

## LA AUTOMATIZACIÓN EN EL MODELADO DE INSTALACIONES BAJO METODOLOGIA BIM

PRESENTADO: noviembre 2023

*Maria Zuleta de Reales Toro*  
Universidad Pablo de Olavide.

**Objetivo:** Este trabajo de investigación trata de explorar y destacar las ventajas clave de la automatización en el modelado de instalaciones mediante los modelos BIM frente a los flujos de trabajo tradicionales que ofrece CAD. Enfocándose en la eficiencia, la precisión y la detección de conflictos, pretende mostrar la agilidad de este manejo de información frente a distintos procesos de diseño y construcción arquitectónicas más presentes hoy en día.

**Diseño / metodología / enfoque:** La relevancia de este estudio está enfocada en cómo la evolución de la ingeniería y la construcción, presentes día a día en nuestro campo de trabajo, permite el desarrollo casi automático del modelado de instalaciones en BIM, superando con creces los métodos tradicionales.

**Resultados:** Partiendo de los conceptos que se citan a lo largo del documento como lo son: la eficiencia, precisión y detección de conflictos en la plataforma BIM, destacan positivamente gracias a la rapidez con la que permite tanto el desarrollo del dibujo como el manejo de información del mismo frente a otras metodologías de trabajo no tan completas.

**Palabras clave:** BIM, MEP, modelado BIM 3D, IFC.

**Derechos de autor:** El autor conserva los derechos de autor de su obra. Los artículos están licenciados bajo la licencia BY-NC-ND (Creative Commons Attribution 4.0 International Public License), que otorga derechos de acceso abierto a la sociedad. Específicamente, con la licencia BY-NC-ND no se permite un uso comercial de la obra original ni la generación de obras derivadas.

[www.journalbim.org](http://www.journalbim.org)



## 1. INTRODUCCIÓN

En el mundo del diseño y la gestión de instalaciones, la Metodología Building Information Modeling (BIM) destaca por la capacidad para manejar la información traduciéndose directamente en la automatización en el modelado. El objetivo principal de la investigación es el de ser capaz de aportar una alternativa de diseño frente a los flujos de trabajo tradicionales que acostumbramos a emplear como por ejemplo CAD. Frente a este, BIM ofrece un proceso mucho más sencillo, intuitivo, rápido y dinámico. Se explora hasta qué punto las disciplinas MEP (Mechanical, Electrical, and Plumbing) pueden llegar a ser casi automáticas y exponer las ventajas distintivas en comparación con los métodos más convencionales de trabajo.

## 2. AUTOMATIZACIÓN EN EL MODELADO DE INSTALACIONES EN METODOLOGIA BIM

### 2a. Principales aspectos a destacar.

BIM nos facilita la creación automática de modelos tridimensionales detallados de instalaciones gracias a los procesos integrados en su metodología de trabajo. A continuación, destaco algunos de los aspectos clave que han sido más relevantes para mí a lo largo de este máster y que explican cómo gracias a su metodología se logra esta automatización:

- Objetos BIM paramétricos. La utilización de objetos con parámetros que puedan contener información detallada sobre elementos específicos de construcción (tales como muros, puertas, ventanas y componentes MEP) hace que puedan ajustarse automáticamente gracias a dichos parámetros definidos, lo que permite una modificación y adaptación del modelo instantánea.
- Modelado basado en objetos. A diferencia de los sistemas tradicionales bidimensionales, que suelen depender de líneas y polígonos, BIM trabaja con objetos inteligentes. Estos

[www.journalbim.org](http://www.journalbim.org)



objetos no solo contienen información geométrica, también contienen otras propiedades como materiales, costos, datos de mantenimiento... Al emplear objetos BIM en el modelo se generan automáticamente las representaciones gráficas y sus datos asociados.

En la imagen se pueden observar las propiedades inherentes de un elemento en Revit, concretamente de un aparato sanitario. Entre ellas se encuentran algunos atributos que la mayoría de elementos tienen en común (como el nivel en el que se encuentra o el anfitrión) y otras específicas de esa familia concreta (como la Presión de flujo).

Propiedades	
M_Sanitario - Cisterna Público - 6,1 Lpf	
Aparatos sanitarios (1) Editar tipo	
<b>Restricciones</b>	
Nivel	Edif A. Nivel 1
Elevación desde el nivel	0.0
Anfitrión	Nivel : Edif A. Nivel 1
Desfase desde el anfitrión	0.0
<b>Fontanería</b>	
Presión de flujo	103421.000000 Pa
<b>Mecánica</b>	
Clasificación de sistema	Agua fría sanitaria, Sanitario
Tipo de sistema	Sin definir
Nombre de sistema	AFS - Aseo 1.1, SAN - Aseo 1.1.
Abreviatura de sistema	
<b>Datos de identidad</b>	
Imagen	
Comentarios	
Marca	16
<b>Proceso por fases</b>	
Fase de creación	Nueva construcción
Fase de derribo	Ninguno
<b>Parámetros IFC</b>	
Tipo predefinido de IFC	
Exportar a IFC como	
Exportar a IFC	Por tipo
IfcGUID	1CTPiPYELE0vk70vzPaKqG

Propiedades de un aparato sanitario en Revit (elaboración propia)

Interconexión de disciplinas. Trabajar con BIM permite trabajar a nivel interdisciplinar, lo que significa que los cambios realizados en un área específica del modelo afectarán automáticamente a todas las disciplinas relacionadas, traduciéndose en un ahorro de trabajo directo.

- Detección automática de conflictos. Las herramientas de detección de conflictos, cuya función es identificar automáticamente las posibles interferencias entre diferentes sistemas de trabajo, nos permiten obtener una detección temprana de cualquier error que

[www.journalbim.org](http://www.journalbim.org)

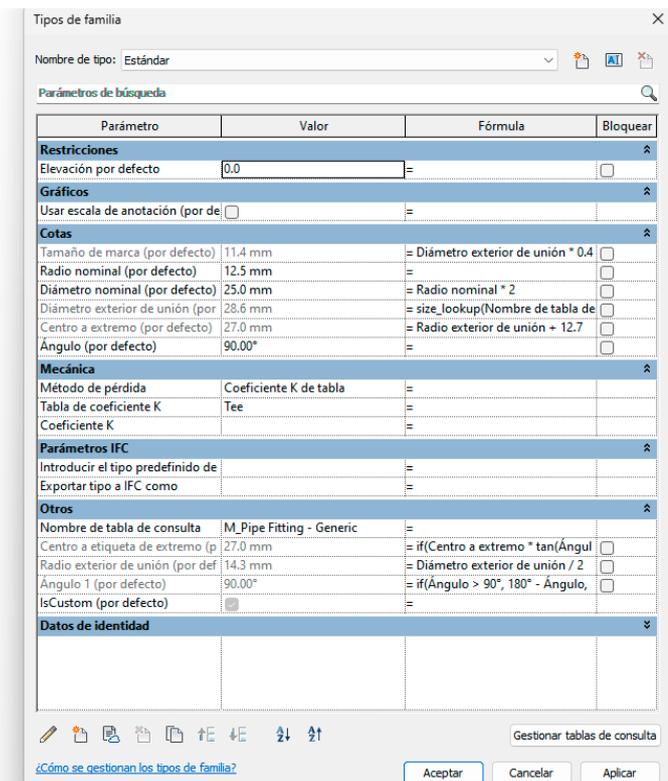
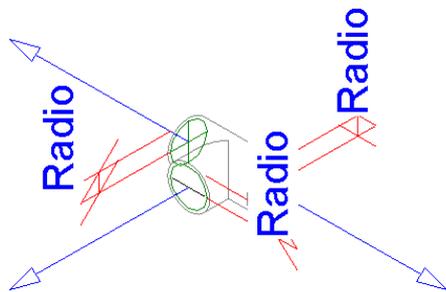


a la larga pueda afectar al modelo y que ayuden a prever y evitar conflictos posteriores durante la construcción.

- Generación de planos y documentación simultáneamente. A medida que se trabaja sobre el modelado 3D, BIM permite generar automáticamente en el navegador de proyectos planos, secciones y otros detalles necesarios para la construcción con solo un click, ajustándose a nuestra escala de dibujo indicada, lo que suprime la necesidad de crear manualmente la documentación 2D, reduciendo considerablemente el riesgo de posibles discrepancias entre planos y modelos además del tiempo de doble trabajo. También desde el mismo proyecto se pueden generar informes detallados donde se muestran las interferencias detectadas, permitiendo un seguimiento y resolución efectiva de los problemas.

- Flujo de trabajo colaborativo. Gracias a la colaboración en tiempo real entre diversos proyectos y equipos de trabajo, permite mantener a todo el mundo informado sobre el mismo modelo. De esta forma, cualquier actualización realizada por cada uno de los miembros del equipo se reflejará y se notificará automáticamente en el modelo compartido, asegurando previamente la coherencia en él y eliminando la necesidad de realizar ajustes manuales en varios lugares simultáneamente.
- Uso de reglas y parámetros. El uso de BIM permite establecer reglas y parámetros concretos a cada elemento que guían el desarrollo del modelo. Esto facilita la automatización, pues sigue lógicas predefinidas como pueden ser dimensiones estándar de ciertos componentes o incluso las reglas de conexión entre sistemas.

En la imagen se puede observar que varios de los parámetros que configuran la geometría de la familia y cómo dependen de los elementos con los que se conecta (en este caso depende de los diámetros de las tuberías que a él llegan).



Vinculación del diámetro de los conectores al diámetro de las tuberías en Revit (elaboración propia)

## 2b. Interoperabilidad / Interoperatividad.

El formato de archivo utilizado como puente entre Revit (uno de los principales software BIM) y programas de cálculo de instalaciones suele ser el IFC (Industry Foundation Classes). El IFC es un estándar de intercambio de datos neutro y abierto diseñado específicamente para facilitar la interoperabilidad entre distintas aplicaciones de software en la industria de la construcción. Su principal objetivo es permitir la transferencia de información detallada del modelo BIM entre distintas plataformas.

En el contexto de MEP, los IFC se utilizan para representar información relacionada con sistemas de instalaciones (calefacción, ventilación, aire acondicionado, fontanería, iluminación, etc). La información contenida en un modelo BIM de Revit que incluyese detalles sobre componentes MEP, podría exportarse a un archivo IFC para luego importarse en programas de cálculo de instalaciones que admitiesen este estándar.

Es importante considerar que, aunque IFC es un estándar establecido, la compatibilidad directa entre las múltiples plataformas existentes aún puede presentar desafíos a causa de las variaciones en la implementación de IFC por parte de los desarrolladores de software. También hay que considerar que ciertos detalles específicos de la plataforma pueden no transferirse completamente a través de un archivo IFC. Por este motivo, a

[www.journalbim.org](http://www.journalbim.org)



menudo se necesita un esfuerzo adicional en la coordinación y ajuste de datos al utilizar un IFC como un puente entre diferentes programas de diseño y cálculo de instalaciones.

### **3. VENTAJAS DE LA AUTOMATIZACIÓN EN METODOLOGIA BIM FRENTE AL FLUJO DE TRABAJO TRADICIONAL EN CAD.**

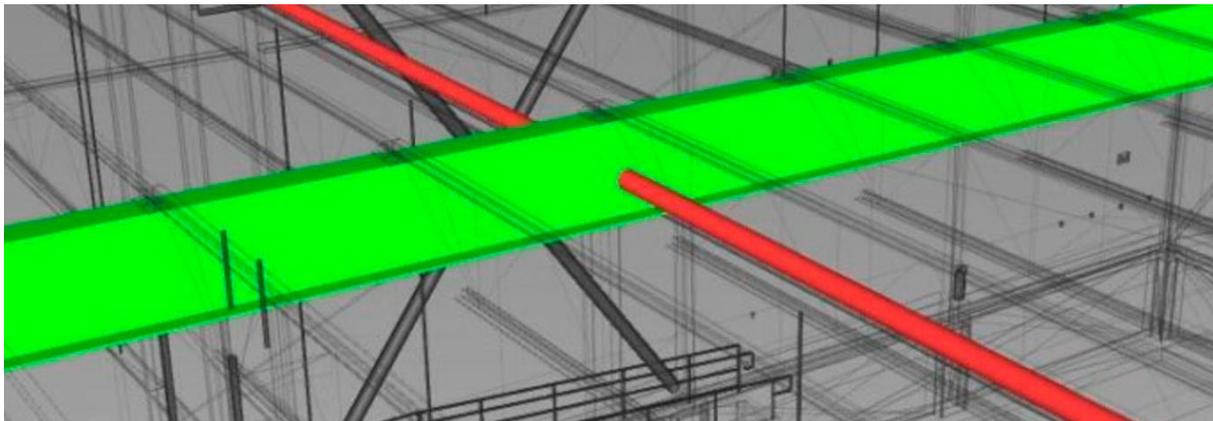
#### **3a. Limitaciones y alcance de los Modelos BIM.**

La automatización en BIM transforma la detección de conflictos en una fase proactiva y precisa del proceso de diseño y construcción. Esto se ve facilitado mediante la implementación de herramientas y tecnologías que identifican potenciales interferencias entre diferentes sistemas y componentes en el modelo tridimensional.

- Modelado Paramétrico. El uso de objetos paramétricos en BIM permite establecer relaciones entre elementos. Al ajustar un parámetro en un componente, el software ajusta automáticamente otros elementos relacionados, evitando interferencias.

- Herramientas de Análisis Espacial. El trabajo con BIM incluye herramientas de análisis espacial para examinar la geometría y la ubicación de los elementos en el modelo. Dichas herramientas identifican automáticamente situaciones en las que los componentes podrían colisionar o tener conflictos espaciales. Clash Detection se utiliza para detectar interferencias entre elementos de un modelo BIM (como tuberías, conductos, estructuras, sistemas eléctricos, etc). Aparece la posibilidad de utilizar distintos softwares de BIM para analizar los modelos 3D y señalar inmediatamente las interferencias, lo que supone un ahorro de tiempo y una gran reducción de posibles errores. Clash Detection en BIM se puede realizar utilizando varios softwares especializados. Algunos de los software más comunes y populares para realizar Clash Detection son Autodesk Navisworks, Revit, Solibri Model Checker, Tekla Structures, BIM 360 o Trimble SketchUp.

En la imagen se puede ver una colisión entre una tubería y una viga en el software Navisworks.



En resumen, el Clash Detection en BIM es una herramienta esencial para mejorar la coordinación y la eficiencia en proyectos al detectar y resolver problemas de interferencias antes de que se conviertan en costosos errores en el campo.

- Colaboración en tiempo real. La capacidad de colaborar en tiempo real permite que múltiples partes revisen y contribuyan al modelo de manera simultánea. Esto garantiza que los cambios se reflejen de forma clara y la detección de conflictos se lleve a cabo de manera continua. Se puede decir por tanto que el BIM fomenta la colaboración entre los distintos equipos de diseño, arquitectura, ingeniería y construcción, ya que todos pueden acceder y contribuir a un modelo BIM compartido.

- Actualización automática del modelo de trabajo. A medida que se realizan modificaciones en el diseño se actualiza automáticamente el modelo y se verifica la coherencia entre los diferentes sistemas. Si se llegase a detectar un conflicto, el sistema alerta a los diseñadores.

A pesar de las numerosas ventajas, la implementación de BIM también presenta desafíos y desventajas.

- Costos iniciales elevados. La adopción de los métodos de trabajo en BIM puede requerir inversiones significativas en cuanto a software, hardware y capacitación
- algunas empresas, especialmente las más pequeñas.
- Curva de aprendizaje. La transición a BIM implica una curva de aprendizaje para los profesionales implicados que no están familiarizados con la metodología. La capacitación y la adaptación a nuevas herramientas y flujos de trabajo pueden dilatarse en el tiempo.
- Problemas de Interoperabilidad. Aunque ha habido grandes mejoras recientemente en la interoperabilidad entre diferentes plataformas BIM, aún surgen problemas al transferir datos entre diferentes softwares. Esto puede dificultar la colaboración entre equipos que utilizan herramientas diferentes.

- Requerimientos de Hardware y Software. La metodología BIM puede ser intensiva en términos de recursos computacionales. Algunos modelos complejos pueden requerir hardware potente y software avanzado, lo que puede hacer aumentar los costos y los requisitos técnicos.
- Dependencia de la calidad de los datos de entrada. La precisión y calidad de la información contenida en el modelo BIM son cruciales. Los errores o datos inexactos en etapas iniciales pueden propagarse a lo largo de la duración del proyecto y afectar la toma de decisiones.
- Estándares y normativas evolutivas. Las normativas y estándares en torno al mundo BIM están en constante evolución. Mantenerse al día con los frecuentes cambios puede ser un desafío y puede dar lugar a la obsolescencia de los modelos y prácticas anteriores.
- Complejidad en pequeños proyectos. En proyectos de menor escala la complejidad y el tiempo asociado con la implementación completa de BIM pueden no ser rentables. En estos casos, el uso de herramientas más simples puede ser más apropiado.
- Privacidad y seguridad de datos. La gestión de datos sensibles en el entorno BIM hace que se planteen preocupaciones sobre privacidad y seguridad. Por ello se considera necesario implementar medidas robustas para proteger la información confidencial.
- Resistencia cultural. La resistencia al cambio dentro de una empresa puede suponer un obstáculo importante. Algunos profesionales pueden resistirse a abandonar los métodos tradicionales y adoptar nuevas tecnologías.

Es importante destacar que estos inconvenientes no son necesariamente inherentes a la metodología BIM en sí misma, sino que pueden ser abordados con una planificación y gestión adecuadas. La clave para que la implementación sea exitosa es comprender y gestionar los beneficios, así como los desafíos asociados con la tecnología BIM.

### **3b. Comparación con flujos de trabajo tradicionales en CAD.**

En base a estos aspectos se analiza en profundidad cómo se desarrollan estas actividades en cada metodología:

- Colaboración multidisciplinaria mejorada:
  - a. BIM. Facilita la colaboración entre diferentes disciplinas al permitir que todos los profesionales trabajen en un modelo centralizado.
  - b. Flujo de Trabajo Tradicional. La colaboración entre disciplinas puede ser más fragmentada, lo que puede llevar a posibles desafíos en la coordinación y comunicación.

- Detección de conflictos:

- a. BIM. Permite la detección temprana de conflictos durante las fases de diseño, reduciendo así la probabilidad de errores costosos durante la construcción.
- b. Flujo de trabajo tradicional. La detección de conflictos puede surgir más tarde en el proceso, lo que puede dar lugar a un aumento de tiempo y costo.

- Optimización del Diseño y Eficiencia Energética:

- a. BIM. Facilita la simulación y el análisis para optimizar el diseño y la eficiencia energética, pues permite la toma de decisiones informada en las fases iniciales del proyecto.
- b. Flujo de Trabajo Tradicional. La optimización del diseño y la eficiencia energética pueden resultar menos accesibles o precisas en las etapas iniciales del diseño.

- Gestión eficiente del ciclo de vida de las instalaciones:

- a. BIM. Ofrece una plataforma para la gestión de datos a lo largo del ciclo de vida de las instalaciones (desde su diseño y construcción hasta su operación y mantenimiento).

b. Flujo de Trabajo Tradicional. La gestión del ciclo de vida está más fragmentada y depende de documentación estática, lo que dificulta la actualización y el acceso a la información relevante.

- Reducción de errores y correcciones:

- a. BIM. Reduce la posibilidad de errores gracias a la coordinación continua entre disciplinas y la detección temprana de conflictos.
- b. Flujo de Trabajo Tradicional. La falta de coordinación puede resultar en errores que solo se descubren más tarde en el proceso, lo que puede dar lugar a retrabajos y sobrecostos.

- Estimación de costos más precisa:

- a. BIM. Logra una estimación de costos más precisa al vincular información detallada del modelo con otros datos.
- b. Flujo de Trabajo Tradicional. La estimación de costos depende más de suposiciones y estimaciones manuales.

En general, el modelo BIM ofrece un enfoque más integrado y eficiente para el diseño, construcción y gestión de instalaciones, mejorando la calidad y la eficiencia de todo el proceso.

#### 4. CONCLUSIONES

- Interoperabilidad.

La conclusión de este trabajo es la comprensión sobre las facilidades y ayudas que la automatización en el modelado de instalaciones a través de BIM han supuesto en un ámbito como el de la construcción.

Su implementación ha supuesto un gran incremento en la eficiencia, precisión y detección proactiva de conflictos, siendo estos elementos clave para mejorar la eficacia y calidad en la planificación y ejecución de proyectos. La adopción de esta metodología de trabajo representa un avance crucial hacia procesos más eficientes y sostenibles en la industria de la construcción.

La automatización en BIM ha transformado de manera sustancial la forma en que se abordan los modelos MEP al incorporar la detección automática de conflictos. Esto resulta de gran utilidad ya que evita errores en obra que se pueden pasar por alto sin hacer uso de estas herramientas.

Sin embargo, para coordinar todas estas disciplinas los modelos BIM deben utilizar herramientas o softwares que admitan y traduzcan a un mismo lenguaje toda esta información independientemente de su procedencia. A día de hoy la interoperabilidad entre modelos procedentes de distintos programas requiere de algún proceso intermedio para poder ser ejecutado.

Por poner un ejemplo, en el caso del trabajo realizado en el máster, a la hora de introducir una instalación calculada en CYPE en un modelo de Revit es necesario emplear un archivo que ejerza de puente y que traduzca los elementos obtenidos del cálculo del primero en los equivalentes en el segundo.

Este motivo entre otros hace que no siempre interese el flujo de trabajo Revit-CYPE-Revit, sino que se valoren otros softwares que trabajen con modelos IFC como Navisworks.

Entiendo que hoy en día a una gran cantidad de empresas líderes en el mercado no les interese que el flujo de trabajo entre programas sea tan sencillo y directo, pues se pueden lucrar de la necesidad de utilizar distintos softwares de su pertenencia.

*"Como es de bien suponer, las relaciones entre programas de una misma empresa siempre salen favorecidas, pero en cambio el intercambio entre distintos softwares de modelado BIM aún no se han desarrollado lo suficiente para obtener un intercambio altamente satisfactorio. Por este motivo es muy importante este acuerdo firmado entre dos grandes empresas de la construcción y modelado BIM ya que es una vía directa a la comunicación y al desarrollo de mejoras que sobre todo nos beneficia a nosotros, los usuarios."*

(n.d.). Retrieved December 2, 2023  
from <https://www.espaciobim.com/interoperabilidad>

Aún queda mucho por avanzar en cuanto a interoperabilidad se refiere, en CYPE MEP sólo se puede abrir un archivo a la vez en el que dos personas no pueden trabajar de forma simultánea, por lo que para edificios grandes Este tipo de problemas no son tan importantes cuando se trabaja con viviendas unifamiliares o edificios de pequeña envergadura, pues es común que sea un único técnico el que elabora todas las instalaciones. Sin embargo, cuando el edificio es de carácter terciario o su superficie es relativamente grande el modelaje de las instalaciones con CYPE MEP se complejiza y se vuelve prácticamente inevitable tener que utilizar programas más especializados.

En resumen, podemos decir que la metodología BIM tiene mucho aún que progresar, pues el usuario debe tener una gran cantidad de conocimientos sobre interoperabilidad y manejo de distintos programas (además de acceso a todos ellos) para que el flujo de trabajo resulte rápido y ágil.

- Automatización.

Para agilizar los procesos anteriormente mencionados es de gran facilidad desarrollar la automatización de los procesos de trabajo específicos mediante códigos de programación. Poniendo de ejemplo una vez más el trabajo desarrollado para este máster, el trabajo con herramientas como DYNAMO u otros lenguajes como Python o C#, más accesible a los usuarios no expertos en programación, ha dado lugar a un nuevo campo de acción en la que la escritura mediante código y el modelado van de la mano, presentándose la programación como una vía clave para el desarrollo de cualquier proyecto de construcción.

Mediante el uso de estos programas se hace factible simplificar procesos como la elaboración de planos o la conexión entre diversos elementos de una instalación, suprimiendo la necesidad de que esto se haga de forma manual.

La integración de reglas y restricciones permite que los elementos MEP se ajusten de forma automática en función de los parámetros predefinidos, mejorando la eficiencia del diseño. Además, la metodología BIM destaca por su capacidad de llevar a cabo la detección automática de conflictos en modelos MEP.

La automatización supone una facilidad para crear y gestionar proyectos, permitiendo una representación muy detallada de los sistemas. Al suprimir la necesidad de ajustes

manuales el proceso de diseño resulta más certero. Esto resulta en una producción del modelo más veloz con menor probabilidad de errores humanos.

Mediante herramientas como las ya mencionadas se analiza la ubicación y geometría de cada elemento, identificando proactivamente interferencias entre distintos componentes. Esto reduce en gran cantidad la probabilidad de errores y conflictos que de otra forma deberían ser subsanados durante la fase de construcción.

- Mejoras en la colaboración y comunicación.

Como se ha mostrado, BIM ofrece una visión integral y tridimensional del proyecto, lo que facilita la comprensión entre los sistemas MEP y otros elementos del diseño. La representación visual detallada en BIM hace que la comunicación se mejore, ya que proporciona una comprensión clara de los sistemas MEP, permitiendo a los equipos de trabajo visualizar el diseño final y facilitar la toma de decisiones conforme al resultado.

Una colaboración más efectiva y la rápida detección de problemas en BIM no solo mejoran la eficiencia, sino que también reduce los costos asociados con ajustes del proyecto. BIM proporciona una base sólida para la gestión de cambios, agilizando la comunicación y permitiendo una adaptación eficiente a modificaciones en el diseño para mantener su coherencia en todos los aspectos a la vez.

La posibilidad de colaborar en tiempo real permite que equipos multidisciplinares chequen y resuelvan conflictos de forma que perfeccione la coordinación entre disciplinas y asegure la coherencia en todo el proyecto.

Gracias a BIM, la colaboración y comunicación en los proyectos facilita y propone un entorno colaborativo de trabajo que sin duda mejora el resultado final del proyecto y en un tiempo más reducido que con CAD.

- Optimización del Tiempo y Recursos

La implementación del BIM en modelos MEP ha demostrado una optimización notable de tiempo y recursos en proyectos de construcción. Algunos de los aspectos a destacar que contribuyen en este aspecto son el diseño eficiente, la coordinación y colaboración en tiempo real entre diferentes disciplinas, la detección automática de problemas y conflictos, la generación de documentación de forma automática, la optimización de rutas y sistemas, la reducción de retrocesos, la programación y planificación efectivas, y la gestión de cambios simplificada.

La capacidad que tienen los modelos BIM para generar proyectos tridimensionales detallados y optimizar la coordinación entre disciplinas supone una agilización del proceso de diseño, pues reduce los tiempos de revisión y facilita una toma de decisiones más rápida y eficiente. Además, la generación automática de documentos y la simulación de rutas y sistemas contribuyen a una distribución eficiente y a la reducción de tiempos de instalación in situ.

La información detallada proporcionada por modelos MEP en BIM hace posible la planificación y programación eficientes de actividades de construcción, facilitando la anticipación de necesidades y la asignación de recursos materiales y humanos de manera óptima. La capacidad que tienen los modelos BIM para manejar cambios de manera eficiente garantiza una adaptación ininterrumpida en el flujo de trabajo.

Por otro lado, al combinar distintas disciplinas en un único modelo BIM se pueden coordinar de forma más precisa las fases de ejecución de un proyecto. Por ejemplo, en Revit existe la posibilidad de crear tablas de planificación que pueden ser de gran utilidad para gestionar cantidades y plazos.

La tabla de la siguiente imagen se realizó para obtener un recuento de todas las puertas del modelo en la entrega del primer ejercicio de este máster para utilizarla como base para generar los planos de carpinterías del modelo.

Tabla de planificación de puertas		
A	B	C
Familia y tipo	Marca de tipo	Recuento
Puerta de 1 hoja: 60 x 210 cm	5	53
Puerta de 1 hoja: 70 x 210 cm	4	11
Puerta de 1 hoja: 80 x 210 cm	1	18
Puerta de 1 hoja: 90 x 210 cm	2	42
Puerta de cristal abatible en muro cortina: Puerta de cristal abatible en muro cortina	12	30
Puerta practicable, 2 hojas: 1200 x 2100mm	16	1
Puerta practicable, 2 hojas: 1500 x 2100mm	14	1
Puerta practicable, 2 hojas: 1700 x 2100mm	19	1
Puerta practicable, 2 hojas: 1900 x 2100mm	17	1
Puerta practicable, 2 hojas: 2000 x 2100mm	18	5
Total general: 163		

Tabla de recuento de puertas en Revit (elaboración propia)

En resumen, la optimización del tiempo y los recursos en modelos MEP gracias a la metodología BIM se traduce en proyectos mucho más eficientes, con menores plazos de ejecución y con una gestión más efectiva de los recursos disponibles. Esto beneficia de gran manera la fase de construcción y contribuye a que la ejecución del proyecto sea exitosa y rentable en su conjunto.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ISO 19650-1 (2018). *Organization of information about construction works – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles*.
2. ISO 19650-2 (2018). *Organization of information about construction works – Information management using building information modelling – Part 2: Delivery phase of assets*.
3. Muñoz S., Bermejo F. (2021), "Introducción a la serie EN-ISO 19650", buildingSMART Spain.
4. Muñoz S., Liébana O. (2019), *Introducción a la serie EN-ISO 19650, partes 1 y 2*. buildingSMART Spain.
5. Rudden K. (2019), *BIM and ISO 19650 from a project management perspective*. EFCA BIM Task Force.
6. Castaing C. (2018), *BIM Project Management*. Building Information Modeling - Technology Foundations and Industry Practice, Springer.
7. González Pachón, V. (2021). *Los proyectos de construcción con BIM según ISO 19650*. AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.
8. Baldwin M. (2019) *The BIM-Manager: A Practical Guide for BIM Project Management*. Beuth Verlag.
9. Ocean J. (2021) *BIM Project Management – Best Practice*. Revizto. URL: <https://revizto.com/en/bim-project-management/#:~:text=The>
10. Gomez A. (2022) *Gestión de Proyectos y BIM*. Modelical. URL: <https://www.modelical.com/en/project-management-and-bim-management/4>
11. NTI Spain (2022) *5 claves de la ISO 19650, BIM y el sector de la Construcción*. LinkedIn. URL: [https://www.linkedin.com/pulse/5-claves-de-la-iso-19650-bim-y-el-sector-construcci%C3%B3n-/?trk=public\\_post&originalSubdomain=es](https://www.linkedin.com/pulse/5-claves-de-la-iso-19650-bim-y-el-sector-construcci%C3%B3n-/?trk=public_post&originalSubdomain=es)
12. *¿Qué son los protocolos BIM del AIA y por qué son importantes?* (2022). Biblus. URL: <https://biblus.accasoftware.com/es/que-son-los-protocolos-bim-del-aia-y-por-que-son-importantes/>

13. Esarte Eseverri A. (2018) *BEP o plan de ejecución BIM (qué es)*. EspacioBIM. URL: <https://www.espaciobim.com/bep>
14. *Usos BIM: ¿qué son y cómo se practican?* (2021). AlianzaBIM. URL: <https://alianzabim.com/usos-bim-que-son-y-como-se-practican/>
15. *El LOIN a la luz de la ISO 19650: hacia un nuevo paradigma BIM* (2021). AlianzaBIM. URL: <https://alianzabim.com/el-loin-a-la-luz-de-la-iso-19650-hacia-un-nuevo-paradigma-bim/>
16. Fitz D. (2021) *ISO 19650 level of information need - The elephant in the room*. SYMETRY. URL: <https://www.symetri.co.uk/insights/blog/iso-19650-level-of-information-need-the-elephant-in-the-room/>
17. Balwin M. (s.f.) *From LOD to LOIN*. PLAN. URL: <https://en.plan.one/blog-en/from-lod-to-loin/>
18. Guerrero F. (2022) *Common Data Environment (CDE)*. Modelical. URL: <https://www.modelical.com/es/common-data-environment/>
19. *Common data environment CDE* (2023). BIM Wiki. URL: [https://www.designingbuildings.co.uk/BIM\\_Wiki](https://www.designingbuildings.co.uk/BIM_Wiki)
20. Esarte Eseverri A. (2018) *ISO 19650 parte 1 y 2, ¿qué es la ISO 19650?*. EspacioBIM. URL: <https://www.espaciobim.com/iso-19650>
21. Far M. (2019) *¿Has oído hablar sobre OIR, AIR, PIR Y EIR?*. SIMBIM. URL: <https://simbim.es/es/blog/post/oir-air-pir-eir>
22. *Metodología BIM en el sector de la Construcción* (2022). Master Builders Solutions. URL: <https://blog.master-builders-solutions.com/es/bim-en-el-sector-de-la-construccion>
23. Sanabria S. (2023) *Los 5 Beneficios de implementar la norma ISO 19650 en tu organización*. BIMtool. URL: <https://www.bimtool.com/Article/14988573/5-Beneficios-de-implementar-la-norma-ISO-19650-en-tu-organizacion>