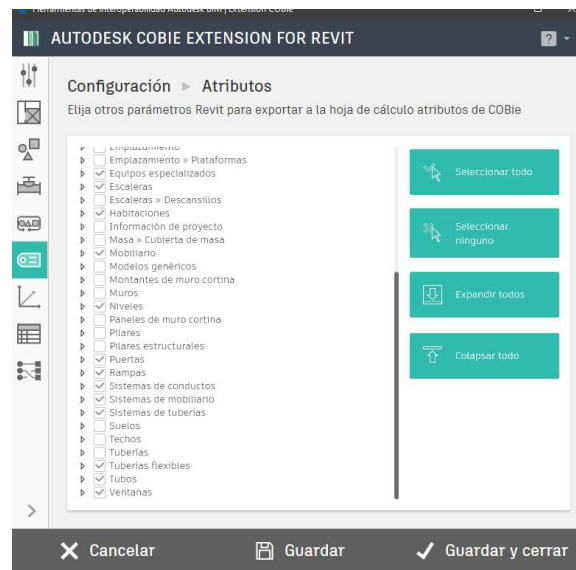
Figura 14.*Herramienta Autodesk COBie Extension for Revit**Nota:* Elaboración propia en el software Autodesk Revit 2023**Figura 15.***Tabla de Configuración de Espacios**Nota:* Autodesk COBie Extension for Revit

Figura 16.*Tabla de Configuración de Atributos**Nota:* Autodesk COBie Extension for Revit

4.6 Aplicación en una Habitación

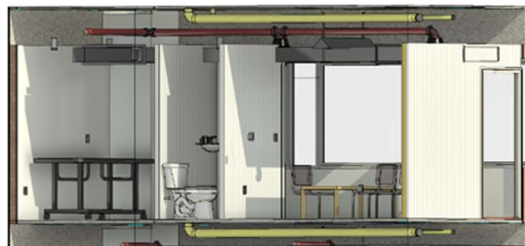
Figura 17.*Isométrica de Habitación 313**Nota:* Elaboración propia en el software Autodesk Revit 2023

Figura 18.*Ubicación Espacial de la Habitación 313 en el Edificio**Nota:* Elaboración propia en el software Autodesk Revit 2023

Uno de los usos que se le puede dar a las hojas de trabajo COBie es como generador de inventarios de las diferentes habitaciones en la edificación, como se puede observar en la tabla 3. Para obtener dicho inventario se aplica un filtro en la hoja de trabajo “Component” en el atributo “Space”, especificando la habitación 313.

Tabla 3.*Inventario de Activos de Habitación 313*

NAME	SPACE	DESCRIPTION
Puertas_113	Habitaciones_313, Habitaciones_313	Puerta baricara 0.7x2.1 m
Puertas_116	Habitaciones_333, Habitaciones_313	Puerta Agata 1x2 m
Mobiliario	Habitaciones_313	Escritorio Barder 1.5x0.6 m
Mobiliario	Habitaciones_313	Silla interlocutora malla negra
Mobiliario	Habitaciones_313	Silla interlocutora malla negra
Mobiliario	Habitaciones_313	Silla interlocutora malla negra
Luminarias_245	Habitaciones_313	Luminaria Daisalux
Luminarias_246	Habitaciones_313	Luminaria Daisalux
Luminarias_248	Habitaciones_313	Luminaria Daisalux
Luminarias_250	Habitaciones_313	Lu,inaria empotrata lisa

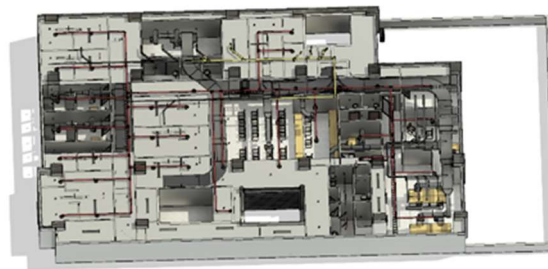
NAME	SPACE	DESCRIPTION
Equipos especializados	Habitaciones_313	camilla divan fija
Ventanas_156	Habitaciones_313	Ventana horizontal1.9x0.5 m
Ventanas_157	Habitaciones_313	Ventana horizontal1.9x0.5 m

Nota: Hoja de Cálculo COBie

4.7 Aplicación en un Piso

Figura 19.

Planta del Piso 2



Nota: Elaboración propia en el software Autodesk Revit 2023

Figura 20.

Ubicación Espacial del Piso 2 en el Edificio



Nota: Elaboración propia en el software Autodesk Revit 2023

Para este ejemplo se genera el inventario de las luminarias que se encuentran en el piso 2 en los consultorios de medicina general. Primero, en la hoja de trabajo “Space” se aplica un filtro por texto en el atributo “FloorName” para saber cuáles son las habitaciones que conforman el piso

2. De igual forma se aplica un filtro en el atributo “Description” para obtener las habitaciones que son consultorios de medicina general.

Tabla 4.

Consultorios de Medicina General del Piso 2

Name	FloorName	Description
Habitaciones_213	Nivel 2	Consultorio M. Gneral
Habitaciones_214	Nivel 2	Consultorio M. Gneral
Habitaciones_215	Nivel 2	Consultorio M. Gneral
Habitaciones_216	Nivel 2	Consultorio M. Gneral
Habitaciones_224	Nivel 2	Consultorio M. Gneral
Habitaciones_225	Nivel 2	Consultorio M. Gneral
Habitaciones_226	Nivel 2	Consultorio M. Gneral

Nota: Hoja de Cálculo COBie

Luego en la hoja de trabajo “Component” se aplica un filtro en el atributo “Space” seleccionando las habitaciones filtradas en el paso anterior. Después, en el atributo “Name”, se aplica un filtro por texto para obtener el inventario de luminarias por habitación presentes en el piso 2.

Tabla 5.

Luminarias de los Consultorios de Medicina General

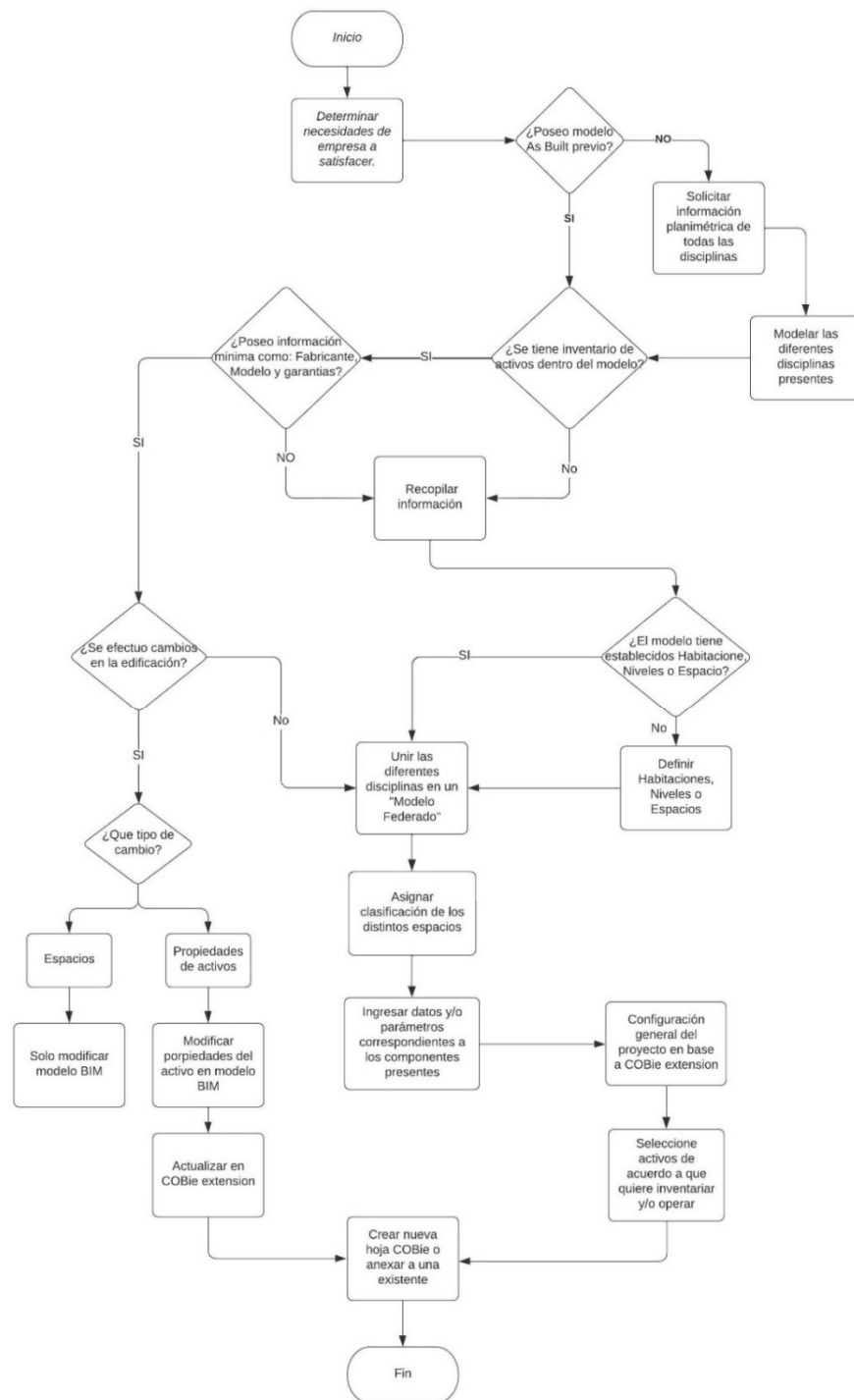
Name	Space	Description
Luminarias_81	Habitaciones_216	Luminaria Daisalux
Luminarias_82	Habitaciones_216	Luminaria Daisalux
Luminarias_84	Habitaciones_215	Luminaria Daisalux
Luminarias_85	Habitaciones_215	Luminaria Daisalux
Luminarias_87	Habitaciones_214	Luminaria Daisalux

Name	Space	Description
Luminarias_88	Habitaciones_214	Luminaria Daisalux
Luminarias_90	Habitaciones_213	Luminaria Daisalux
Luminarias_91	Habitaciones_213	Luminaria Daisalux
Luminarias_106	Habitaciones_224	Luminaria Daisalux
Luminarias_107	Habitaciones_224	Luminaria Daisalux
Luminarias_108	Habitaciones_225	Luminaria Daisalux
Luminarias_109	Habitaciones_225	Luminaria Daisalux
Luminarias_110	Habitaciones_226	Luminaria Daisalux
Luminarias_111	Habitaciones_226	Luminaria Daisalux

Nota: Hoja de Cálculo COBie

4.8 Algoritmo Resumen

Se genera un flujograma que contiene el protocolo de toma de decisiones para introducir, en la aplicación de BIM para la operación y mantenimiento, edificaciones en su fase de servicio. La figura 14 se realizó con ayuda de la herramienta gráfica online Lucidchart (Lucidchart, s.f.).

Figura 21.*Flujograma Guía del Proceso de Generación de Información COBie**Nota:* Elaboración propia utilizando página Lucidchart

El flujograma mostrado en la figura 15 tiene como punto de inicio establecer las necesidades a satisfacer de la empresa para determinar el nivel de detalle en la información a generar. Se debe indagar si la edificación cuenta con un modelo BIM de tipo As-Built, para decidir si se debe realizar o no el modelo.

Sí no se tiene el modelo BIM, se procede a solicitar los planos de la edificación y a realizarlo; sí la edificación ya cuenta con el modelo se debe investigar si dentro de éste ya se encuentra el inventario de activos. Llegado el caso en que no se cuente con dicha información, se inicia un proceso de recolección, teniendo en cuenta los requisitos mínimos que solicita el estándar, como son fabricante, modelo y garantía. Es importante verificar, llegado el caso en que el modelo ya cuente con la información de inventario de activos, que esta cumpla con los requisitos mínimos establecidos por COBie.

Durante la etapa de recopilación de información, es importante determinar que el modelo tenga establecidos correctamente los niveles, espacios y habitaciones, esto para evitar inconvenientes a la hora de generar la información COBie. Finalizada la actividad de recopilación de información, se procede a ingresarla de acuerdo con las disciplinas presentes.

Para dar inicio al ingreso de información primero se debe tener presente que influirá en gran medida la presencia o no de un hardware de gran potencia para poder poseer un “Modelo Federado” de todas las disciplinas. De lo contrario se optará por unir los diferentes modelos de acuerdo con las necesidades que se requieran teniendo en cuenta la asignación de categorías por uso de espacio presentes en las herramientas de interoperabilidad basadas en el estándar COBie.

Luego, se debe ingresar las propiedades de los activos de acuerdo con los requerimientos mínimos de información del estándar COBie y de la parte que designa. Una vez terminado este

proceso, se seleccionan los diferentes atributos presentes en el modelo BIM basados en los atributos del estándar aplicado.

Para generar la hoja COBie se debe realizar un filtro de los activos de mayor importancia de acuerdo con las necesidades de los procesos de operación y mantenimiento. Por último, se exporta la tabla en el formato .XLSX.

Para el caso en que se cuente con un modelo BIM de tipos As-Built con la información de inventario de activos ya ingresada y que cumpla con los requerimientos mínimos de información, se debe preguntar si la edificación ha sufrido cambios de tipo espacial o de los activos operables desde la realización del modelo.

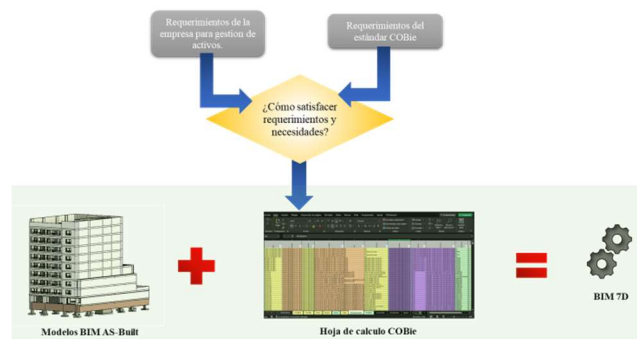
Si son cambios de tipo espacial, la actualización solo debe realizarse en el modelo. Para los cambios de activos, es decir, cambio de propiedades, referencias, modelo; se deben actualizar dichas propiedades en el modelo y actualizarlas a través de COBie Extension.

4.9 Modelo BIM 7D

Para satisfacer las necesidades de la empresa y cumplir con los requerimientos del estándar COBie, se pueden usar herramientas como modelos BIM As-Built y hojas de cálculo COBie, generando modelos BIM 7D, como se muestra en la figura 22.

Figura 22.

Modelos BIM 7D



5. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos en la investigación, se pudo determinar los requerimientos de información básicos para procesos de operación y mantenimiento en activos institucionales, observando que los requerimientos mínimos del estándar COBie están basados en necesidades generales que se presentan durante esta fase del ciclo de vida de un proyecto.

La satisfacción de las necesidades, determinadas por la parte que designa, se encuentran limitadas por la calidad de información que se tenga del activo institucional, pero la organización y uso de la información está condicionada a los parámetros establecidos en el estándar COBie, el cual tiene como unidad mínima de información los componentes de la edificación.

Al realizar el modelo BIM y generar la información bajo el estándar COBie es importante el establecimiento de niveles, espacios y habitaciones para la correcta distribución de activos operables y futura exportación en las hojas de trabajo.

Se deduce que uno de los aspectos más importantes en el estándar, y uno de los atributos de organización de la información que ayudan a la interpretación de las hojas de trabajo, es la ubicación espacial de cada uno de los componentes que conforman el edificio.

El flujograma guía se generó como una herramienta de toma de decisiones frente a la aplicación de la metodología BIM, enfocada en la fase de operación y mantenimiento con base en COBie. Igualmente, es una introducción a la optimización de procesos de actualización de cambios sufridos por el activo o sus componentes a través del tiempo.

Los modelos BIM 7D son importantes en la fase de operación y mantenimiento debido a que centralizan toda la información en un modelo y una base de datos, lo cual facilita el monitoreo

de las diferentes actividades de operación y mantenimiento como cambios de espacios, chequeo de inventario, manuales de mantenimiento, costos de actividades, etc.

Se aconseja indagar sobre el uso de hojas de trabajo COBie y modelos BIM en aspectos como la estimación de costos de actividades de mantenimiento, costos de cambios de distribución arquitectónica en una edificación y generación de manuales operativos a través COBie.

Referencias Bibliográficas

- Al-Kasasbeh, M., & Abudayyeh, O. L. (Feb de 2021). “*An integrated decision support system for building asset management based on BIM and Work Breakdown Structure*,” *Journal of Building Engineering*, vol. 34. Obtenido de doi: 10.1016/j.jobbe.2020.101959
- Asghari, V., & Hsu, S. C. (Jul de 2021). “*An open-source and extensible platform for general infrastructure asset management system*,” *Automation in Construction*, vol. 127. Obtenido de doi: 10.1016/j.autcon.2021.103692
- Biblus. (sf). “*BIM 7D y el facility management - BibLus.*” . Obtenido de <https://biblus.accasoftware.com/es/bim-7d-y-el-facility-management/>
- BIM. (sf). *As Built (BIM), ¿qué es un As Built? | Espacio BIM.*” . Obtenido de <https://www.espaciobim.com/as-built>
- Bohorquez, J., Porras, H., Sánchez, O., & Mariño, M. (2018). *Planificación de recursos humanos a partir de la simulación del proceso construtivo en modelos BIM 5D*, vol. 14, no. 1, pp. 252–267, .
- CAMACOL. (2020). *BIM FORUM COLOMBIA*. Obtenido de https://bim.psu.edu/bim_uses/
- Cardenas, L., & Cuadros, P. (2021). “*Estimación de los Beneficios Económicos de la Construcción Sostenible en Edificaciones Multifamiliares Durante el Ciclo de Vida del Activo, con Base en Modelos BIM 7D,*” .
- Colombia, B. F. (01 de 01 de 2020). *Fichas de usos BIM*. Obtenido de https://camacol-new.demodayscript.com/sites/default/files/descargables/09_Usos_BIM.pdf
- Colombia, G. d. (01 de 11 de 2020). *Estrategia Nacional BIM 2020-2026*. Obtenido de <https://bim.presidencia.gov.co/>

DistritoBIM. (3 de 9 de 2021). Obtenido de ¿Que es COBie?¿y que tiene que ver con BIM?:

<https://distritobim.com/que-es-cobie/>

Distritobim. (2021). *¿Qué es COBie? ¿Y qué tiene que ver con BIM? - Distrito BIM*. Obtenido

de <https://distritobim.com/que-es-cobie/>

Distritobim. (2021). *“¿Qué es COBie? ¿Y qué tiene que ver con BIM? - Distrito BIM,. Obtenido*

de <https://distritobim.com/que-es-cobie/>

East, E. W. (2007). *“Construction Operations Building Information Exchange (COBIE):*

Requirements Definition and Pilot Implementation Standard,” .

ICONTEC. (2021). *“Organización y digitalización de la información en edificaciones y obras de*

ingeniería civil, incluyendo BIM (Building Information Modelling). Gestión de la

información usando BIM. Parte 1: Conceptos y principios,” . . Obtenido de

<https://ebooks.icontec.org/pdfreader/organizacin-y-digitalizacin-de-la-informacin-en-edificaciones-obras-ingeniera-civil-incluyendo-bim-building-information-modelling-gestin-usando-bim-parte-2-fase-entrega-los-activos>

Idesie. (sf). *“¿Qué es COBie? ¡No es un excel!”* . Obtenido de

<https://idesie.com/blog/2021/03/30/que-es-cobie-no-es-un-excel/>

Interoperability. (sf). *Autodesk COBie Extension for Revit.”* . Obtenido de

<https://interoperability.autodesk.com/cobieextensionrevit.php>

Izaddoost, A., Naderpajouh, N., & Heravi, G. (2021). *“Integrating resilience into asset*

management of infrastructure systems with a focus on building facilities,” Journal of

Building Engineering, vol. 44, p. 103304, Dec. Obtenido de doi:

10.1016/j.job.2021.103304

Lucidchart. (s.f.). “*Software de Diagramas Online | .*”. Obtenido de

https://www.lucidchart.com/pages/es/landing?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=_chart_es_tier2_mixed_search_brand_exact_&km_CPC_CampaignId=1501207859&km_CPC_AdGroupId=63362176052&km_CPC_Keyword=lucidchart&km_CPC_MatchType=e&km_CPC_ExtensionID=&km_CPC_Network=g&km_CPC_AdPosition=&km_CPC_Creative=286841060369&km_CPC_TargetID=aud-536921399221:kwd-33511936169&km_CPC_Country=1003666&km_CPC_Device=c&km_CPC_placement=&km_CPC_target=&gclid=Cj0KCQjwxIOXBhCrARIsAL1QFCbaBb1vG34rQN1pPHBNJeVkZHXDHMx5NRkvXu9AnlAHGmifq5vnKzcaAtsjEALw_wcB

Maia, L., Mêda, P., & Freitas, J. (2015). “*BIM Methodology, a New Approach - Case Study of Structural Elements Creation,*” in *Procedia Engineering*, vol. 114, pp. 816–823. .

Obtenido de doi: 10.1016/j.proeng.2015.08.032

Presidencia de la República. (2021). *BIM Modelado de Información de Construcción*. Obtenido de <https://bim.presidencia.gov.co/>

Sampaio, A. (2021). “*Project management in office: BIM implementation,*” in *Procedia Computer Science*, vol. 196, pp. 840–847. . Obtenido de doi: 10.1016/j.procs.2021.12.083

ScienceDirect.com. (sf). *Science, health and medical journals, full text articles and books.*”.

Obtenido de <https://www-sciencedirect-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co>

Software Revit. (2003). *Obtener precios y comprar el producto Revit 2023 oficial.*”. Obtenido de

https://latinoamerica.autodesk.com/products/revit/overview?panel=buy&AID=13955714&PID=8299320&SID=jkp_Cj0KCQjw0JiXBhCFARIsAOSAKqB9svs6p4hR6vinvg953Obeu0HOEOsJ8t8EKhk2qMUepsLPeYk15waAgvNEALw_wcB&cjevent=99073f0510d

e11ed838801540a82b821&mktvar002=afc_latam_deepink&affname=8299320_139557
14&term=1-YEAR&tab=subscription&plc=RVT

Soto, C., & et.al. (2019). *Estándar bim para proyectos públicos*. Chile.

Teamnet. (sf). “¿Ya conoces la 7D de BIM?” . Obtenido de

<https://www.teamnet.com.mx/blog/bim-7d>

XMind. (sf). “*XMind - Mind Mapping Software.*” . Obtenido de <https://www.xmind.net/>

YouTube. (sf). “(25) *Demystifying COBie Standards and How to Integrate Them Into BIM based Applications* - ” . Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=vf010XZ_7-Y&t=1019s