

**Guía metodológica para la implementación de la metodología
Building Information Modeling (BIM) en empresas de
ingeniería en Colombia: enfoque práctico para proyectos de
diseño de infraestructura vial**



Contenido

Introducción / 3

Sección I

Antes de Comenzar / 5

- I. Definiendo BIM / 6
- II. Etapas y Actividades para la Implementación de la Metodología BIM / 7
- III. Pilares de la Implementación de la Metodología BIM / 8
- IV. Gestión del Cambio y la Implementación BIM / 9
 - A. Modelos de Gestión del Cambio para Implementación BIM / 11
 - B. Generalidades para la Gestión del Cambio BIM / 14
 - C. Gestión de las Comunicaciones en la Gestión del Cambio / 15
- V. Flujograma de Implementación BIM / 16

Sección II

Proceso de Implementación BIM / 17

1 Etapa de Inicio y Planeación Estratégica BIM / 19

- 1.1. Decisión de Implementación BIM / 20
- 1.2. Creación Comité Estratégico BIM / 20
- 1.3. Plan Estratégico BIM / 23
 - 1.3.1. Diagnóstico / 24
 - 1.3.2. Alineación de la Implementación BIM / 27
 - 1.3.3. Hoja de Ruta de la Estrategia BIM / 33

2 Etapa de Planeación de la Implementación / 36

- 2.1. Creación Equipo de Planeación BIM / 37
- 2.2. Plan de Implementación BIM / 38
 - 2.2.1. Plan Pilar Personas / 39
 - 2.2.2. Plan Pilar Procesos y Estándares / 43
 - 2.2.3. Plan Pilar Tecnología / 47
 - 2.2.4. Plan Proyectos Piloto / 50

3 Etapa de Desarrollo / 51

4 Etapa de Evaluación / 54

5 Actividades de Medición y Seguimiento / 57

Documentos y Plantillas de Referencia / 60

Conclusiones / 62

Recomendaciones / 64

Referencias / 66

Introducción



En el ámbito actual de la industria de la ingeniería en Colombia, la implementación de la metodología **Building Information Modeling** (BIM) se ha convertido en una necesidad ineludible para las empresas del sector. La creciente complejidad de los proyectos de construcción, la demanda de mayor eficiencia y productividad, así como la necesidad de minimizar errores y optimizar recursos, han impulsado la adopción de BIM como una solución integral y transformadora. En particular, la fase de diseño ha adquirido una importancia destacada, ya que es crucial mejorar la calidad de los diseños y asegurar una mayor constructabilidad y eficiencia en la ejecución de las obras.

En respuesta a esta necesidad, se ha desarrollado la “Guía metodológica para la implementación de la metodología **Building Information Modeling** (BIM) en empresas de ingeniería: enfoque práctico para proyectos de diseño de infraestructura vial”. Esta guía es el resultado de un ejercicio de investigación que incluye el análisis de información secundaria, entrevistas a profesionales con amplia experiencia y la verificación del contenido por parte de expertos.

La implementación exitosa de BIM tiene como objetivo mejorar los procesos y la productividad, lo cual, a largo plazo, garantizará un mayor nivel de competitividad en el mercado y contribuirá al desarrollo sostenible de la industria de la ingeniería en el país, impulsando la calidad de los proyectos y la eficiencia en la gestión de recursos. El propósito principal de esta guía es contribuir a la mejora de la competitividad de las empresas de ingeniería de infraestructura del sector de la construcción en Colombia, a través de la adopción de buenas prácticas a nivel organizacional, lo que resulta en una mayor eficiencia, calidad y precisión en la entrega de proyectos, y les permite diferenciarse y posicionarse mejor en la industria de la construcción.

La guía se presenta como un marco de referencia práctico para la adopción de BIM en las empresas de ingeniería en Colombia, haciendo hincapié en los aspectos organizacionales clave que deben considerarse para un correcto proceso de implementación. Además, se incluyen recomendaciones basadas en las mejores prácticas y lecciones aprendidas recopiladas durante la investigación.

Es importante tener en cuenta que esta guía no profundiza en los detalles técnicos de los procesos de ejecución de los proyectos, de modelación BIM ni en el manejo específico de *software*. Su enfoque principal se centra en las etapas y actividades necesarias para una implementación exitosa a nivel organizacional de la metodología BIM en empresas de ingeniería, para que pueda ser incorporada desde la fase de diseño de proyectos de infraestructura vial.

La guía metodológica se estructura en dos secciones principales. En la primera sección, “Antes de comenzar”, se presentan aspectos que se considera esencial que el lector conozca para un mejor entendimiento de las recomendaciones contenidas en el documento. En esta sección se abordan conceptos fundamentales y se proporciona un contexto necesario para comprender el proceso de implementación. Además, se incluye un flujograma que sirve como guía visual para comprender de manera secuencial las etapas y actividades requeridas. La segunda sección, “Proceso de implementación BIM”, constituye el núcleo de la guía metodológica. En esta sección se presentan de manera detallada las etapas y actividades recomendadas para llevar a cabo una implementación exitosa de BIM en las organizaciones. Cada etapa se describe, especificando las acciones necesarias y las consideraciones clave a tener en cuenta. Además, se proporcionan conclusiones y recomendaciones basadas en el análisis de la información recopilada.

Es fundamental aclarar que la guía metodológica proporcionada no pretende ser un documento normativo, sino más bien un instrumento de apoyo que ofrece recomendaciones de buenas prácticas para la implementación de BIM en empresas de ingeniería. Cada organización tiene la flexibilidad de adaptar las estrategias y enfoques según sus necesidades y contextos particulares. Asimismo, debido a la rápida evolución del entorno, se recomienda tratar esta guía como un documento vivo que requiere actualizaciones constantes para mantenerse relevante y efectiva en el tiempo.



Sección

Antes de Comenzar

En esta sección introductoria, se presentan aspectos clave que se considera esencial que el lector conozca para un mejor entendimiento de las recomendaciones contenidas en el documento y se proporciona un contexto necesario para comprender el proceso de implementación de la metodología BIM a nivel organizacional. Además, se incluye la definición de las etapas planteadas y un flujograma que sirve como guía visual para comprender de manera secuencial las actividades requeridas.

Las etapas y actividades necesarias para implementar BIM en organizaciones, se detallan en la sección dos del presente documento: “Proceso de implementación BIM”.

A continuación, se desarrolla esta sección en seis numerales mediante la definición BIM adoptada por los autores para la presente guía, la descripción general de las etapas y pilares propuestos para la implementación, la importancia de la gestión del cambio y de las comunicaciones dentro del proceso, y el flujograma de implementación BIM.

I. Definiendo BIM

BIM (*Building Information Modeling*), se caracteriza por su constante evolución y la inclusión de nuevas áreas de conocimiento, lo cual dificulta establecer una definición única o consensuada. Sin embargo, se pueden encontrar diferentes enfoques y perspectivas que ayudan a comprender su alcance y propósito.

El BuildingSmart España en su guía de usuarios BIM - BIM aplicado al patrimonio cultural, establece que “el acrónimo BIM (*Building Information Modeling*) hace referencia tanto a una metodología como a las herramientas destinadas a crear un sistema de información digital de un edificio asociado a su documentación gráfica, siendo ésta generalmente un modelo tridimensional del mismo. BIM es por tanto el conjunto de metodologías, procesos, herramientas y formatos digitales para la gestión de proyectos y obras de construcción, principalmente de edificación, pero también para obra civil. Es la integración digital de las características geométricas, físicas y funcionales de un edificio o conjuntos de ellos, total o parcialmente, que permite crear, mantener y modificar la información de un modelo digital a lo largo de su ciclo de vida”.

Para el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España, BIM (*Building Information Modeling*) “es una metodología de trabajo colaborativa para la gestión de proyectos de edificación u obra civil a través de una maqueta digital. Esta maqueta digital conforma una gran base de datos que permite gestionar los elementos que forman parte de la infraestructura durante todo el ciclo de vida de la misma”.

Para la presente guía metodológica, BIM se define como una metodología de trabajo colaborativo para la gestión de proyectos de construcción, mediante la integración, centralización y gestión de la información a través de modelos digitales. BIM actúa como una fuente confiable para la toma de decisiones, facilitando y optimizando el desarrollo de todas las etapas del ciclo de vida del activo, desde la planificación y diseño, hasta la construcción, operación y mantenimiento de infraestructuras.



II. Etapas y Actividades para la Implementación de la Metodología BIM

La presente guía recomienda y describe las etapas y actividades necesarias para la implementación exitosa de la metodología BIM en empresas. Para ello, se han tenido en cuenta las recomendaciones recopiladas de bibliografía de instituciones reconocidas en Colombia y en otros países, líderes en la industria de la construcción, así como las lecciones aprendidas y buenas prácticas de expertos del sector en la implementación de esta metodología.

Siguiendo la estructura recomendada por las fuentes mencionadas y las metodologías de transformación organizacional, especialmente las enfocadas en la gestión del cambio, se propone abordar el proceso de implementación mediante las siguientes etapas y actividades:

- 1. Etapa de inicio y planeación estratégica BIM:** en esta primera etapa, se abordan los criterios para la toma de decisión de la implementación BIM en la organización, de la cual parte la creación de un comité estratégico BIM de alto nivel que asegure su éxito. Posteriormente, se plantea la realización del diagnóstico y la definición de los alcances de implementación y los objetivos estratégicos para cerrar las brechas entre lo existente y lo deseado, asegurando la alineación con la estrategia general de la empresa. De acuerdo con los objetivos estratégicos planteados, la organización deberá definir la hoja de ruta de implementación BIM, identificando los recursos necesarios para llevar a cabo el proceso correspondiente.
- 2. Etapa de planeación de la implementación:** en esta etapa, se plantea la elaboración de un plan detallado que establezca las actividades a tener en cuenta para la implementación BIM, para lo cual se deberá conformar un equipo de planeación BIM, responsable de llevar a cabo la planeación de lo que se definió en el plan estratégico. En el proceso de planeación se deberán desarrollar los planes de implementación para los pilares de personas, procesos y tecnología y para los proyectos piloto, en los cuales se determinan los roles y responsabilidades de los miembros del equipo, se establecen los plazos y se asignan detalladamente los recursos necesarios.
- 3. Etapa de desarrollo:** durante esta etapa, se lleva a cabo la implementación práctica de BIM a través de la puesta en marcha de los planes desarrollados en la etapa anterior. Aquí se debe seleccionar y ejecutar el proyecto piloto y el equipo responsable, el cual se debe capacitar. Además, se fomenta la colaboración entre los distintos actores involucrados en el proyecto.
- 4. Etapa de evaluación:** en esta etapa se analizan los resultados obtenidos, se identifican los logros y las áreas de mejora y se realizan los ajustes necesarios para optimizar el uso de la metodología.
- 5. Actividades de medición y seguimiento:** se deben realizar de manera transversal durante todas las etapas del proceso de implementación, lo que permite realizar un seguimiento continuo de los avances, identificar posibles desviaciones y tomar medidas correctivas oportunas.



Teniendo en cuenta que la implementación BIM requiere un proceso de transformación organizacional, es de vital importancia que se integre con una adecuada gestión del cambio y su correspondiente inclusión de gestión de las comunicaciones, que permita un intercambio de información asertiva e integrar a todos los involucrados en el proceso. De esta manera se reducen las barreras para la implementación y la resistencia al cambio de las personas. Dada la importancia de la integración mencionada, en los numerales IV y V de la presente sección, se describen los lineamientos relevantes de la gestión del cambio y de la gestión de las comunicaciones.

Se presenta en la [Ilustración 1](#), un esquema ilustrativo del proceso general y sus etapas y actividades planteadas en la presente guía para la implementación de la metodología BIM en empresas de ingeniería.

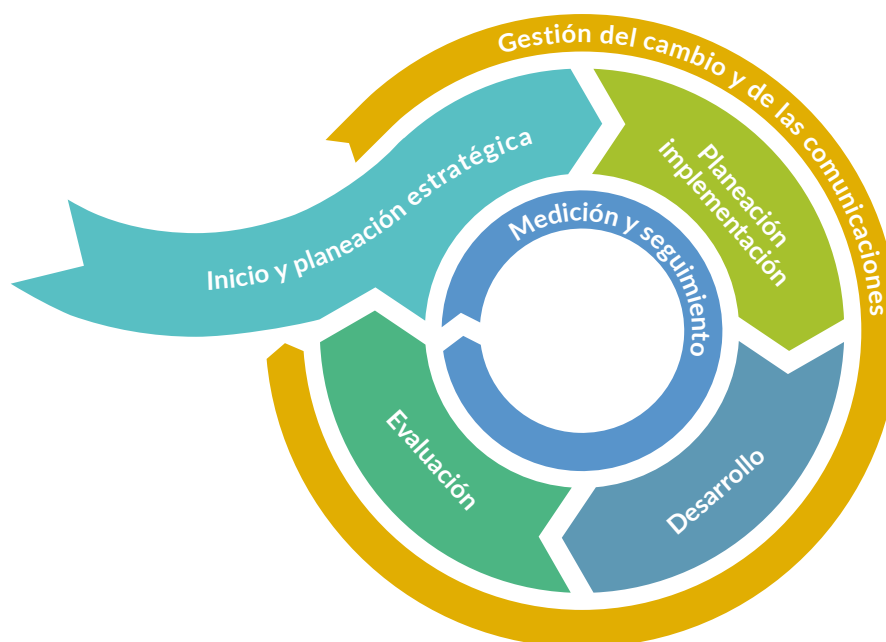


Ilustración 1. Proceso general de implementación BIM

Fuente: Elaboración propia

III. Pilares de la Implementación de la Metodología BIM

El proceso de implementación, desde su inicio, se realiza teniendo en cuenta tres pilares fundamentales para el logro de la transformación deseada, los cuales se complementan entre sí:

- **Personas:** son quienes logran los cambios y se beneficiarán de la metodología.
- **Procesos:** definen la estructura de la organización y documentan los lineamientos, las actividades y recursos de la implementación.

- **Tecnología:** la correcta definición y utilización de las herramientas tecnológicas permite la mejora de la eficiencia, colaboración y gestión de datos, lo que promueve la optimización de los procesos.

Se presenta en la [Ilustración 2](#), un esquema ilustrativo de los pilares de la implementación BIM.

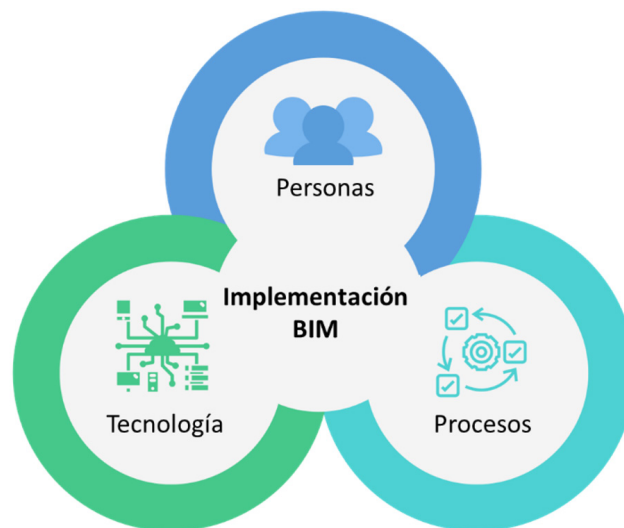


Ilustración 2. Pilares para implementación BIM

Fuente: Elaboración propia

IV. Gestión del Cambio y la Implementación BIM

El cambio es inevitable y es una condición inherente a la sociedad moderna, donde su relevancia se aumenta por la escasez de los recursos de tiempo y de dinero. Las crecientes presiones a las que se ven sometidas las empresas en un entorno económico cada vez más complejo y competido, exigen su adaptación y preparación constante para la transformación requerida a través de iniciativas. El éxito o fracaso de una iniciativa, no se da solo con su planificación, ejecución, seguimiento y evaluación, sino que se necesita de una gestión del cambio adecuada que asegure la sostenibilidad del cambio que permita entregar en el futuro los beneficios estratégicos deseados.

De acuerdo con el *Project Management Institute* (PMI) en su documento Gestión del cambio en las organizaciones: una guía práctica, “la gestión del cambio es un método exhaustivo, cíclico y estructurado para lograr la transición de individuos, grupos y organizaciones desde una situación actual a una futura con ventajas previstas para la empresa”. Es un proceso planificado que, a través de herramientas de seguimiento y control, contribuye a la mitigación de la resistencia al cambio de las personas.



En el entorno siempre existen causas que generan la necesidad de un cambio en las organizaciones: situaciones externas, requerimientos de tecnología, nuevas regulaciones gubernamentales o del sector. Una vez identificada la necesidad, el proceso de cambio comienza desde que el gobierno corporativo define la estrategia organizacional, continúa con la planeación de las iniciativas alineadas con dicha estrategia y se mantiene durante su implementación, seguimiento y evaluación.

Según Succar & Kassem (2016), "BIM (...) necesitará ser reclasificada de forma urgente - con base en su adopción transformadora - como una innovación organizacional caracterizada por la generación, la aceptación y la implementación de nuevas ideas, procesos, productos o servicios". De esta afirmación se puede correlacionar el significado de la adopción de la metodología BIM con sus implicaciones dentro de un proceso de cambio organizacional.

La implementación adecuada de BIM significa cambiar los procesos de la organización; no puede ser una iniciativa exclusiva de un departamento, ni ser realizada únicamente a nivel de proyecto o disciplina. Es por esto que el proceso se debe realizar de manera gradual, mediante etapas que permitan alcanzar el máximo nivel de madurez definido, evitando un impacto brusco en los procesos que, tanto las personas como la infraestructura existente, no puedan soportar. La implementación progresiva, acompañada de un plan de gestión del cambio, reduce las barreras de su adopción y la resistencia al cambio de las personas.

La Gestión del Cambio se aborda desde dos perspectivas principales: la organizacional y la individual. Para emprender la gestión del cambio desde el punto de vista organizacional, se destacan en la literatura los siguientes modelos:

- Modelo de los tres pasos de Kurt Lewin.
- Modelo de los ocho pasos de John Kotter.
- Modelo ADKAR de Jeff Hiatt.
- Modelo McKinsey 7-S de Robert Waterman y otros.

La mayoría de los modelos se basan en cinco etapas generales para su desarrollo:

1. Determinar de manera clara los objetivos del cambio.
2. Crear una estrategia de innovación y cambio.
3. Diseñar el cambio organizacional de la empresa.
4. Poner en marcha el cambio.
5. Mantener y consolidar el proceso de innovación.



Se presenta en la *Ilustración 3*, un esquema de las etapas generales de la gestión del cambio.

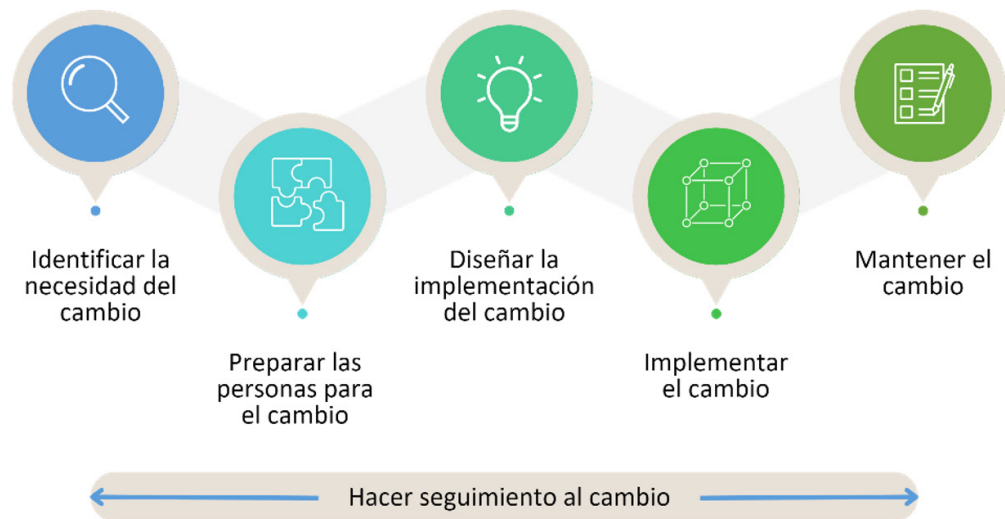


Ilustración 3. Etapas generales de la gestión del cambio

Fuente: Elaboración propia

A. Modelos de Gestión del Cambio para Implementación BIM

El cambio a nivel individual ha sido el menos estudiado, sin embargo, se encuentran algunos modelos que enfatizan su importancia para que el cambio organizacional sea exitoso, dentro de los cuales se destacan los modelos de Kotter (ocho pasos) y Hiatt (ADKAR), los cuales se asimilan al planteado por Lewin (los tres pasos), dado que se basan en el mismo pilar: personas.

A continuación, se realiza la descripción de los tres modelos enunciados anteriormente, los cuales, se recomiendan para la implementación de la metodología BIM y se sugiere, sean analizados por cada empresa y se evalúe si se ajusta a su estructura y cultura organizacional:

1. Modelo de los Ocho Pasos de John Kotter:

El modelo Kotter describe mediante ocho pasos las consideraciones para tener en cuenta en una organización para la gestión del cambio para garantizar el éxito de la transformación. Estos parámetros pueden ser aplicados para acompañar el proceso de implementación de la metodología BIM en la empresa. Según Kotter los ocho pasos son:

1. **Crear carácter de urgencia:** se trata de crear una atmósfera, una sensación de urgencia que transmita la necesidad de cambio para cumplir los objetivos estratégicos BIM planeados, motivando al personal de la empresa para obtener su apoyo.
2. **Conformar un equipo de élite:** para que el proceso de implementación BIM se lleve a cabo, se requiere la conformación de un equipo de élite con suficiente poder para

dar credibilidad al cambio y guiar la transformación, quienes deben tener habilidades y conocimientos específicos con alto grado de compromiso.

3. **Crear visión y estrategia para el cambio:** en procesos de transformación es común que se genere resistencia al cambio, por lo que es necesario establecer una visión clara, fácil de transmitir y cuyos beneficios sean comprensibles para la organización. Para que la visión se logre concretar, se deben desarrollar las estrategias y los objetivos correspondientes.
4. **Comunicar la visión:** un aspecto determinante para el éxito de la implementación BIM es divulgar constantemente su visión y estrategia, así como los avances de la transformación. Lo anterior, con el fin de lograr la interiorización en todas las áreas de la organización y mitigar la resistencia al cambio, afianzando el proceso de implementación.
5. **Incentivar la participación y eliminar barreras:** las personas de la organización comprometidas con el cambio se deberán incentivar dándoles crédito a través de la estructura jerárquica o incluyéndolas en el grupo promotor del cambio. A quienes se resistan al cambio se les deberá proporcionar capacitaciones particularizadas para concientizarlos de las implicaciones de no implementar los cambios. De otra parte, se deberán cambiar los sistemas y estructuras que impidan el progreso del cambio, incluyendo, de ser necesario, la estructura de la organización y sus procesos.
6. **Asegurar victorias a corto plazo:** no hay nada más motivador que el cumplimiento de metas. Un proceso de implementación BIM puede ser largo, por lo que asegurar la consecución de pequeñas victorias aporta a la credibilidad del cambio, refuerza el avance en el proceso y reafirman un correcto planteamiento de la visión y la estrategia. Uno de estos hitos debe corresponder a proyectos piloto que sean económicamente viables, que no requieran a quienes se resistan al cambio. Una vez se vayan logrando las victorias a corto plazo, se deberán comunicar eficientemente para dar visibilidad a los resultados y adicionalmente reconocer al equipo del proyecto su compromiso para alcanzar la meta.
7. **Consolidar logros y construir sobre cambios:** en implementaciones BIM se debe aprovechar la inercia de las pequeñas victorias para proponer más cambios, analizando los resultados y estableciendo los siguientes objetivos alcanzables, siendo cada vez más ambiciosos. El éxito de las victorias tempranas no implica la culminación de la implementación, por lo que se debe continuar de forma iterativa ajustando el plan a través de la mejora continua sobre la misma visión hasta que se consolide el cambio.
8. **Anclar el cambio a la cultura de la empresa:** una vez la metodología BIM haya sido implementada y adoptada por toda la organización, se debe garantizar que los nuevos procesos formen parte de las políticas y cultura de la organización para afianzar el cambio y su continuidad. Adicionalmente, toda la información y experticia adquirida durante el desarrollo de la implementación debe ser documentada y accesible para todos los miembros de la organización mediante una adecuada gestión del conocimiento. Enmarcado dentro del proceso de mejora continua, se requiere definir un programa de actualización de la implementación BIM, teniendo en cuenta posibles futuros cambios demandados.



2. Modelo de ADKAR de Jeff Hiatt:

Es un modelo para la gestión del cambio organizacional sustentado en la medición individual partiendo de la base que la empresa se comporta como lo haría un individuo. Su desarrollo se basa en las siguientes etapas:

- **A - Awareness: conciencia** de la necesidad del cambio y sus requerimientos para el cambio organizacional. Las personas deben ser conscientes de que el cambio las afecta, por lo que deben afrontarlo.
- **D - Desire: deseo** de generar y apoyar el cambio y participar de él. Las empresas pueden promover el deseo de cambio mediante incentivos.
- **K - Knowledge: conocimiento** acerca del cómo llevar adelante ese cambio. La capacitación y actualización de conocimiento son fundamentales para incentivar el cambio, a través del correcto desempeño de las nuevas tareas y procesos.
- **A - Ability: habilidad** para poder introducir el cambio con capacidad y destreza. Al implementar las nuevas capacidades y conocimientos, se integra en las prácticas y hábitos de las personas, evidenciando la eficacia del cambio y su éxito.
- **R - Reinforcement: reforzamiento** en el sentido de poder mantener el cambio implementado y fortalecerlo con el tiempo. Constantemente se debe reiterar la importancia y los beneficios de la transformación, sin dejar de reconocer los logros, realizando seguimiento y monitoreo que retroalimente el proceso.

Buscando que el cambio se gestione efectivamente y se sostenga en el tiempo, hay que resaltar la importancia de seguir un proceso secuencial y acumulativo para la obtención de resultados. Cada persona debe alcanzar las cinco etapas indicadas por el modelo.

3. Modelo de los Tres Pasos de Kurt Lewin:

Este modelo es uno de los favoritos para la gestión del cambio a pesar de su antigüedad y de que lleva tiempo implementarlo. Para su planteamiento, Lewin utilizó la analogía del hielo: un bloque de hielo tiene la forma del recipiente que lo contiene, convirtiéndose en agua al descongelarse y adoptando una nueva forma si se vuelve a congelar después de pasarlo a un recipiente diferente. Basado en lo anterior, planteó los siguientes tres pasos para afrontar la gestión del cambio:

- **Paso 1 - descongelamiento:** al salir del estado inicial los individuos se resisten a los cambios. Para lograr vencer esta resistencia (descongelar), primero hay que crear la necesidad del cambio a través de la motivación y una adecuada comunicación transmitiendo objetivos claros y los beneficios que se obtendrán con la transformación. En este paso se realiza la planificación para el cambio.
- **Paso 2 - transición o cambio:** se pasa el líquido a otro recipiente; en este paso se realizan todas las actividades para que el cambio ocurra, realizando acompañamiento y seguimiento a través de un buen liderazgo y comunicación permanente, brindando seguridad ante la incertidumbre intrínseca del proceso.
- **Paso 3 - congelamiento:** el líquido se vuelve a congelar en su nuevo recipiente tomando su nueva forma; luego de que el cambio ha sido aceptado e implementado con éxito y afianzado en la cultura de la empresa, se puede decir que el cambio fue efectivo (congelamiento).



Este modelo es ordenado y controlado; se define la forma que tendrá el bloque de hielo y siempre está condicionado por la necesidad de cambio, por lo que el proceso nunca termina. En el futuro con nuevos requerimientos será necesario descongelar nuevamente los procesos, gestionar el cambio y volver a congelar retomando el ciclo propuesto.

B. Generalidades para la Gestión del Cambio BIM

Para el proceso de implementación de la metodología BIM, dentro del marco de la gestión del cambio que lo debe acompañar transversalmente, se deben tener en cuenta los siguientes lineamientos y actividades:

- Una buena gestión del cambio debe ser liderada por los altos mandos de la empresa y los líderes de área, por lo que para la promoción del cambio en la implementación de la metodología BIM, es imprescindible la participación activa y el compromiso del comité de planeación BIM conformado por el promotor, el experto BIM, el líder BIM y los líderes de área, quienes deben generar cercanía y ser garantes de los intereses de las áreas.
- Antes de iniciar la planeación estratégica BIM de la organización, se debe incorporar en el proceso la gestión del cambio, generando confianza en las personas, haciéndoles entender que la implementación BIM es una oportunidad de aprendizaje que va a mejorar su productividad y no las va a afectar negativamente. Se deberá divulgar a la organización los conceptos y el estado actual de la metodología BIM en el mundo, resaltando la importancia de su adopción.
- Se debe definir un canal y un plan de comunicaciones que permita mantener informados a todos los involucrados. Comunicar permanentemente durante la implementación del cambio, es fundamental para mitigar la resistencia al cambio y motivar al personal de la empresa. Se debe informar claramente acerca de aspectos como la visión, objetivos, avances, resultados, beneficios, reconocimientos, lecciones aprendidas, entre otros.
- Se deben establecer objetivos a corto plazo que sean de fácil cumplimiento, para lo cual se fracciona el objetivo principal definido estratégicamente. Lo anterior se realiza con el desarrollo de proyectos piloto cuya culminación se materialice en victorias tempranas que motiven y den confianza al proceso.
- Se deben construir estrategias dentro del marco de la cultura organizacional para la promoción del cambio que permita la reducción de barreras y generar apertura.
- Es fundamental generar el involucramiento, compromiso y sentido de pertenencia del personal de la organización en el proceso del cambio, a través de su participación activa, independientemente de los roles que desempeñan.
- Se debe tener en cuenta que la gestión del cambio conlleva una planeación, ejecución, seguimiento y evaluación para un adecuado desarrollo de mejora continua.
- Se debe fortalecer las habilidades blandas del personal para fomentar el trabajo colaborativo y una comunicación asertiva.
- Se requiere generar reconocimiento a las personas comprometidas con el cambio mediante incentivos como promoción laboral, salario emocional, formación, reconocimiento económico, entre otros.



- Se requiere generar una estrategia de pares: darle la validez y la importancia a las personas que llevan mucho tiempo en la organización y que tienen la experiencia, para que aprendan de la metodología y que las personas que la conozcan puedan aprender de la experiencia del par.
- Tener estándares no garantiza la implementación BIM en la compañía, es la estrategia de gestión del cambio la que garantiza la implementación dentro de la operación.

La selección de un modelo para la gestión del cambio debe tener en cuenta su alineación con las características de la empresa y debe complementarse con otros marcos de referencia de acuerdo con sus necesidades. Una buena gestión es la clave.

La adopción de la metodología BIM alineada a un plan de gestión de cambios, beneficia la transición y puede garantizar que BIM se vuelva parte de la cultura de la organización.

C. Gestión de las Comunicaciones en la Gestión del Cambio

Como se mencionó anteriormente, en un proceso de cambio organizacional, como lo es la implementación de la metodología BIM, la comunicación asertiva permanente es clave. Por esta razón, es necesario desarrollar un plan de gestión de las comunicaciones a través de la gestión del cambio para asegurar un intercambio de información correcto e integrar a todos los involucrados en el proceso.

El plan de gestión de las comunicaciones debe definir los procedimientos, estrategias y herramientas necesarias para una comunicación efectiva y oportuna, y debe incluir aspectos como la descripción del emisor, mensaje, canal, receptor, frecuencia de transmisión, medio de almacenamiento de la información e identificación y vinculación de todos los actores que participan en el proceso de implementación.

Comunicar adecuadamente cómo se integrará la metodología BIM al resto de la organización y sus beneficios es un desafío y una tarea permanente. Por lo tanto, es importante mantener canales disponibles para una comunicación constante y propender por un mejor entendimiento, lo que aumentará la probabilidad de éxito de la adopción de la metodología BIM. Divulgar los éxitos obtenidos en el desarrollo de los primeros proyectos (victorias tempranas) dará visibilidad a los resultados en toda la organización, motivando a todo el personal y otorgando credibilidad al proceso de cambio.

La gestión de las comunicaciones se deberá planear tanto para el proceso del cambio organizacional, como para el desarrollo de los proyectos adoptando la metodología BIM.

La gestión del cambio y su correspondiente gestión de las comunicaciones son elementos transversales al proceso de implementación BIM en organizaciones, por lo que están inmersas en cada una de las etapas y actividades propuestas en esta guía, desde la conformación del comité estratégico BIM.



V. Flujograma de Implementación BIM

Se presenta en la [Ilustración 4](#), un flujograma que resume de manera visual el proceso de implementación propuesto en esta guía metodológica. El flujograma proporciona una representación clara y secuencial de las etapas y actividades clave involucradas y la integración de la gestión del cambio y de las comunicaciones durante todo el proceso para una implementación exitosa de BIM. Cada etapa y actividad se encuentra interconectada y presenta una progresión lógica que guía a la organización a lo largo del proceso. Es importante tener en cuenta que el flujograma debe adaptarse a las necesidades y características específicas de cada organización, y servir como una guía flexible y personalizable para alcanzar los objetivos estratégicos establecidos.

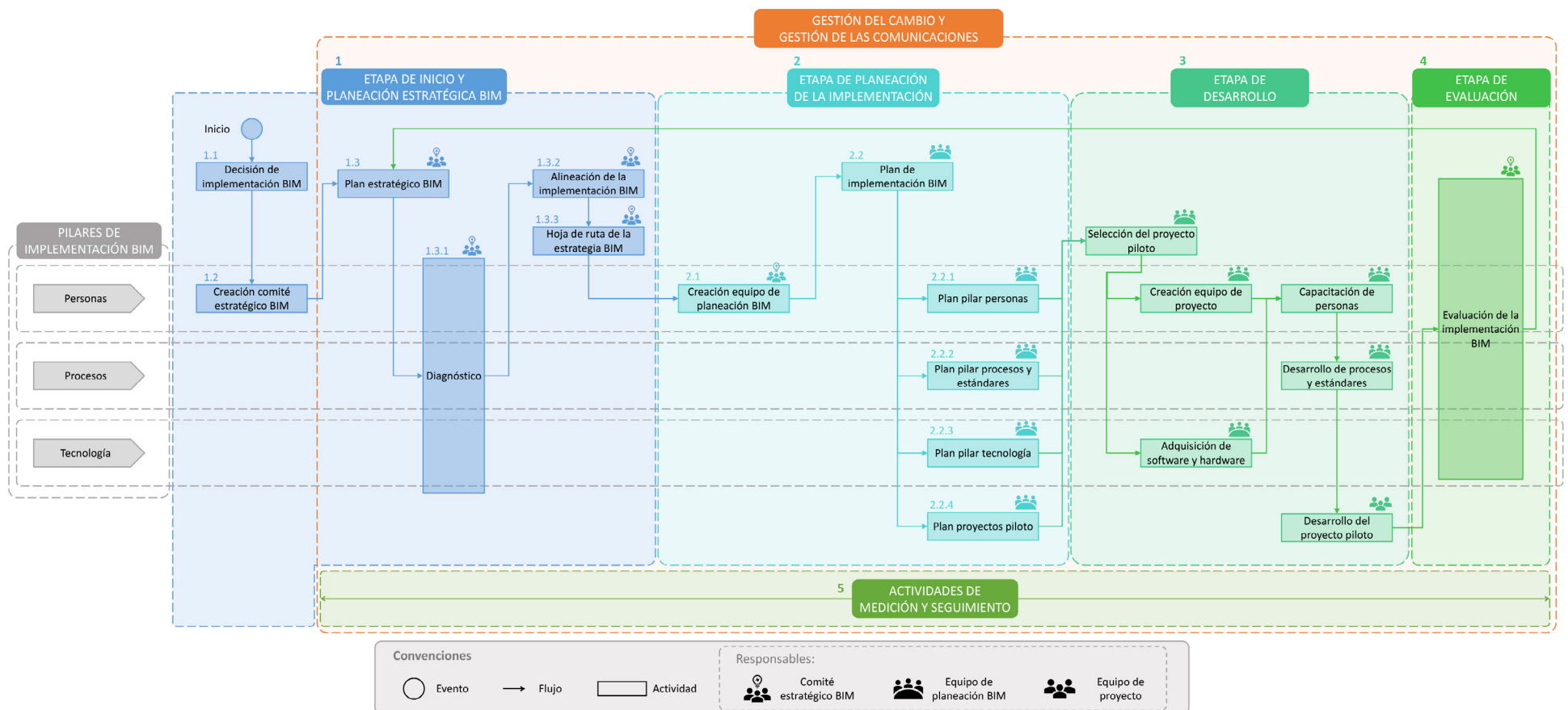


Ilustración 4. Flujograma de implementación BIM

Fuente: Elaboración propia

Sección



Proceso de Implementación BIM



Esta sección constituye el núcleo de la guía metodológica; se presentan de manera detallada las siguientes etapas y actividades recomendadas para llevar a cabo una implementación exitosa de BIM en las organizaciones:

1. **Etapas de Inicio y Planeación Estratégica BIM**
2. **Etapas de Planeación de la Implementación**
3. **Etapas de Desarrollo**
4. **Etapas de Evaluación**
5. **Actividades de Medición y Seguimiento**

Cada etapa y actividad se describe, especificando las acciones necesarias y las consideraciones clave a tener en cuenta. Además, se proporcionan **Conclusiones y Recomendaciones** basadas en el análisis de la información recopilada. Como anexo a la guía metodológica, se presentan **Documentos y plantillas de referencia**, los cuales se consideran un recurso importante y una fuente adicional de información y apoyo para que las empresas tengan en cuenta durante su proceso de implementación BIM.

La estructura y contenido propuestos en esta guía son el resultado de la investigación realizada, la cual se basó en análisis de información de fuentes secundarias y de entrevistas a profesionales con amplia experiencia. En el apartado Documentos y Plantillas de Referencia, se relacionan algunas guías de implementación, las cuales se presentan como anexo de la presente guía en la carpeta **00. Guías de implementación BIM**.



1

Etapa de Inicio y Planeación Estratégica BIM

En esta primera etapa, se abordan los criterios para la toma de decisión de la implementación BIM en la organización, la posterior creación de un comité estratégico BIM de alto nivel y el desarrollo de la planeación estratégica BIM alineada con la estrategia general de la empresa, cuyo resultado es la definición de la hoja de ruta de implementación BIM.

1.1. Decisión de Implementación BIM

Normalmente la decisión de las empresas para realizar la implementación BIM, se da por requerimientos del mercado impuestos por privados o desde el sector público (mandatos nacionales). Sin embargo, algunas organizaciones realizan la adopción conscientes de sus beneficios buscando la mejora de su productividad, automatización de procesos y retorno de su inversión.

Para aquellas organizaciones que duden de la inversión en la implementación BIM en sus procesos, se recomienda la realización de un **Business Case**, el cual deberá incluir entre otros los siguientes criterios:

- Resumen ejecutivo del caso de negocio.
- Antecedentes (contexto).
- Impulsores de la implementación y declaración del problema.
- Metas y objetivos deseados.
- Uso(s) BIM propuestos.
- Análisis costo/beneficio: beneficios y costos estimados, evaluación de riesgos y suposiciones.
- Línea de tiempo de implementación.
- Recomendaciones finales.

En el apartado Documentos y Plantillas de Referencia, se relaciona una plantilla tipo para la realización de un **Business Case**, la cual se presenta como anexo de la presente guía en la carpeta **01. Business Case**.

1.2. Creación Comité Estratégico BIM

Una vez se toma la decisión de implementación de la metodología BIM por parte del gobierno de la empresa y se comunica la necesidad y urgencia del cambio, se debe crear un comité estratégico BIM (equipo élite) para planear el proceso de adopción. Este comité deberá ser integrado por personas influyentes que representarán a la organización y a cada una de sus áreas afectadas guiando la transformación, por lo que debe contar con poder suficiente para que dé credibilidad al proceso de cambio que se va a emprender.



El comité estratégico BIM deberá incluir representación de la alta dirección de la empresa (promotor - sponsor), así como de los mandos medios de las áreas funcionales de la empresa e integrantes con conocimientos y experiencia en procesos de implementación BIM. En el caso de no contar dentro de la organización con profesionales con conocimientos BIM, se recomienda buscar asesoría con expertos externos que integren el comité.

El comité BIM tiene las siguientes funciones y responsabilidades:

- Identificar los niveles deseados de madurez BIM.
- Desarrollar el plan de alto nivel (estratégico) para la organización, definiendo dentro de este la misión y visión BIM y objetivos correspondientes.
- Acompañar la auditoría del estado de la empresa.
- Definir la hoja de ruta para la implementación BIM, incluyendo la estimación del esfuerzo (tiempo de recursos) requerido y el cronograma potencial.
- Promover la adopción y cambio BIM organizacional.
- Manejar la resistencia al cambio.
- Defender la planeación BIM en la organización.
- Gestionar y proporcionar acceso a recursos requeridos para la implementación.
- Monitorear el progreso de la implementación BIM.

El comité estratégico BIM estará entonces, conformado por los siguientes integrantes para los que se señalan a continuación, su rol, responsabilidades y perfil:

- **Promotor - Sponsor:** es el representante de la alta dirección con alta influencia dentro de la empresa para tener constante comunicación con directivos para, entre otros objetivos, asegurar acceso a los recursos requeridos para el correcto proceso de implementación (tiempo, fondos, personal e infraestructura). Incluir un representante del gobierno corporativo facilita la toma de decisiones claves en el proceso de implementación.

El promotor debe tener habilidades de persistencia, negociación, empatía y es el responsable de promover la adopción y el cambio BIM organizacional.

- **Experto BIM:** asesor interno o externo con experiencia en implementación de la metodología BIM en empresas del sector, quien es el encargado de guiar todo el proceso.

Una empresa que inicia su proceso de adopción BIM requiere de la experiencia y conocimiento específico de un experto BIM externo (consultor) que realice el diagnóstico, ayude a definir la estrategia de implementación y acompañe el proceso correspondiente. Deberá tener formación académica específica y amplia experiencia en implementación y asesoría en empresas que ejecuten proyectos afines al *core* de la empresa, en procesos BIM y procesos estratégicos de transformación digital.

El experto BIM (consultor) lidera la recopilación de información de procesos, flujos de trabajo, personas y realiza el diagnóstico de la empresa, a partir del cual, se plantea la hoja de ruta de la implementación BIM y acompaña su correspondiente adopción.

- **Líder BIM:** es la persona encargada de liderar el proceso de implementación BIM, es importante que conozca en detalle los procesos de la compañía.



La vinculación del líder BIM a la empresa puede ser interna o externa, pudiendo como externo integrar el comité de planeación para asesorar y acompañar la etapa inicial. Sin embargo, para la etapa de desarrollo es importante que el líder BIM sea alguien interno para que el conocimiento adquirido en el proceso se quede en la empresa.

El líder BIM idealmente debe tener formación de pregrado en carreras afines a la industria, estudios de posgrado en gerencia de proyectos, formación BIM, experiencia en gerencia de proyectos, en ejecución de proyectos en el área del *core* de la empresa, con manejo de procesos y conocimientos de tecnología. En cuanto a habilidades, sobresale su liderazgo a través de la asertividad en la comunicación, manejo de conflictos, empatía, capacidad de motivación, gestión de recursos, entre otros.

El líder BIM coordina las áreas gestionando la documentación (estándares y procesos), los cambios y la calidad del proceso, motiva al equipo de trabajo para realizar la implementación en conjunto y sostenerla en el tiempo gestionando la resistencia al cambio. Es el responsable del avance del proceso de implementación en cumplimiento de los objetivos definidos, gestionando oportunamente los recursos requeridos.

- **Jefes de área:** su involucramiento es necesario para manejar la resistencia al cambio que pueda ocurrir a lo largo de la implementación BIM. Son los responsables de la operación de su área y del logro de las metas que se establezcan en el proceso de implementación de la metodología.

Para un correcto proceso de implementación BIM dentro de una organización, se requiere de dos de los roles importantes descritos anteriormente para guiar la adopción de la mejor manera: un experto BIM (consultor) externo, con experiencia en procesos de implementación y un líder BIM con conocimiento de los procesos internos de la empresa. La decisión de contratación de uno o los dos roles, depende del conocimiento BIM dentro de la organización (madurez BIM) y del análisis de factores como la visión, el tamaño de la empresa, el *core* del negocio y los Usos BIM definidos.

Sin embargo, se recomienda que, para aquellas empresas que toman la decisión de iniciar la implementación BIM y para las que cuentan con un nivel de madurez bajo, se contrate un tercero experto como “ojo externo” imparcial, que realice los diagnósticos y ayude a plantear la estrategia de implementación. Las ocupaciones del personal de la empresa, propias de las obligaciones laborales en los proyectos en ejecución, pueden dificultar el correcto proceso de implementación, por lo que tener un externo permite avanzar en las fases iniciales, teniendo en cuenta además que un líder BIM por lo general, no domina todos los temas necesarios. Muchos empresarios reconocen que contratar un experto externo (consultor) para guiar al personal interno, acelera el proceso de adopción de la metodología BIM.

La contratación de un experto externo (consultor) no reemplaza la necesidad de formar e incluir al líder BIM en el comité de planeación, teniendo en cuenta que este profesional será quien encabece el proceso de implementación. El líder BIM es una persona estratégica que gestiona, además, el proceso de conocimiento BIM dentro de la organización.



1.3. Plan Estratégico BIM

Teniendo en cuenta que la implementación de la metodología BIM es un proceso de transformación organizacional y que cada empresa es diferente, una vez tomada la decisión de implementar BIM y formalizada la creación del comité estratégico BIM, se debe realizar un plan estratégico BIM donde se incluya la misión, visión, los objetivos, indicadores claves de la gestión y recursos. Para su estructuración es importante alinearse con la estrategia general de la empresa, su cultura organizacional, sus procesos, estándares y normativa requerida. La realización del plan estratégico requiere un liderazgo constante y debe tener en cuenta un cambio gradual en los procesos de la organización.

El proceso de planeación estratégica BIM se puede establecer en tres pasos principales:

- **Diagnóstico / Valoración:** analizar el estado actual de la empresa y sus procesos para identificar sus capacidades actuales.
- **Alineación:** establecer el alcance, nivel y Usos para los cuales la empresa implementará BIM, así como la definición de la misión y visión BIM estratégicos.
- **Hoja de ruta de la estrategia BIM:** desarrollar la estructura general en un primer nivel, para la planeación en el tiempo, del proceso de implementación BIM, para que posteriormente, a partir de lo aquí definido, se identifiquen las actividades específicas según los objetivos estratégicos.

Se presenta en la [Ilustración 5](#), un esquema del proceso de planeación estratégica BIM.



Ilustración 5. Proceso de planeación estratégica BIM

Fuente: Elaboración propia

1.3.1. Diagnóstico

Como se mencionó anteriormente, cada empresa es única, por lo que para una correcta estrategia de implementación, se requieren procesos a la medida, teniendo en cuenta además su forma particular de operar, afrontar sus procesos, sus necesidades y características propias. Por esta razón, antes de realizar la planeación de implementación, se debe desarrollar el diagnóstico de la organización para documentar su situación actual, haciendo énfasis en tres pilares fundamentales para la implementación BIM: personas, procesos y tecnología. El éxito de la implementación dependerá del estudio de sus flujos actuales, para definir nuevos procesos apoyados en los existentes, enmarcado en el **core** de negocio y los objetivos estratégicos BIM.

El diagnóstico inicia con el análisis documental, seguido de recolección de información a través de entrevistas y encuestas, observación de procesos, flujos de trabajo y funcionamiento de las áreas y levantamiento de infraestructura existente (*software, hardware* y espacios de trabajo). Las entrevistas y encuestas se deben realizar a personal de los diferentes niveles jerárquicos, incluyendo directivos, líderes y equipos de trabajo de cada área, por lo que la recopilación de información se recomienda que sea de manera presencial en las instalaciones de la empresa y utilizando un lenguaje simple.

El diagnóstico es liderado por un experto BIM (consultor) que se recomienda sea externo para garantizar su imparcialidad. El consultor se encarga de recopilar información sobre el estado actual de la empresa en relación con el contexto BIM, incluso si no está directamente relacionada con actividades específicas de BIM.

Las encuestas y entrevistas se realizan a los siguientes grupos:

- **Responsables de la toma de decisiones estratégicas (directivos de primer grado):** el objetivo principal es comprender la visión, la misión, los valores, las implicaciones del entorno del sector y los objetivos y las estrategias de la empresa, para posteriormente poder definir la alineación que se le debe dar a la implementación.
- **Directivos y líderes de áreas:** dado que con la implementación de la metodología BIM, los procesos cambian, es importante la identificación de los alcances del área, responsabilidades y flujos de trabajo actuales.
- **Responsables de la realización de tareas operativas:** pueden detectar, desde la experiencia práctica, cuáles son las oportunidades para mejorar.

Es importante tener en cuenta que las respuestas en las encuestas pueden presentar sesgos por conflicto de intereses, dado que su valoración es cuantitativa.

1.3.1.1. Diagnóstico por Pilares

- **Pilar de personas:**

Para el pilar de personas, se contempla un levantamiento de perfiles y roles existentes, formación, capacidades, conocimientos específicos, habilidades y responsabilidades, así como la productividad y las dinámicas del equipo de trabajo. En esta actividad se identifican aquellos perfiles con potencial para participar en el proceso de implementación, documentando también las fortalezas del resto del personal para posibles reubicaciones.



- **Pilar de procesos:**

En el diagnóstico para el pilar de procesos, se contempla un levantamiento de los principales procesos de la empresa, de los flujos, del funcionamiento de las áreas internas, de los estándares, guías, normas e indicadores organizacionales. Esto, con la finalidad de evaluar la posible afectación que puedan tener estos parámetros dentro del proceso de implementación BIM.

- **Pilar de tecnología:**

En el diagnóstico para el pilar de tecnología, se contempla un levantamiento del *software* existente y su interoperabilidad, del estado y especificaciones de los computadores y otros equipos y de las características técnicas para el almacenamiento y el intercambio de datos. Se tendrá en cuenta además, el mapa de procesos de la empresa y sus proveedores.

1.3.1.2. Madurez y Capacidad BIM. Herramientas de Diagnóstico

La madurez BIM se refiere a la capacidad de una empresa para desarrollar productos y/o servicios BIM de manera repetitiva y con alta calidad. Es un término utilizado para evaluar el nivel de aptitud de una organización en el ámbito del modelado de información de construcción.

Para determinar el nivel de madurez y la capacidad BIM, existen herramientas con un enfoque basado en cuestionarios que permiten identificar las capacidades actuales de la empresa en diversos aspectos. Estas herramientas evalúan los procesos de la organización, la gestión de la información, el conocimiento de *software* y las habilidades del personal, así como el nivel de estandarización y la experiencia en la implementación de BIM.

A continuación, se describen algunas matrices de madurez y capacidad BIM:

- **Matriz de madurez y capacidad BIM de Bilal Succar (BMMI):** corresponde a un modelo para evaluar de manera integrada la tecnología, los procesos y las políticas de una empresa dentro de un ambiente BIM, para lo cual presentan dos conceptos: capacidad BIM y madurez BIM:
 - (a) La capacidad BIM la define como las habilidades que tiene la empresa para desempeñar una tarea o entregar un servicio o producto BIM efectiva y eficientemente con resultados medibles.
 - (b) La madurez BIM la define como la calidad, repetibilidad y grado de excelencia con el que se ejecutan los servicios BIM, de acuerdo con la capacidad BIM disponible. La madurez BIM se evalúa mediante el índice de madurez BIM, que lo clasifica en cinco niveles:
 - (a) inicial/ad-hoc
 - (b) definido
 - (c) administrado
 - (d) integrado
 - (e) optimizado.
- **Matriz de madurez de Penn State:** tiene el propósito de evaluar la madurez de la empresa en cuanto a los elementos de planeación BIM: estrategia, Usos BIM, procesos, información, infraestructura y personal. Su escala de evaluación por ítem va de cero



(0) a cinco (5), partiendo de una inexistencia o no uso del parámetro en estudio y llegando hasta un estado optimizado dentro de la estructura corporativa.

- **Matriz de madurez de BuildingSMART:** es una herramienta para ayudar a la empresa a medir la comprensión que tiene sobre BIM y para orientarla a llegar al siguiente nivel, mediante la evaluación de aspectos de adopción BIM dentro de sus proyectos, la identificación de éxitos y áreas a mejorar y la definición de sus capacidades actuales.
- **Matriz de diagnóstico de SIBIM Argentina:** permite evaluar el estado de la situación actual de la empresa de acuerdo con aspectos relacionados con procesos de implementación (estrategia y objetivos de la implementación BIM) y con un diagnóstico pre-BIM donde se captura la información de prácticas actuales y expectativas de procesos, roles, equipos de trabajo, recurso humano, capacitación y recursos físicos y tecnológicos.
- **Modelo de madurez del Reino Unido:** es una herramienta que mide la madurez BIM a partir del cumplimiento de especificaciones dadas por los siguientes niveles:
 - **Nivel 0:** uso de diseño asistido por computador (CAD) no administrado.
 - **Nivel 1:** uso de CAD administrado en formato 2D o 3D, compromiso con estándares de la industria y administración mediante finanzas independientes y un paquete de administración de costos.
 - **Nivel 2:** uso de entorno 3D administrado con ejecución en herramientas de disciplinas separadas con datos paramétricos y comerciales e integrados a través de una interfaz propia de la empresa o de un *software* personalizado.
 - **Nivel 3:** uso de un proceso interoperable abierto e integrado mediante datos en formato para intercambio de información administrado por un servidor modelo colaborativo.

Existen otras referencias y herramientas que apoyan la realización del diagnóstico, por lo que el equipo encargado debe tomar esta decisión con base en las características particulares de la organización. Estas decisiones incluyen la selección y aplicación de las herramientas adecuadas para medir la capacidad y el nivel de madurez BIM actual, resultados que sirven como punto de partida para la definición del alcance y la planeación de la implementación BIM.

El siguiente paso consiste en comparar el nivel de madurez actual con los objetivos BIM estratégicos que deben ser definidos por la alta gerencia. Estos objetivos deben estar alineados con la visión y los valores de la organización, y establecen la dirección y los beneficios que se esperan lograr con la implementación de BIM.

En el apartado Documentos y Plantillas de Referencia, se relacionan algunos formatos y guías de consulta para realizar el diagnóstico y la evaluación de madurez BIM, los cuales se presentan como anexo de la presente guía en la carpeta **02. Matriz de Madurez**.

1.3.1.3. Entregables del Diagnóstico

Para concluir el diagnóstico de la organización, se genera un informe que debe incluir, entre otros aspectos, los siguientes:

- Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas.
- Cualidades de la organización, gestión, comunicación e innovación, teniendo en cuenta los objetivos y los recursos disponibles.



- Utilización de estándares, protocolos, guías, normas e indicadores.
- Utilización de *software* e interoperabilidad.
- Características de las computadoras y otros equipos.
- Condiciones de almacenamiento e intercambio de datos.
- Conocimiento de BIM, motivación y productividad del equipo de trabajo.
- Roles y dinámicas del equipo de trabajo.
- Interacción con otros organismos locales, regionales e internacionales.

1.3.2. Alineación de la Implementación BIM

Una vez la organización haya realizado el diagnóstico de su situación actual, el comité estratégico BIM establece el alcance deseado para la implementación, identificando el nivel de madurez BIM y capacidad BIM a alcanzar, los Usos BIM a desarrollar y sus correspondientes objetivos. Esta definición delimita el alcance de la implementación.

Las capacidades inherentes de la organización como experiencia, conocimiento y habilidades son algunas de las competencias que deben ser consideradas cuando se defina el alcance deseado.

El alcance de la implementación BIM, definido por el comité, debe generar valor adicional al que aportan las metas, la misión y la visión generales de la empresa. Con esta identificación y definición, se asegura la congruencia entre la estrategia de la alta dirección a través de la alineación de la implementación BIM.

Basados en las definiciones anteriores, se establece la misión BIM, la cual debe ser clara y tener en cuenta las justificaciones y el propósito de la organización para implementar BIM y los beneficios que la adopción de los procesos BIM aportan a la misma.

Igualmente, con la definición de la proyección futura de la empresa con la implementación BIM, como factor esencial para el éxito del proceso, se define una visión BIM, la cual se debe posicionar como una declaración fuerte para que le permita mantenerse en el tiempo, estableciendo hitos y metas claras. Una visión clara, sólida y bien articulada, define hacia dónde se dirige la empresa y evita malgastar recursos.

Definición de Usos BIM

En el numeral 1.3.1.2 “Madurez y Capacidad BIM. Herramientas de Diagnóstico”, se han establecido las definiciones de capacidad y nivel de madurez BIM y se han presentado algunas referencias de herramientas para calificar su estado actual y el deseado de la organización. Otro aspecto importante a tener en cuenta en la planeación estratégica es la definición de los Usos BIM que la empresa desea implementar, pues estos criterios en conjunto delimitan el alcance de la implementación BIM.

Un Uso BIM se define como un método para implementar BIM durante el ciclo de vida de un activo para lograr uno o más objetivos específicos. Los Usos BIM se clasifican principalmente en función del propósito de implementar BIM y se pueden presentar en diferentes fases del ciclo de vida del activo. Dependiendo de la actividad económica que realiza la empresa y los proyectos que planea desarrollar a futuro, se seleccionan los Usos BIM en los que se debe enfocar.



Es de suma importancia que los miembros del equipo entiendan el uso futuro de la información que van a desarrollar, debido a que esto puede impactar los métodos empleados para desarrollar el modelo, o identificar inconvenientes en controles de calidad relacionados con la precisión de los datos para tareas que dependen de la información.

La empresa, dentro de su planeación estratégica BIM, debe definir los Usos BIM a desarrollar, para que basados en estos, se concreten los objetivos específicos para la fase de implementación de la metodología BIM en los procesos organizacionales.

De acuerdo con la Universidad Estatal de Pensilvania (*Pennsylvania State University - Penn State*), existen veinticinco (25) Usos BIM estructurados y distribuidos en las etapas del ciclo de vida del activo, de los cuales para efectos de la presente guía, quince (15) de estos definen el alcance de las actividades BIM para proyectos de infraestructura vial en sus etapas de preinversión e inversión, específicamente para las fases de prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos.

En la [Ilustración 6](#), se muestra la clasificación de los 25 Usos BIM, de acuerdo con su aplicabilidad por etapa del ciclo de vida del activo, resaltando en color los 15 que se desarrollan en las fases de planeación y diseño.

Planeación y diseño			Construcción	Operación
Prefactibilidad	Factibilidad	Diseños definitivos		
1. Modelado de condiciones existentes				
2. Estimación de costos				
3. Planeación de fases				
4. Programación				
5. Análisis de sitio				
6. Revisión de diseño				
7. Autoría de diseño				
		8. Análisis de energía		
		9. Análisis estructural		
		10. Análisis de iluminación		
		11. Análisis mecánico		
		12. Análisis de ingeniería		
		13. Análisis de sustentabilidad		
		14. Validación de normas		
		15. Coordinación 3D		
			16. Planificación de obra	
			17. Diseño sistemas constructivos	
			18. Fabricación Digital	
			19. Control de obra	
			20. Modelación as-built	
				21. Mantenimiento preventivo
				22. Análisis de sistemas
				23. Gestión de activos
				24. Gestión de espacios
				25. Planeación emergencias

Ilustración 6. Usos BIM

Fuente: Adaptación de Penn State



Teniendo en cuenta la relevancia que tiene para la organización y para su planeación estratégica BIM, la selección de los Usos BIM a ser implementados con el fin de encauzar sus esfuerzos y optimizar sus recursos, a continuación, se realiza la descripción de los Usos BIM definidos por **Penn State** para las fases de prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos, incluyendo su definición, recursos demandados, competencias de personal requeridas y tipos de información vinculados.

Uso BIM Modelado de condiciones existentes:

Aplicable para las fases de: prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos

Consiste en el desarrollo de un modelo 3D que contenga las condiciones existentes de un terreno o un activo, mediante la conformación de una nube de puntos alimentada por captura de datos en sitio con diferentes niveles de precisión de acuerdo con las exigencias del proyecto y la fase en la que se encuentre. Este Uso aumenta la eficiencia y precisión de la documentación de las condiciones existentes, provee documentación del entorno para futuros usos, ayuda en el futuro modelado y coordinación de diseño 3D.

Para este Uso se requiere de recursos de *software* para modelamiento BIM, *software* para manipulación de nube de puntos de escaneo láser, escaneo láser 3D y equipo convencional de levantamiento. Para las competencias del equipo se necesita de habilidad para manejar, navegar y revisar un modelo 3D, conocimiento de herramientas de autoría BIM, de escaneo láser 3D y de levantamiento convencional.

Uso BIM Estimación de costos:

Aplicable para las fases de: prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos

Proceso mediante el cual se utiliza BIM para la generación precisa de cantidades de materiales y estimación de costos del proyecto a través del análisis de precios unitarios (APU). También habilita a los diseñadores a ver los efectos de sus cambios en costos de manera oportuna, lo que puede ayudar a disminuir sobrecostos excesivos producidos por modificaciones.

Este Uso permite obtener cantidades y estimaciones de costos de manera rápida para la toma de decisiones. De ser incorporado con un modelo 4D (modelo 3D y dimensión de tiempo), puede contribuir al seguimiento de los presupuestos a lo largo de la construcción, y evaluación más fácil de diferentes opciones de diseño con la limitante del presupuesto del cliente.

Este Uso requiere de recursos como *software* para estimación basado en modelos, *software* para autoría de diseños y datos de costos. Para las competencias del equipo es necesario contar con habilidades para definir procedimientos específicos de modelamiento de diseño que proporcionen información precisa y pertinente de cantidades de materiales de acuerdo con el nivel de estimación.



Uso BIM Planeación de fases:

Aplicable para las fases de: prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos

Consiste en la planeación efectiva de la secuencia de la construcción, renovación, re-equipamiento, o ampliación de un proyecto, mediante modelos 4D (modelos 3D y dimensión de tiempo). Este Uso permite mejorar el entendimiento de los hitos y planes constructivos, identificar la ruta crítica, planear dinámicamente las fases de construcción, integrar los recursos humanos, equipos y materiales a la planeación para una mejor estimación del cronograma y de costos e identificar problemas de cronograma, secuenciación o fases.

Para este Uso se requiere de recursos de *software* de autoría de diseño, para generación de cronogramas y para modelación 4D. En cuanto a las competencias necesarias del equipo, se requiere conocimiento de cronograma y procesos generales de construcción, habilidad para manejar, navegar y revisar un modelo 3D y conocimiento de *software* 4D.

Uso BIM Programación:

Aplicable para las fases de: prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos

Comprende la evaluación del diseño de desempeño con relación a los requerimientos espaciales. El modelo BIM desarrollado permite al equipo del proyecto analizar el espacio y entender la complejidad en estándares y regulaciones de espacio.

Este Uso requiere de *software* de autoría de diseño y de competencias del equipo como habilidad para manejar, navegar y revisar un modelo 3D.

Uso BIM Análisis de sitio:

Aplicable para las fases de: prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos

En este Uso se determina la ubicación y orientación óptima para un futuro proyecto mediante la evaluación de áreas de estudio con herramientas BIM y de sistemas de información geográfica (SIG).

La implementación de este Uso permite determinar potenciales ubicaciones de proyectos mediante uso de decisiones calculadas basadas en requerimientos, factores técnicos y financieros, ayudando a reducir costos de servicios públicos y demolición, incrementar eficiencia energética, minimizar riesgos de materiales peligrosos y maximizar el retorno de la inversión.

Para este Uso se requiere de recursos como *software* SIG y de autoría de diseño, y competencias del equipo como habilidad para manejar, navegar y revisar un modelo 3D, y conocimiento de *software* 4D y entendimiento del sistema de autoridad local.



Uso BIM Revisión de diseño:

Aplicable para las fases de: prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos

Se emplea para evaluar con los **stakeholders** a través de los modelos 3D, el cumplimiento de los requerimientos del proyecto, analizar alternativas y resolver problemas de diseño y constructabilidad. Este Uso BIM permite generar diferentes alternativas de diseño con mayor facilidad para ajustes, evaluar la efectividad de diseños en cumplimiento de criterios constructivos y del cliente, y mejorar la coordinación y comunicación entre diferentes entidades para las decisiones de diseño.

La implementación de este Uso requiere de recursos de *software* de revisión de diseño, espacio interactivo de revisión y *hardware* con capacidad para procesar modelos. En cuanto a competencias del equipo, se necesita de habilidad para manejar, navegar y revisar un modelo 3D, fuerte sentido de coordinación y buen entendimiento de integración entre sistemas constructivos.

Uso BIM Autoría de diseño:

Aplicable para las fases de: prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos

Abarca el desarrollo de los modelos BIM del proyecto para cada una de las disciplinas mediante herramientas (*software* 3D) de autoría para su creación o de auditoría y análisis para estudiar o enriquecer su información.

La implementación de este Uso con modelos integrados y coordinados espacialmente con todas las disciplinas del proyecto habilita la transparencia del diseño para todos los **stakeholders**, un mejor control del diseño, del costo y del cronograma, mejor visualización del diseño, colaboración entre **stakeholders** del proyecto y usuarios BIM, mejora en el control y garantía de la calidad, y la extracción de información planimétrica (información 2D) y sus memorias de cálculo asociadas.

Para este Uso se requiere de recursos de manipulación de modelos 3D y competencias del equipo como capacidad para manejar, navegar y revisar un modelo 3D, conocimiento de medios y métodos de construcción y experiencia en diseño y construcción.

Uso BIM Análisis de energía Uso BIM Análisis de iluminación

Uso BIM Análisis estructural Uso BIM Análisis mecánico

Aplicable para la fase de: diseños definitivos

Estos Usos son empleados para llevar a cabo valoraciones del modelo BIM en relación con desempeños de energía, iluminación, estructuras y mecánica, analizando la compatibilidad con estándares y buscando la optimización del diseño para mejorar rendimientos y reducir costos en el ciclo de vida del activo. La implementación de estos Usos permite automatizar la información del activo a través de un modelo.

Se requiere de recursos de *software* de simulación y análisis de construcción, modelos 3D BIM ajustados y estándares nacionales o locales. También necesita de competencias del equipo como conocimiento básico de sistemas de construcción, experiencia en



diseños de sistemas constructivos, habilidad para manejar, navegar y revisar un modelo 3D y para evaluar un modelo a través de herramientas de análisis de ingeniería.

Uso BIM Análisis de ingeniería:

Aplicable para la fase de: diseños definitivos

Mediante este Uso se analiza el método de ingeniería más eficiente para el modelo de acuerdo con especificaciones de diseño. Promueve la automatización de análisis y ahorro en tiempo y costo, logra una solución de diseño óptima y eficiente, contribuye a un retorno de la inversión más rápido y mejora la calidad y reducción en tiempo de ciclo de los análisis de diseño.

Como requerimientos este Uso necesita de recursos de herramientas y *software* de análisis de ingeniería y de competencias de equipo como habilidad para manejar, navegar y revisar un modelo 3D, evaluar un modelo a través de herramientas de análisis de ingeniería, conocimiento de medios y métodos de construcción y experiencia en diseño y construcción.

Uso BIM Análisis de sustentabilidad:

Aplicable para las fases de: prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos

Comprende la evaluación del proyecto en sus diferentes disciplinas integradas en un solo modelo, con énfasis en lineamientos de sustentabilidad ambiental en términos de materiales, desempeño o proceso a lo largo del ciclo de vida del activo. Este análisis es más efectivo cuando se realiza en las fases de planeación y diseño y se aplica en la construcción y operación.

Dentro de los valores potenciales de este Uso está el adelanto en revisión del diseño y el proceso, verificación del cumplimiento de legislación ambiental, disminuir esfuerzos de rediseño, alineación en programación y seguimiento de cantidades de material para un uso más eficiente. Lo anterior, aplicado tempranamente en las fases de diseño, mejora la capacidad de impactar la eficiencia del proyecto.

Como requerimientos para este Uso BIM se tienen los recursos de *software* de autoría de diseño, *software* de seguimiento de criterios de evaluación de sustentabilidad y competencias del equipo como habilidad para crear y revisar un modelo 3D, conocimiento actualizado en criterios de evaluación sustentable y habilidad para organizar y administrar bases de datos.

Uso BIM Validación de normas:

Aplicable para las fases de: prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos

Este Uso se emplea para validar el cumplimiento de parámetros del modelo con especificaciones normativas, manuales y códigos técnicos, ahorrando tiempos en verificaciones múltiples de cumplimiento de códigos y permitiendo un proceso de diseño más eficiente.

Como requerimientos para este Uso se tienen los recursos de normas locales, *software* para validación de modelos y manipulación de modelos 3D, y competencias del equipo



como habilidad para utilizar herramientas BIM de autoría para diseños y herramientas de chequeo de modelos para revisión de diseños, *software* de validación de normas y conocimiento y experiencia previa en comprobación de normas.

Uso BIM Coordinación 3D:

Aplicable para las fases de: prefactibilidad, factibilidad y diseños definitivos

Comprende la coordinación entre disciplinas para determinar y eliminar los principales conflictos o interferencias de los modelos, previo a la construcción o instalación, mediante el uso de *software* especializado que permita comparar sistemas constructivos y detectar colisiones.

Este Uso promueve la reducción y eliminación de conflictos en campo, la mejora de la visualización de la construcción, el incremento de la productividad, la reducción de costos y tiempo de construcción y una mayor precisión en planos.

Algunos requerimientos para este Uso BIM son los recursos como *software* de autoría de diseño y aplicación para revisión del modelo, al igual que competencias del equipo en cuanto a habilidades para tratar con personas, desafíos de proyectos, para manejar, navegar y revisar un modelo 3D, y conocimientos de las aplicaciones del modelo BIM para actualizaciones del activo y de los sistemas constructivos.

En el apartado Documentos y Plantillas de Referencia, se relacionan algunas guías de consulta de Usos BIM existentes que incluyen su definición, recursos demandados, competencias de personal requeridas y tipos de información vinculados. Los archivos se presentan como anexo de la presente guía en la carpeta **07. Usos BIM**.

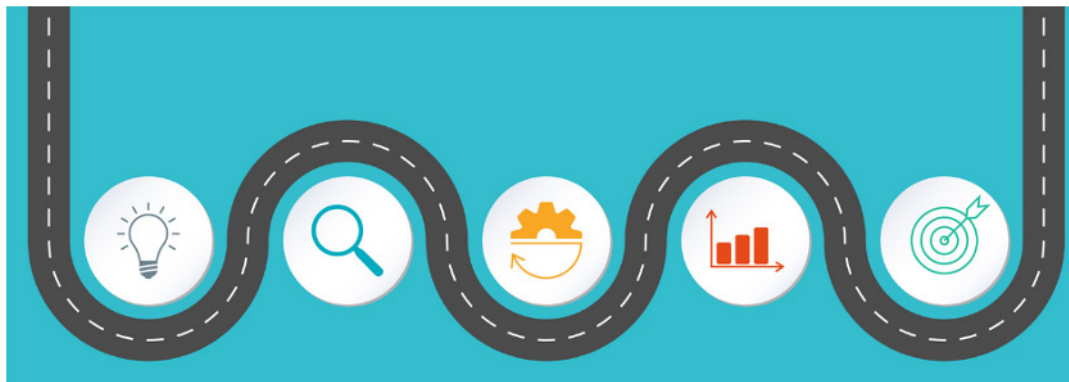
1.3.3. Hoja de Ruta de la Estrategia BIM

Una hoja de ruta es una herramienta visual de planificación que representa el plan estratégico de alto nivel de una organización. La hoja de ruta se compone de varios componentes clave:

- **Objetivos estratégicos específicos:** representan el estado actual y el resultado deseado que se busca alcanzar. Se alinean con los objetivos estratégicos de la organización y definen lo que se pretende lograr. Con base en la definición de estos objetivos, se establecen indicadores y metas correspondientes que permitan evaluar cumplimiento.
- **Estrategia:** describe el enfoque o plan de acción para alcanzar los objetivos establecidos. Detalla las actividades generales que se deben llevar a cabo para lograr los resultados deseados.
- **Recursos:** identifica los recursos necesarios para implementar las actividades estratégicas. Esto incluye recursos humanos, financieros, tecnológicos y cualquier otro recurso necesario.



- **Estimación de plazos:** define los plazos o hitos importantes para lograr los resultados clave. Aunque no se trata de una programación detallada con fechas precisas, proporciona una idea general de los plazos esperados para cada etapa significativa del proceso.
- **Partes involucradas:** menciona a las personas, equipos o departamentos que participan en la implementación. Esto puede incluir miembros del equipo, ejecutivos, clientes u otras partes interesadas relevantes.



Para la implementación de la metodología BIM, una vez se cuente con el diagnóstico de la organización, como documento final, el comité BIM elabora la planeación estratégica representándola a través de una hoja de ruta, determinando los objetivos específicos de acuerdo con el nivel deseado de madurez, los Usos BIM definidos y estableciendo actividades a desarrollar para cada pilar (personas, procesos y tecnología) con un cronograma de alto nivel establecido dentro de un periodo realista.

El comité estratégico BIM no solo debe definir los niveles deseados de madurez y los Usos BIM, sino también investigar el nivel de esfuerzo y el cronograma potencial para hacer el cambio.

Objetivos estratégicos BIM:

En la hoja de ruta se establecen los objetivos BIM a mediano y largo plazo, priorizando actividades y equipos de trabajo, teniendo en cuenta lo siguiente:

- **Objetivos a mediano plazo:** es importante tener en cuenta que en un proceso de transformación empresarial se tienen fluctuaciones en la aceptación y asimilación de los cambios por parte del personal, por lo que es relevante mantener la motivación e incentivar la participación del equipo.
- **Objetivos a largo plazo:** corresponden a los alcances BIM deseados definidos por la organización, los cuales deben ser claros, medibles, alcanzables y coherentes.

Objetivos estratégicos específicos:

Algunos posibles objetivos estratégicos relacionados con la implementación de BIM en una empresa de ingeniería que realiza diseños de infraestructura, podrían incluir:

- **Mejorar la calidad y precisión de los diseños:** generar diseños más detallados y precisos, conlleva a una mayor calidad en la planificación y ejecución de proyectos.
- **Aumentar la eficiencia y productividad:** BIM permite la estandarización de procesos, automatización de tareas repetitivas y optimización de flujos de trabajo. Lo cual conduce a reducción de costos, aumento en la calidad de los proyectos y mayor eficiencia operativa.
- **Mejorar la colaboración e integración con los involucrados:** utilizar BIM como medio de colaboración que permita una mejor integración con clientes, consultores, contratistas y otros involucrados, reduce conflictos y promueve un entorno de trabajo colaborativo.
- **Mejorar la competitividad y diferenciación en el mercado:** BIM puede mejorar la competitividad de las organizaciones al brindar mayor eficiencia, calidad y capacidad de respuesta en los proyectos. Esto les permite diferenciarse en el mercado y aprovechar nuevas oportunidades de negocio.

Estos son ejemplos de posibles objetivos estratégicos relacionados con BIM. Cada organización tiene objetivos específicos según sus necesidades, enfoque de negocio y mercado en el que opera.

La hoja de ruta es la base para la posterior realización del plan de implementación detallado y específico y debe contener, como mínimo, lo siguiente:

- Estado actual BIM de la organización.
- Estado final BIM deseado de la organización.
- Identificación de las brechas a superar.
- Etapas o hitos intermedios requeridos a ser alcanzados.
- Usos BIM que serán usados internamente dentro de la organización.
- Planeación general y secuenciación de actividades.
- Presupuesto de alto nivel.
- Periodo de tiempo.

Una hoja de ruta bien definida contribuye a la reducción de la incertidumbre en la implementación BIM, por lo que se requieren sesiones de trabajo con representantes de las diferentes áreas de la empresa.



2

Etapa de Planeación de la Implementación



Con el equipo de planeación BIM establecido, se definen los roles y responsabilidades de cada miembro, incluyendo requerimientos y entregables para cada uno. Los integrantes del equipo deben ser profesionales que estén abiertos al cambio y con autoridad de modificar procesos. Es indispensable que cuenten con disponibilidad de tiempo para la implementación BIM.

El equipo de planeación BIM tiene la capacidad de validar técnicamente el funcionamiento de los procesos establecidos para cada Uso BIM. Este equipo y sus miembros deben convertirse en expertos en BIM, para lo cual, se debe tener una iniciativa de capacitación formal teórica y práctica.

2.2. Plan de Implementación BIM

Una vez surtida la etapa inicial y se cuente con el diagnóstico de la organización y la hoja de ruta para el proceso de implementación, se deben identificar las actividades de mayor interés para la empresa, de acuerdo con los objetivos estratégicos BIM definidos para alcanzar las metas esquematizadas, enfocando los esfuerzos y realizando su programación detallada a través de la conformación documental de un plan de implementación BIM. La estructuración de este plan se basa en los pilares de implementación BIM en los que se fundamentó la planeación estratégica: personas, procesos y tecnología, definiendo entregables y flujos de trabajo BIM, teniendo en cuenta además una implementación e inversión gradual, priorizando los recursos necesarios. La planeación se debe realizar teniendo en cuenta los recursos disponibles.

El plan de implementación es un documento “vivo”, dado que es un proceso iterativo e incremental que está en constante evolución y mejora continua, para lo cual es fundamental la constante realimentación a partir de lecciones aprendidas y oportunidades de mejora que se documenten en la etapa de evaluación.

La planeación de la implementación debe permitir a la organización estructurar de manera clara y organizada las acciones que le permitan conseguir los siguiente:

- Definir actividades, hitos y secuencias.
- Crear equipos de trabajo definiendo roles y responsabilidades.
- Definir planes de capacitación.
- Identificar y priorizar el desarrollo de documentos y estándares.
- Definir lineamientos para selección de proyectos piloto.
- Definir necesidades para la compra y/o readecuación del equipamiento tecnológico y/o adquisición de *software*.
- Presupuestar los recursos necesarios y establecer etapas para la inversión.

Los objetivos específicos BIM se definen para cada Uso, nivel de madurez y capacidad BIM concretados por la organización, generando posteriormente un plan de implementación que permita de manera gradual, desarrollar una transformación suave entre lo actual y lo deseado.



Estos objetivos se deben establecer en el tiempo, definiendo metas cumplibles que disminuyan el riesgo y la incertidumbre, incluyendo a través de la gestión del cambio, victorias tempranas y la implementación gradual en proyectos cada vez más completos hasta alcanzar la madurez BIM definida estratégicamente.

El plan de implementación BIM deberá tener en cuenta e incluir los siguientes componentes, a través de un único documento integral o de planes individuales que sean coherentes entre sí:

Pilar Personas:

- Plan de difusión y comunicación de la implementación.
- Plan de capacitación.
- Creación del equipo de proyecto: asignación de roles y responsabilidades.

Pilar tecnología:

- Plan de transformación tecnológica: *hardware*, *software* y plataforma de intercambio de información.

Pilar Procesos:

- Identificación y listado de estándares, documentación y plantillas BIM estándar para el intercambio de la información.
- Creación de nuevos mapas de procesos.
- Definición de proyectos piloto.

Transversalmente se debe tener en cuenta en la planeación la gestión del cambio, la realización de un cronograma de actividades e hitos para el cumplimiento estratégico y escalonado de los objetivos establecidos y la presupuestación detallada para la ejecución de lo planeado en la etapa de desarrollo.

En los siguientes numerales se plantean algunas definiciones y recomendaciones para la realización de los planes de implementación de la metodología BIM, teniendo en cuenta para cada uno las inclusiones necesarias para una correcta gestión del cambio organizacional.

2.2.1. Plan Pilar Personas

En cualquier proceso de cambio organizacional, es crucial involucrar activamente a las personas y fortalecer su capacidad para trabajar en equipo con el fin de alcanzar los objetivos establecidos. Para lograrlo, es necesario dedicar gran parte del esfuerzo a la difusión constante y a la formación del personal, con el objetivo de fortalecer su participación en el proceso de cambio.

La creación de equipos de trabajo eficientes implica el involucramiento de las personas desde el inicio, facilitando su capacitación, comunicación efectiva y fomentando el trabajo colaborativo. Para esto es necesario realizar y documentar la planeación de la difusión e involucramiento, formación y de la creación del equipo de trabajo.



2.2.1.1. Plan de Difusión e Involucramiento

Para implementar BIM a nivel organizacional, es necesario que todo el personal comprenda la importancia del cambio. Por esta razón, el gobierno corporativo debe brindar un constante apoyo y acompañamiento a través de una comunicación adecuada, promoviendo el aprendizaje continuo y proporcionando espacios y herramientas para facilitar el proceso. Es fundamental que la alta dirección comunique constantemente la urgencia de la implementación y la visión BIM definida a nivel estratégico, indicando sus beneficios y generando conciencia de la necesidad del cambio para reducir su resistencia y generar apertura.

2.2.1.2. Plan de Formación

Es esencial desarrollar un plan de formación constante y gradual, para facilitar la integración de la metodología BIM en la cultura organizacional sin exclusiones. La formación debe basarse en los resultados obtenidos en el diagnóstico organizacional y planearse de acuerdo con la estrategia BIM definida. Todo el personal de la empresa necesita una capacitación básica en BIM, incluyendo a sus directivos, y se debe fortalecer con aquellas personas que se identifiquen como resistentes al cambio.

El gobierno corporativo debe capacitarse para entender el valor agregado de la utilización de *software* orientado a BIM, para poder valorar la relación beneficio-costos de su adquisición, teniendo en cuenta que su inversión es la de mayor peso en una implementación BIM. Las personas que tengan un mayor involucramiento con la metodología BIM y sus herramientas requerirán una capacitación más específica y detallada.

El plan de formación debe enfocarse en los Usos, capacidad y madurez BIM deseados, optimizando los recursos de la empresa y el tiempo disponible. Deben tenerse en cuenta tanto las habilidades duras necesarias para los procesos y tecnología existentes como las habilidades blandas para su fortalecimiento. Es necesario generar un listado priorizado de capacitaciones indicando a quiénes van dirigidas y generando el cronograma correspondiente.

En cuanto al personal de procesos técnicos, operativos y administrativos que tienen funciones relacionadas con la metodología BIM, se debe estructurar un plan de formación específico de acuerdo con su rol, basado en los pilares de implementación BIM para fortalecer sus habilidades blandas, utilización de *hardware* y *software*, gestión de procesos, de proyectos, de información, del cambio, aplicabilidad en Usos BIM, entre otros.

La capacitación específica en *software* BIM debe realizarse de manera estratégica solo a los equipos de trabajo que los van a utilizar, evitando capacitaciones en herramientas que no se van a emplear o en momentos donde no se tengan los conocimientos necesarios para su óptimo aprovechamiento.

En resumen, el plan de formación debe ser aplicable a toda la organización y adaptarse a las necesidades de cada área y personal involucrado en la metodología BIM. Se deben contemplar capacitaciones y difusión sobre BIM, sus beneficios, procesos, estándares y herramientas tecnológicas asociadas, priorizando a aquellos que tengan mayor relación con la metodología. Se presenta en la [Ilustración 8](#), un esquema de los temas de formación BIM y su audiencia.





Ilustración 8. Temas de formación BIM y audiencia

Fuente: Elaboración propia

En la etapa evaluación y en las actividades de medición y seguimiento realizadas durante el proceso, el plan de formación debe definir indicadores de medición del desempeño y la eficacia de las capacitaciones realizadas, a partir de los cuales se generan nuevas capacitaciones y recapitaciones en pro de la mejora continua de la implementación.

Algunas consideraciones adicionales para tener en cuenta al elaborar un plan de formación para el personal incluyen:

- Fomentar el aprendizaje autónomo. La empresa debe proporcionar oportunidades de aprendizaje, pero los profesionales deben ser responsables de su propio desarrollo y adquisición de habilidades.
- Reconocer que los recursos invertidos en capacitación son una inversión a largo plazo, no un gasto.
- Es importante documentar el plan de capacitación para llevar un seguimiento del conocimiento adquirido y gestionarlo eficazmente en el tiempo.
- Dado que los procesos y herramientas asociadas con BIM evolucionan constantemente, el personal que desempeña roles BIM deberá recibir formación externa para mantenerse actualizado.

2.2.1.3. Definición del Equipo de Proyecto

La selección del equipo de proyecto para la implementación de la metodología BIM es un factor crucial en el proceso, especialmente al elegir los integrantes para los primeros proyectos piloto. Es importante tener en cuenta el personal actual de la empresa, evaluando sus competencias, habilidades y capacidades, así como su afinidad con las funciones específicas del rol BIM, para determinar su asignación y considerar su nivel de motivación y disposición al cambio.

Al planificar y crear los equipos de trabajo, se recomienda seguir estos lineamientos:

- Establecer y documentar de manera clara las funciones, responsabilidades y el alcance de las tareas correspondientes a cada rol BIM dentro del equipo de trabajo.

- Distribuir las actividades de acuerdo con las capacidades y habilidades del equipo, asignando tareas que se ajusten a sus perfiles y áreas de experiencia.
- Fomentar la diversidad en los equipos de trabajo, incluyendo perfiles tanto de principiantes como de expertos en la metodología BIM. Esto permite aprovechar la realimentación entre los miembros del equipo, quienes pueden compartir fortalezas y habilidades complementarias.

Al seguir estas pautas, se busca asegurar una estructura clara y eficiente en los equipos de proyectos, donde cada miembro tenga roles y responsabilidades bien definidos. Asimismo, se promueve la colaboración y el aprendizaje mutuo, ya que la diversidad de perfiles y niveles de experiencia facilita la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades en el contexto de la implementación de BIM.

Para la realización de un proyecto de diseño de infraestructura vial, implementando la metodología BIM, se requieren diferentes roles que desempeñan funciones específicas en el proceso. Estos roles son fundamentales para garantizar la correcta implementación y gestión de la metodología BIM en el proyecto. A continuación, se detallan los principales roles involucrados:

- **BIM Manager (líder BIM, BIM Champion):** es el encargado de liderar la implementación BIM en el proyecto. Planifica y coordina el proceso, dirige los equipos de trabajo y gestiona los recursos necesarios para el desarrollo exitoso del proyecto. Además, se encarga de establecer los estándares y protocolos BIM a seguir.
- **Coordinador BIM:** desempeña un papel clave en la integración y coordinación de los equipos de trabajo. Su función principal es gestionar la información del proyecto y asegurar la correcta integración de los modelos BIM. Facilita la comunicación y colaboración entre las diferentes disciplinas y partes involucradas, fomentando la coordinación y la resolución de conflictos.
- **Especialista BIM (diseñadores):** son profesionales especializados en una disciplina específica del diseño de infraestructura vial. Utilizan herramientas BIM para realizar el diseño de acuerdo con su especialidad. Estas herramientas les permiten crear, visualizar, analizar y simular el modelo digital de la infraestructura, facilitando la toma de decisiones y la detección temprana de posibles problemas o conflictos.
- **Modelador BIM:** tiene la responsabilidad de crear y gestionar los modelos digitales de la infraestructura vial. Trabajando en colaboración con los especialistas de diseño y siguiendo las pautas establecidas, utiliza *software* BIM para desarrollar los modelos tridimensionales.

Se recomienda realizar una evaluación de los recursos disponibles y considerar los objetivos y requisitos del proyecto en particular para asegurar la conformación de equipos efectivos y capaces de llevar a cabo la implementación de la metodología BIM de manera exitosa en los proyectos. Los roles necesarios en el equipo de proyecto pueden variar según el tamaño y la estructura organizativa de la empresa, la etapa del ciclo de vida correspondiente y el alcance y complejidad del proyecto seleccionado, entre otros factores.



De otra parte, a través de los resultados de la realización de la evaluación y de las actividades de medición y seguimiento de la implementación, se deberá reevaluar la selección y conformación del equipo de trabajo para el siguiente proyecto.

2.2.2. Plan Pilar Procesos y Estándares

El pilar de procesos se refiere a la estructura organizativa y las actividades que se establecen para llevar a cabo la implementación de una metodología o cambio en una organización. Los procesos proporcionan un conjunto de directrices y flujos de trabajo que ayudan a definir cómo se realizarán las tareas, cómo se coordinarán los esfuerzos y cómo se lograrán los objetivos establecidos.

Los estándares, por otro lado, son las normas y las pautas establecidas que definen la forma en que se deben realizar las tareas y cómo se debe trabajar.

En conjunto, los procesos y estándares facilitan la gestión del cambio, la colaboración efectiva y la optimización de los resultados en una implementación exitosa. Es necesario desarrollar un plan de procesos y estándares requeridos que incluya la ejecución de las siguientes actividades:

- Desarrollo de estándares, adaptación de procesos y realización de documentos BIM.
- Gestión de la información.
- Creación del estándar del entorno común de datos.

2.2.2.1. Estándares y Procesos, Documentos BIM

Antes de implementar la metodología BIM en la organización, es necesario desarrollar una serie de documentos que establezcan las políticas y lineamientos que guiarán su adopción en la ejecución de los proyectos. Igualmente, teniendo en cuenta que la implementación BIM afecta todos los procesos existentes de la empresa, estos deben ser modificados y adaptados.

Para una empresa de ingeniería que realice proyectos de estudios y diseños, es importante adaptar, si se tienen dentro de su sistema de gestión, los procesos de desarrollo de diseños y de interventoría, con base en los Usos BIM definidos, también se deberán crear otros nuevos, como los de revisión y calidad de la información.

Basados en los objetivos BIM definidos y en el resultado del diagnóstico, se deberá realizar un plan para la elaboración, adopción e integración de procesos y estándares que estén alineados con los proyectos. Los procesos BIM se pueden representar a través de mapas que permitan ilustrar sus flujos de trabajo a nivel organizacional.

Para una implementación BIM se requiere de estándares que permitan desarrollar el proceso de manera eficaz, los cuales se deberán documentar desde antes de su aplicación en la etapa de desarrollo y ser modificados de ser necesario. Entre estos, para una empresa contratista (proveedora), se tienen los siguientes:

- **Requisitos de intercambio de información (EIR):** documento que especifica la información que debe ser entregada por parte del contratista, donde se establecen los estándares y procesos a ser abordados en el desarrollo del proyecto y sus alcances correspondientes.



- **Plan de ejecución BIM (BEP):** documento mediante el cual se define el proceso de utilización de la metodología BIM en la ejecución de un proyecto, documentando los lineamientos internos para asegurar el cumplimiento del alcance requerido por el contratante y el involucramiento de todos los *stakeholders*. El contenido del BEP varía dependiendo de la empresa y del alcance del proyecto, pero debe incluir, como mínimo, lo siguiente:
 - Objetivos del proyecto y de la utilización BIM.
 - Usos BIM asociados.
 - Infraestructura tecnológica requerida.
 - Empresas y personas participantes con sus roles y responsabilidades.
 - Proceso de intercambio de información y plataforma de colaboración.
 - Entregables BIM.
 - Procedimientos de control de calidad.
 - Estándares y normas.
- **Matriz de roles:** documento que define las responsabilidades y capacidades de las personas del equipo de trabajo según rol a ejercer.
- **Estándar para el entorno común de datos (CDE):** documento que estructura los parámetros para la generación, intercambio y manejo de información para una adecuada coordinación entre todos los involucrados en el desarrollo del proyecto.
- **Guías de modelado:** documento que establece estándares y prácticas de modelado comunes para garantizar la calidad y precisión de los modelos.

En el apartado Documentos y Plantillas de Referencia, se relacionan algunos formatos y guías de los estándares mencionados, los cuales se presentan como anexo de la presente guía en las siguientes carpetas:

03. EIR Requisitos de Intercambio Información

04. BEP Plan de Ejecución BIM

05. Matriz de Roles

06. Gestión de la Información y CDE

09. Guías de Modelado

2.2.2.2. Gestión de la Información

La gestión de la información es de gran importancia para las empresas que desarrollan proyectos, ya que la información generada a lo largo de sus ciclos de vida se convierte en un componente crítico para su éxito y en base para la toma de decisiones.

La norma ISO 19650 es un estándar que establece los conceptos y principios recomendados para la gestión de la información digital en los procesos de negocio en el sector de la construcción y de infraestructura, siendo un apoyo de la gestión y producción de información, impulsando la coordinación y colaboración de los interesados, durante el ciclo de vida de los activos cuando se utiliza **Building Information Modeling** (BIM). La norma permite gestionar la información, los procesos y protocolos requeridos para su generación e intercambio buscando mejorar su eficiencia y calidad.



Para una correcta gestión de la información en un ambiente BIM, se deben incorporar los lineamientos de la norma ISO 19650. Esta gestión debe abarcar, entre otros, el flujo, estado y matrices de la información, gestión documental con codificación de archivos y estructura de carpetas, formatos, listas de chequeo, control de calidad, seguridad para los datos y la definición y estandarización de una fuente común de información.

En el proceso de gestión de información se requiere definir responsabilidades y autoridades, por lo cual, se deberá capacitar al equipo de trabajo para asegurar el correcto desempeño, la calidad y la seguridad de la información.

2.2.2.3. Entorno Común de Datos

El éxito de la implementación de la metodología BIM en la organización, depende en gran parte de la correcta gestión de la información y del intercambio de datos a través de procesos colaborativos, para lo cual se debe destinar un entorno seguro de trabajo que lo permita.

El entorno común de datos (CDE) es un espacio para centralizar toda la información del proyecto generada por todas las partes involucradas, el cual se debe estructurar con lineamientos claros y coherentes para una adecuada coordinación asegurando la interoperabilidad de los datos. A través del CDE se busca que, de manera colaborativa, todas las partes interesadas trabajen para producir, intercambiar, consultar y aprobar la información necesaria para cumplir con los requerimientos establecidos en el alcance del proyecto.

En la [Ilustración 9](#), se esquematiza la comparación de la gestión de la información realizada tradicionalmente y la que se desarrolla a través de la implementación de un CDE.



Ilustración 9. Comparación gestión de información tradicional vs CDE

Fuente: Adaptación de BuildingSmart

Los modelos BIM contienen información de los diseños de todas las especialidades del proyecto que utilizan diferentes *softwares*, por lo que se hace necesaria la estandarización de la información que va a ser trabajada conjuntamente dentro del CDE, para que los involucrados puedan consultarlos y gestionarlos desde cualquier *software* a través de un lenguaje común. Debido a las limitaciones en la interoperabilidad entre diferentes *softwares* y para garantizar la neutralidad tecnológica, se requiere el uso de protocolos de intercambio de información como los formatos IFC (*Industry Foundation Classes*), que permitan integrar los datos mediante una configuración previa a la exportación desde su *software* de autoría, garantizando la colaboración y coordinación entre los involucrados en el proyecto.

El CDE requiere de una estructura clara para la generación, intercambio y almacenamiento de la información, una administración de acuerdo con el estado de la información producida (en progreso, compartido, publicado, archivado) y de la definición de formatos y plantillas para la estandarización de entregas.

La solución del CDE a implementar debe permitir, entre otras, las siguientes actividades:

- Leer todo tipo de formatos y documentos.
- Visualizar modelos.
- Garantizar la accesibilidad para todas las partes involucradas para la revisión de la información.
- Establecer roles y permisos para la generación y administración de archivos.
- Gestionar el estado de la información.
- Gestionar cambios de diseño.
- Asignar tareas y responsabilidades.
- Garantizar la comunicación entre las diferentes partes.
- Controlar las versiones de los archivos para llevar trazabilidad documental.
- Gestionar las interferencias de los diseños del modelo.
- Garantizar la seguridad de los datos.

El estado de la información compartida en un CDE, de acuerdo con la norma ISO 19650, se clasifica en los siguiente cuatro estados:

- **Trabajo en curso:** información que se encuentra en proceso por parte de un equipo de trabajo específico y que no tiene un desarrollo adecuado para ser utilizado por otros equipos.
- **Compartido:** información que puede ser compartida y consultada con otros equipos para sus desarrollos y trabajar de manera colaborativa. Esta información no es editable; de requerirse por detección de interferencias con otros diseños o falta de detalle, se comunica al equipo autor y este debe volver a pasarla a estado de trabajo en curso y realizar los ajustes necesarios.
- **Publicado:** información que ha sido coordinada, revisada y aprobada, cumpliendo con los requisitos establecidos para su uso y construcción.
- **Archivado:** registro de las transiciones que ha tenido la información en sus estados de compartido y publicado, para llevar una trazabilidad de todo lo realizado para el proceso de aprobación.



El entorno común de datos no se debe ver como un *software*; es la estandarización de un conjunto de reglas acordadas para la generación y el manejo de la información, colaboración, comunicación y otras necesidades que seguramente no pueden ser resueltas con una sola aplicación.

Para la selección de las herramientas para CDE, se debe tener en cuenta la disponibilidad presupuestal de la empresa, el uso y funciones que se requieren, la gradualidad de implementación deseada, así como su integración con otras herramientas BIM.

Adicionalmente, hay que tener claridad que las herramientas para CDE, a diferencia de una plataforma de gestión documental como Dropbox, OneDrive o SharePoint, no solo permiten almacenar información, sino que también comparten documentación de manera segura y eficiente, permiten establecer estrategias de interoperabilidad, leer y trabajar conjuntamente archivos de *software* de autoría y llevar trazabilidad de la información.

En el mercado se encuentran soluciones para CDE como **BIM Collaborate** (previamente BIM 360) (Autodesk), **Construction Cloud** (Autodesk), **usBIM** (ACCA), **BIMcloud** (Graphisoft) y **Trimble Connect** (Trimble), **Bentley ProjectWise** (Bentley), entre otras. Se deberá verificar la que se ajuste a las necesidades de la organización.

2.2.3. Plan Pilar Tecnología

Las herramientas tecnológicas son, por definición de la metodología BIM, fundamentales para su correcta implementación en los procesos y proyectos de una organización. Dentro de estas herramientas se incluye el *hardware*, *software* y la infraestructura necesarios, cuyos requerimientos dependen de las necesidades específicas identificadas previamente y los objetivos BIM planteados.

De acuerdo con los hallazgos del diagnóstico realizado y la estrategia BIM definida (Usos y alcance), se identifica la necesidad de actualización y compra de *software*, *hardware* e infraestructura tecnológica, realizando un plan de transformación tecnológica BIM. La metodología BIM implica el desarrollo y la utilización de modelos a través del trabajo colaborativo y la gestión de la información de las diferentes áreas debidamente integradas, por lo que, desde el área de tecnología, requiere para su implementación que el plan contemple, entre otras, las siguientes herramientas:

- *Software* de modelado y de visualización de modelos para la creación y visualización de modelos 3D, con la información y los datos del proyecto.
- *Software* y herramientas para diseño y análisis que permitan la simulación, análisis y diseño de los componentes del proyecto.
- Plataformas de colaboración y gestión de la información que faciliten la correcta comunicación, colaboración y gestión de cambios a través de la integración de la información.
- Estaciones de trabajo, dispositivos móviles, escáneres e impresoras.
- Servidores, redes, sistemas de almacenamiento (físicos y en la nube).



Es importante contar con un experto en informática para asegurar la correcta adquisición, instalación y puesta en operación de toda la infraestructura tecnológica requerida. El plan de transformación tecnológica BIM debe incluir revisiones periódicas teniendo en cuenta los avances tecnológicos y la dinámica del entorno.

Todo lo anterior se debe incorporar para presupuestar, mediante el plan, la inversión requerida en el tiempo, definiendo etapas de adquisiciones para asegurar el equipamiento tecnológico requerido, incluyendo además el espacio físico para puestos de trabajo, cuarto de servidores y áreas de trabajo colaborativo.

Recomendaciones generales para adquisición de *software*

- Tener en cuenta la cadena de producción de la que hace parte la empresa: clientes y proveedores.
- Adquirir de manera gradual el *software* y *hardware* teniendo en cuenta la retroalimentación de proyectos piloto.
- Comparar precios de su página web oficial con los de proveedores autorizados; estos últimos pueden ofrecer mejores precios.
- Analizar la opción de tercerizar algunas actividades, teniendo en cuenta el costo del *software*.
- Realizar una proyección de los proyectos que se van a trabajar en el mismo periodo, teniendo en cuenta que el pago de las licencias de *software* es anual.
- Evaluar utilización de *software* libre y de código abierto, que permita interoperabilidad con otras herramientas.
- Optar por *software* de uso común, facilitando así la transferencia de información.
- Evaluar costo inicial, mantenimiento y actualizaciones del *software*.
- Asegurar compatibilidad de *software* con *hardware* existente.
- Verificar disponibilidad de soporte técnico a nivel nacional.
- Garantizar oferta de capacitación por parte del proveedor.

Recomendaciones generales para adquisición de *hardware*

Los requerimientos de *hardware* dependen de las exigencias de los proyectos que realice la empresa y de los requisitos del *software* seleccionado. Como recomendaciones generales para la adquisición de *hardware* se indican las siguientes:

- Verificar que la configuración del *hardware* sea suficiente para que el o los *softwares* a trabajar, funcionen de forma fluida proyectando las posibles futuras actualizaciones.
- Tener en cuenta para la capacidad de almacenamiento, que el *software* cada vez es más robusto y requiere de mayor espacio.
- Verificar que el *hardware* cuente con tarjeta gráfica dedicada de alto rendimiento, amplia memoria RAM para mejor velocidad de procesamiento y procesadores de última generación.
- Tener en cuenta para la presupuestación que aparte de la adquisición inicial de *hardware*, se requerirá realizar su renovación periódicamente.



De otra parte, para promover el trabajo colaborativo y la gestión de la información, adicionalmente al *software* y *hardware* adecuados, se requiere infraestructura tecnológica como servidores (físicos o en la nube), red de datos (cobertura y ancho de banda), monitores periféricos, dispositivos interactivos y de proyección, amueblamiento e iluminación. Se deberá garantizar la seguridad del almacenamiento y el intercambio de información.

Tecnología para proyectos de infraestructura vial en sus fases de diseño

Las herramientas tecnológicas utilizadas en las diferentes fases de un proyecto de diseño de infraestructura vial podrían ser las mismas; lo que cambia es el nivel de detalle del producto. Sin embargo, dependiendo del Uso BIM definido y el alcance de la colaboración requerida, se debe evaluar el *software* realmente necesario, para evitar la adquisición de características excesivas, teniendo en cuenta su alto costo, el tiempo de aprendizaje y de adaptación.

Específicamente para proyectos de estudios y diseños de infraestructura vial, se presentan en la *Ilustración 10*, las empresas de desarrollo y sus *softwares* ofrecidos por disciplina de diseño, que se encuentran, que a la fecha, son los más utilizados para este tipo de proyectos. Sin embargo, se aclara que se encuentran en el mercado variedad de marcas y *software*, que deben ser analizados para seleccionar el que se ajuste a las necesidades reales de la empresa y del entorno.

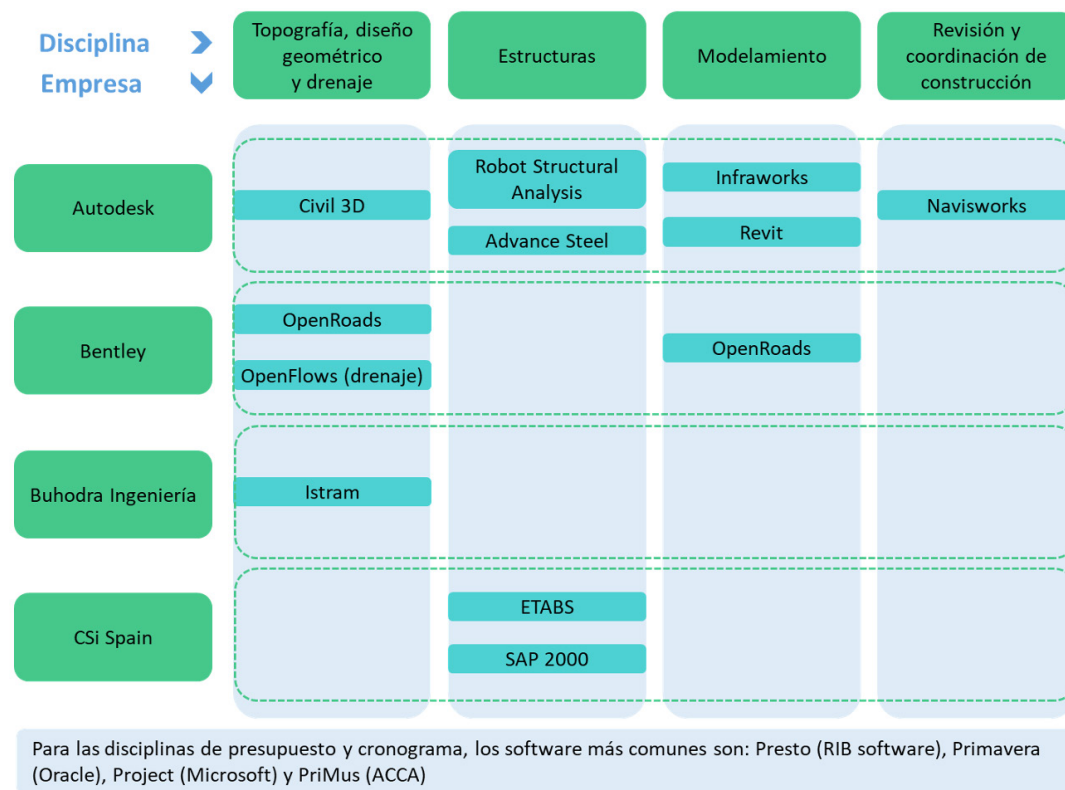


Ilustración 10. Relación de empresas y software BIM para diseño de infraestructura vial

Fuente: Elaboración propia

Para la selección o repotenciación de *hardware* para proyectos de infraestructura vial, se debe tener en cuenta que, dada la extensión de los proyectos lineales, la información contenida en sus modelos de diseño y las diferentes disciplinas que los realimentan, se requiere mejores especificaciones técnicas en almacenamiento, potencia y velocidad, entre otros.

2.2.4. Plan Proyectos Piloto

Dentro de la gestión del cambio necesaria para la transformación organizacional hacia la implementación de la metodología BIM, es fundamental considerar que es un proceso a largo plazo y que existe un alto riesgo de no lograr el resultado deseado. Por esta razón, es importante buscar asegurar victorias tempranas que motiven y refuercen el avance del proceso de adaptación.

Una parte fundamental de estos hitos es la ejecución de proyectos piloto que permitan poner en práctica los procesos planeados y realimentar tanto los logros como las oportunidades de mejora identificadas. Con estas victorias tempranas se demuestran los beneficios de la metodología BIM y de su implementación y se obtienen datos y aprendizajes valiosos que permiten ajustar y mejorar el proceso de transformación de manera progresiva y sostenible en el tiempo.

Para la planificación de proyectos piloto, es importante considerar que se deben completar todas las actividades planificadas antes de su ejecución. Estas actividades incluyen la elaboración y documentación de estándares y procesos, la adquisición y adaptación de *software* y *hardware*, la conformación formal del equipo de proyecto y la realización de las capacitaciones previstas. Además, es esencial destinar recursos para documentar las lecciones aprendidas y realizar ajustes en los estándares y procesos para su aplicación en futuros proyectos piloto.

En el plan de proyectos piloto, es necesario seleccionar y programar los tipos de proyectos a realizar en un período gradual, considerando los siguientes aspectos:

- Tomar en cuenta los proyectos que la organización ha realizado tradicionalmente.
- Verificar la capacidad de la organización para ejecutar los proyectos.
- La programación debe basarse en los objetivos estratégicos y específicos de la implementación de la metodología BIM.
- Los proyectos seleccionados deben ser completos, sencillos y escalables, empezando por proyectos pequeños y medianos, para luego avanzar hacia proyectos más grandes.
- Evitar proyectos con un alto volumen de tareas repetitivas y altas exigencias de interoperabilidad.
- Los proyectos piloto deben ser comparables con proyectos desarrollados bajo la metodología tradicional.
- Debe considerar los requerimientos específicos del sector, las etapas y fases del ciclo de vida del proyecto, las disciplinas involucradas y los entregables correspondientes.
- Es necesario establecer los objetivos específicos BIM del proyecto, los cuales deben estar asociados al Uso BIM correspondiente definido por la organización.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, mediante el plan de proyectos piloto se realiza la selección de proyectos tipo y la programación de su ejecución, que permitan poner en práctica los procesos planeados y realimentar sus logros y oportunidades de mejora en el contexto de la implementación de la metodología BIM.



3 Etapa de Desarrollo



Una vez que el equipo de planeación BIM ha elaborado todos los planes con presupuesto y cronograma detallados, y estos han sido aprobados por el comité estratégico BIM, es el momento de dar inicio a la implementación de lo planificado. Sin embargo, es fundamental asegurarse de que toda la organización sea consciente de la importancia del cambio antes de poner en marcha el primer proyecto piloto. Se presenta en la [Ilustración 11](#), un esquema de la etapa de desarrollo de la implementación BIM.

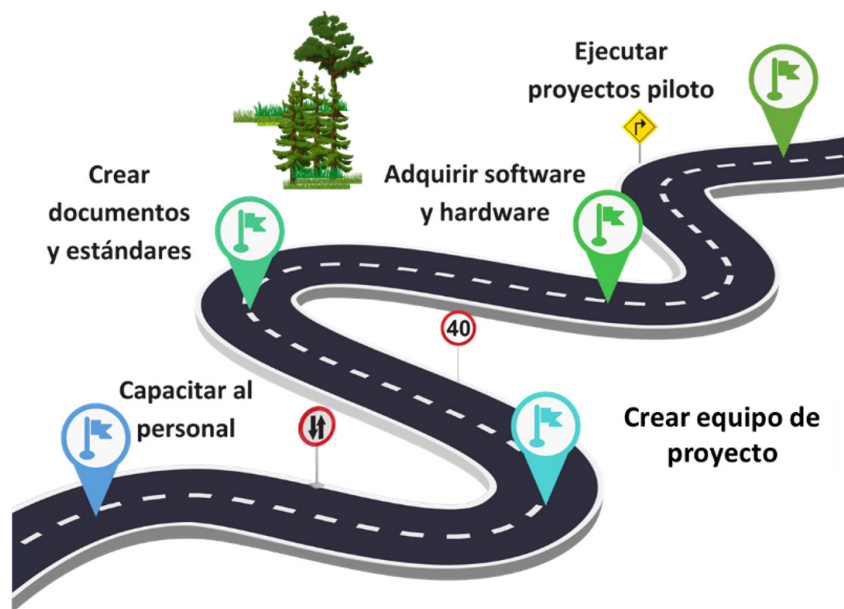


Ilustración 11. Etapa de Desarrollo de la Implementación BIM

Fuente: Elaboración propia

La etapa de desarrollo se lleva a cabo de acuerdo con la planeación detallada obtenida en la etapa anterior, mediante una serie de actividades clave que aseguran una implementación efectiva de la metodología BIM, las cuales se basan en los pilares de implementación BIM definidos desde las etapas iniciales del proceso de transformación: personas, procesos y tecnología. Estas actividades incluyen:

- a. **Selección del proyecto piloto:** es fundamental elegir un proyecto adecuado que sirva como punto de partida para la implementación de BIM que esté alineado con las definiciones de la planeación estratégica BIM de la organización. Se busca un proyecto con características representativas que permita probar los procesos y herramientas de BIM en un entorno controlado.
- b. **Creación del equipo de proyecto:** de acuerdo con el proyecto seleccionado, se definen los roles requeridos y se forma un equipo especializado.
- c. **Capacitación general a toda la organización y específica:** de acuerdo con el plan de formaciones y el proyecto piloto a desarrollar, se realiza capacitación general dirigida a todo el personal de la organización para familiarizarlos con los conceptos básicos de BIM y su importancia. Además, se proporciona capacitación específica y

especializada en BIM a los equipos de planeación BIM y de proyecto encargados de la implementación, con el objetivo de desarrollar habilidades técnicas y conocimientos avanzados en BIM.

- d. Desarrollo de procesos y estándares:** una vez capacitado el equipo de proyecto y las áreas de la organización involucradas, se desarrollan los procesos y estándares que regirán el flujo de trabajo y la gestión de la información en los proyectos BIM. Estos procesos y estándares deben ser claros, bien documentados y adaptados a las necesidades específicas de la organización. Su objetivo es garantizar la consistencia, calidad y eficiencia en la ejecución de los proyectos.
- e. Adquisición de software y equipos:** se identifican y adquieren las herramientas, *software* y *hardware* necesarios para la implementación de BIM. Estos incluyen aplicaciones de modelado 3D, *software* de colaboración y gestión de datos (CDE), entre otros. Es importante seleccionar las herramientas adecuadas que se alineen con los objetivos y requerimientos de la organización.
- f. Capacitación específica en tecnología:** además de la capacitación general, se brinda capacitación específica sobre el uso de las herramientas y *software* seleccionados. Esto garantiza que el equipo de proyecto tenga las habilidades necesarias para utilizar eficazmente las herramientas y aprovechar al máximo su potencial en la implementación de BIM.

Una vez completadas estas actividades previas, se procede a la ejecución del proyecto piloto. Durante esta etapa, se implementan los procesos, estándares y herramientas de BIM en el proyecto seleccionado. El equipo de proyecto lidera y coordina todas las actividades relacionadas con la metodología BIM, asegurándose de que se sigan los procedimientos establecidos y se utilicen adecuadamente las herramientas y *software* adquiridos.

Durante la etapa de desarrollo, a través de las actividades de medición y seguimiento, se recopilan datos, se realizan pruebas y se evalúa el desempeño del equipo de proyecto, las herramientas de BIM y la aplicabilidad de los procesos y estándares. Esto permite identificar posibles mejoras y ajustes que se pueden realizar antes de implementar BIM en proyectos a mayor escala. Es importante contar con un seguimiento constante, realizando revisiones periódicas para verificar el progreso y la correcta implementación de BIM, fomentando así la realimentación y la colaboración entre los miembros del equipo y otros actores involucrados.



4

Etapa de Evaluación



La implementación de BIM es un proceso continuo y madura a medida que los equipos adoptan los procesos BIM y se aplican las directrices planificadas en los proyectos de la empresa. En la etapa de evaluación, se busca identificar los resultados obtenidos en un período determinado, analizarlos con base en los parámetros iniciales y establecer nuevas metas para retomar el ciclo de implementación.

La evaluación implica la valoración y análisis sistemático de un proyecto o proceso una vez finalizado o en etapas específicas. Su objetivo principal es analizar, entre otros aspectos, la efectividad, eficiencia y calidad de los resultados alcanzados en relación con los objetivos establecidos. Se realiza una evaluación de los procesos, productos o servicios entregados, resultados alcanzados y efectos generados, a través de indicadores predefinidos en la estrategia BIM de la empresa. Los resultados de la evaluación se utilizan para aprender de la experiencia, identificar áreas de mejora, tomar decisiones estratégicas y realimentar el proceso de planificación y ejecución.

El comité estratégico BIM es el responsable de la realización de la evaluación de la implementación BIM, con la participación del equipo de planeación BIM y del equipo de proyecto, además de las áreas involucradas en el proceso. Durante la evaluación, se puede aplicar nuevamente la matriz de madurez BIM empleada en el diagnóstico inicial de la empresa para actualizar el nivel de madurez.

Teniendo en cuenta que cada organización es única y tiene una estrategia específica según sus necesidades, enfoque de negocio, mercado en el que opera y proyectos que desarrolla, se deberá definir los criterios particulares para la realización de la evaluación de la implementación BIM. Se presentan a continuación, algunos indicadores de evaluación recomendados:

- **Cumplimiento de objetivos:** grado en que se han logrado los objetivos y metas establecidos al finalizar el proyecto o proceso.
- **Eficiencia:** evaluación de los recursos utilizados en relación con los resultados obtenidos.
- **Efectividad:** evaluación del impacto y los resultados alcanzados en relación con las expectativas y necesidades establecidas.
- **Calidad de los productos o servicios entregados:** evaluación del grado en el que las características de los productos o servicios finales, satisfacen los estándares y requisitos establecidos.
- **Aprendizaje y lecciones aprendidas:** identificación de las lecciones aprendidas durante el proceso y cómo se pueden aplicar en proyectos futuros.
- **Nivel de satisfacción de los involucrados:** evaluación del grado de cumplimiento de las expectativas de los involucrados claves con los resultados obtenidos.
- Además, al tener un desarrollo con procesos BIM en la organización, se pueden evaluar aspectos como:
 - Comparar los resultados obtenidos de los proyectos piloto con los resultados de proyectos ejecutados con metodologías tradicionales, identificando diferencias en términos de plazos de ejecución y cumplimiento de los alcances definidos.
 - Evaluar la aplicabilidad de los estándares generados para el desarrollo de los proyectos piloto.



- Analizar el desempeño de la infraestructura tecnológica empleada, así como la gestión de la información a través del entorno común de datos (CDE) seleccionado y su estructura de gestión.
- Evaluar el nivel de conocimiento BIM adquirido por el personal mediante la formación y la práctica en los proyectos piloto.

Dado que la implementación de BIM es un proceso iterativo, las evaluaciones se deben enfocar en las necesidades de la empresa a corto plazo para tomar decisiones que contribuyan de manera efectiva a la estrategia BIM planteada, y en caso necesario, definir nuevas estrategias.

Es importante destacar que el seguimiento y la evaluación están interrelacionadas y se realimentan entre sí. El seguimiento permite obtener datos en tiempo real y tomar acciones correctivas, mientras que la evaluación brinda una visión más amplia y analítica del proceso de implementación.

Ciclo de mejora continua

Después de la etapa de evaluación, y como parte de la gestión del cambio, se emplean los resultados obtenidos para impulsar la mejora continua del proceso de implementación de la metodología BIM. Con base en el análisis realizado, se regresa a la etapa de diagnóstico con el fin de que el comité estratégico BIM redefina la estrategia BIM de la organización. Esto implica proponer nuevos cambios y ajustes a los procesos y estándares, así como fortalecer las capacidades del personal, optimizar el uso de las herramientas y tecnologías BIM, así como mejorar la gestión de la información y la colaboración entre los equipos.

En la actualización del plan estratégico BIM, se definen los nuevos objetivos que se enmarcan en un nuevo alcance de nivel de madurez y Usos BIM a implementar. Para el logro de estos objetivos se actualiza el plan de implementación, sus procesos y actividades específicas y se ponen en práctica a través del desarrollo de un nuevo proyecto piloto, el cual tendrá un mayor alcance y permitirá validar y consolidar los cambios y mejoras propuestas.

En el apartado Documentos y Plantillas de Referencia, se relaciona una guía de consulta para la definición de indicadores de evaluación, los cuales se presentan como anexo de la presente guía en la carpeta **08. Indicadores**.



5 Actividades de Medición y Seguimiento



Como se indicó anteriormente, la gestión del cambio es un proceso cíclico y planificado que, a través de herramientas de seguimiento y control, contribuye a la mitigación de la resistencia al cambio de las personas y a lograr la transición de las organizaciones en sus procesos de transformación (PMI). Un elemento crucial dentro de las estrategias de gestión del cambio es el “reforzamiento” de la implementación, a través de la medición y seguimiento para mantener el cambio.

La realización constante de actividades de medición y seguimiento durante todas las etapas, desde la toma de decisión de la implementación de la metodología BIM, debido a su naturaleza cíclica, es fundamental para asegurar la mejora continua que permita la sostenibilidad en el tiempo.

El seguimiento se refiere al monitoreo continuo y sistemático del progreso de la implementación a lo largo del tiempo, implica recolectar datos y realizar un seguimiento regular para evaluar si se están alcanzando los objetivos y metas establecidos. El seguimiento proporciona información en tiempo real sobre el estado actual del proceso, lo que permite tomar medidas correctivas oportunas si es necesario.

En la etapa de inicio y planeación estratégica, el comité estratégico BIM realiza el seguimiento para recopilar datos sobre el estado actual de la empresa en términos de recursos, capacidades y procesos relacionados con BIM. Durante la etapa de planeación de la implementación, el comité supervisa la calidad de los planes y documentos generados, asegurando que estén alineados con los objetivos y requerimientos establecidos e incluyan las actividades necesarias por pilar, como la capacitación, la adquisición de *software* y la creación de estándares, así como sus respectivos cronogramas y presupuestos detallados.

En la etapa de desarrollo, el equipo de planeación BIM realiza el seguimiento centrándose en la revisión del avance, verificando que se estén cumpliendo los hitos y objetivos establecidos en la planificación, identificando posibles desviaciones o retrasos, se monitorea el gasto de los recursos asignados para la implementación de BIM verificando que el presupuesto se esté utilizando de manera eficiente y se toman acciones correctivas en caso de desviaciones significativas. Igualmente se realiza un seguimiento del cumplimiento de los plazos establecidos en el cronograma de implementación, se identifican posibles retrasos y se toman medidas para mantener el proyecto en tiempo. Se incluye el monitoreo de la ejecución del proyecto piloto y verificación de la aplicación de los procesos y estándares definidos.

En la etapa de evaluación, el comité estratégico BIM adelanta el seguimiento recopilando la información necesaria para llevar la trazabilidad de la evaluación realizada al proceso de implementación y su correcta realimentación para asegurar la mejora continua.

Con el fin de documentar las mediciones realizadas en cada proceso, se requiere definir registros para su constante diligenciamiento, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- **Registro de documentos elaborados:** donde se realiza el inventario de la documentación generada con detalles como su tipo, versión, estado de la información y fecha de actualización.
- **Registro de equipo de trabajo:** para llevar trazabilidad de información como las formaciones recibidas, contactos y actividades realizadas.



- **Registro de capacitaciones:** donde se documentan las capacitaciones realizadas, que sirven como línea para proyectar temas nuevos a formar y aquellos que requieren de una actualización periódica, registrando su tipo, duración, responsable, personal formado, entre otros.
- **Registro de infraestructura tecnológica:** documentar datos relevantes de tecnología como especificaciones de *hardware* y *software*, fechas de adquisición, fechas de licencias, mantenimientos, usuarios, entre otros.
- **Registro de funcionamiento de CDE:** donde se detallan los datos de desempeño y utilización del CDE bajo los lineamientos establecidos para que de la misma manera se pueda llevar a cabo un adecuado y oportuno mantenimiento.
- **Registro de gestión de las comunicaciones:** para la documentación de eventos, fechas de actividades, materiales de presentación, entre otros.

Además, es importante establecer un canal de comunicación permanente para recibir realimentación y abordar las inquietudes de las personas involucradas en el proceso. Se deben programar reuniones periódicas con los responsables de los proyectos piloto y llevar a cabo actividades de medición para evaluar los avances de la implementación.

En el apartado Documentos y Plantillas de Referencia, se relaciona una guía de consulta para la definición de indicadores de seguimiento, los cuales se presentan como anexo de la presente guía en la carpeta **08. Indicadores**.



Documentos y Plantillas de Referencia



Se han recopilado diversas fuentes de referencia, incluyendo guías, matrices y plantillas, que pueden ser consultadas como apoyo adicional para la implementación BIM propuesta en esta guía. Estos documentos se consideran recursos útiles para complementar y enriquecer el proceso de implementación, proporcionando orientación adicional y herramientas prácticas. Se recomienda a los usuarios de esta guía aprovechar estos recursos como una fuente adicional de información y apoyo durante su proceso de implementación BIM.

Los documentos recopilados se encuentran disponibles como anexo digital de esta guía para facilitar su acceso y utilización, organizados en diez carpetas de la siguiente manera:

00. Guías de implementación BIM

Estos documentos corresponden a las guías desarrolladas por algunos países para impulsar implementación de BIM en las organizaciones.

01. Hoja de Ruta BIM Forum Colombia.pdf
02. Guía de Implementación BIM en Organizaciones Chile.pdf
03. Guía de Implementación BIM SIBIM Argentina.pdf
04. Guía de Planeación BIM para Propietarios Penn State.pdf

01. Business Case

01. Business Case Penn State.docx

02. Matriz de Madurez

01. Matriz de Madurez Bilal Succar.pdf
02. Matriz de Madurez BuildingSmart.xlsm
03. Matriz de Madurez Penn State.xlsx
04. Matriz de Madurez NBIMS.pdf
04. Matriz de Madurez NBIMS.xls

03. EIR Requisitos de Intercambio Información

01. EIR SIBIM Argentina.xlsx

04. BEP Plan de Ejecución BIM

01. BEP BIM Forum Colombia.pdf
02. BEP Chile.pdf



- 03. BEP SIBIM Argentina.pdf
- 04. BEP Penn State.pdf
- 05. BEP Reino Unido.pdf

05. Matriz de Roles

- 01. Roles y Perfiles BIM Forum Colombia.pdf
- 02. Matriz de Roles BIM Chile.pdf
- 03. Matriz de Roles BIM SIBIM Argentina.pdf
- 04. Roles BIM BuildingSmart.pdf

06. Gestión de la Información y CDE

- 01. Gestión de la Información BIM Forum Colombia.pdf
- 02. Gestión de la Información Chile.pdf
- 03. Procedimientos CDE SIBIM Argentina.pdf
- 04. Sistema de Clasificación y Codificación SIBIM Argentina.pdf
- 05. Gestión de la Información BuildingSmart.pdf

07. Usos BIM

- 01. Usos BIM Forum Colombia.pdf
- 02. Fichas de Usos BIM Chile.pdf
- 03. Model Use Penn State.pdf

08. Indicadores

- 01. Indicadores BIM Forum Colombia.pdf

09. Guías de Modelado

- 01. Guía de Modelado BIM Forum Colombia.pdf
- 02. Guías de Modelado SIBIM Argentina



Conclusiones



La gestión del cambio desempeña un papel crucial en la implementación de BIM en empresas de ingeniería, por lo que se debe garantizar su inclusión de manera transversal en todo el proceso. Para garantizar una transición exitosa y evitar resistencias por parte del personal, es fundamental enfocarse en la conciencia, la formación, la promoción de una cultura de colaboración, la comunicación efectiva y la evaluación continua. Al proporcionar la información necesaria, capacitar adecuadamente al personal, fomentar la colaboración entre equipos, establecer canales de comunicación abiertos y estar dispuestos a realizar ajustes según sea necesario, se logrará una implementación exitosa de BIM, maximizando así los beneficios que esta metodología puede ofrecer.

Es importante definir una estrategia de implementación gradual, comenzando con asegurar logros a través de victorias tempranas con la ejecución de proyectos piloto y expandiéndose gradualmente a medida que se adquiere experiencia, se fortalecen las capacidades del personal y se desarrolla la infraestructura tecnológica necesaria. Esto permite a las empresas de ingeniería familiarizarse con las herramientas y procesos de BIM de manera progresiva, minimizando los riesgos y adaptándose a los cambios organizativos.

El apoyo del gobierno corporativo es crucial en la implementación BIM, dado que proporciona recursos financieros, establece políticas claras y fomenta y comunica la visión estratégica a largo plazo. Además, brinda legitimidad y supera barreras, asegurando el compromiso y respaldo en todas las etapas del proceso de implementación. Su compromiso es esencial para impulsar el éxito de BIM y establecer una cultura organizativa orientada hacia la adopción de esta metodología.

En una implementación BIM, los costos pueden variar según la empresa, pero de manera general se pueden identificar diferentes rubros a tener en cuenta para su presupuestación. Estos incluyen el costo de consultoría externa o asesoría, el diagnóstico actual de la empresa, la formación del personal, la transformación digital que implica actualizar o adquirir nuevo *hardware* y *software*, la adecuación de espacios, la implementación de un entorno común de datos (CDE), el desarrollo de estándares, plantillas, procesos y documentos, y posiblemente la contratación de personal adicional o ajuste de la plantilla existente.

La duración de una implementación exitosa de BIM no puede ser predeterminada con exactitud, pero generalmente se sitúa en un rango de uno a tres años, dependiendo de varios factores clave. Estos factores incluyen el alcance definido para la implementación, que puede variar desde la adopción gradual en proyectos específicos hasta una implementación a nivel organizacional completa. Además, el tamaño y la complejidad de la empresa desempeñan un papel importante, ya que una organización más grande y con proyectos más complejos puede requerir más tiempo para implementar BIM de manera efectiva. El diagnóstico inicial de la empresa, la metodología con la que se desarrolle la implementación, así como la disponibilidad de proyectos adecuados para aplicar BIM también influyen en la duración del proceso. La validación a través de proyectos piloto permite ajustar y refinar la implementación, mientras que la resistencia al cambio por parte del personal puede influir en la velocidad y éxito de la adopción de BIM. Considerar cuidadosamente estos factores permitirá estimar de manera más precisa la duración del proceso de implementación de BIM en una organización.

Recomendaciones



Es fundamental tener en cuenta que el entorno en el que se desarrolla la implementación de BIM está en constante evolución. Las tecnologías, los estándares y las mejores prácticas pueden cambiar rápidamente, por lo que se recomienda tratar esta guía como un documento vivo, que requiere una constante actualización y adaptación a medida que surjan nuevos avances en el campo de BIM.

Se alienta a las empresas de ingeniería a mantenerse informadas sobre las últimas tendencias y desarrollos en el ámbito de BIM, y a complementar la guía con fuentes actualizadas de información y experiencia. De esta manera, se podrán aprovechar al máximo las ventajas que ofrece BIM y asegurar una implementación exitosa y actualizada en sus proyectos y procesos de trabajo.

El acompañamiento de un consultor experto en todo el proceso de implementación de la metodología BIM en la organización es altamente recomendable. Su experiencia especializada y orientación aseguran que se sigan las mejores prácticas, se eviten errores comunes y se logren los objetivos establecidos. Su presencia aumenta las posibilidades de una implementación exitosa y maximiza los beneficios de BIM para la organización. Al ser un tercero externo a la organización, el consultor puede ofrecer una perspectiva objetiva e imparcial en la toma de decisiones y en la resolución de conflictos. Su imparcialidad promueve la equidad y la transparencia en el proceso.

Durante el proceso de implementación de la metodología BIM, es crucial identificar y gestionar los riesgos que surgen a lo largo del proceso para garantizar su éxito. Algunos riesgos comunes incluyen la resistencia al cambio, un alcance limitado, desviación en los costos, falta de continuidad después de la participación del consultor, falta de formación constante, desmotivación del equipo, baja productividad debido a cambios y curva de aprendizaje, comunicación ineficiente, manejo inadecuado de la información y baja adopción de procedimientos y formatos definidos. Además, la falta de recursos suficientes puede dificultar la implementación exitosa de BIM. Para afrontar estos riesgos, es importante contar con estrategias de gestión del cambio y el compromiso e involucramiento permanente de la alta gerencia.

La metodología de implementación BIM presentada en esta guía podría ser aplicable a diferentes tipos de empresas dentro del sector de la construcción que ejecuten proyectos para cualquier etapa del ciclo de vida de la infraestructura. Al ser un proceso de

cambio organizacional, las etapas y actividades sugeridas en esta guía para la implementación, son transversales y pueden adaptarse a las necesidades específicas de cada organización. Es importante que cada empresa verifique los Usos BIM relevantes para su contexto, así como los roles y *software* específicos requeridos para lograr los objetivos estratégicos establecidos. Esta guía proporciona un marco sólido para la implementación exitosa de BIM, que puede ser adaptado y personalizado según las circunstancias y características de cada empresa.

Se recomienda revisar la opción de implementar metodologías ágiles durante el proceso de implementación de la metodología BIM. Dado que la implementación de BIM es un proceso continuo y en constante evolución, las metodologías ágiles brindan una mayor flexibilidad y adaptabilidad para enfrentar los cambios y los desafíos que puedan surgir. Estas metodologías fomentan la colaboración, la iteración y la realimentación constante, lo que permite realizar ajustes y mejoras a medida que se avanza en el proceso.

Referencias

- ACCA Software. (s.f.). Recuperado el abril de 2023, de <https://www.accasoftware.com/es/>
- Aktas, M. (31 de octubre de 2022). Qué Es El Modelo 7-S De Gestión Del Cambio De McKinsey y Cómo Utilizarlo. *UserGuiding*. Obtenido de <https://userguiding.com/es/blog/que-es-el-modelo-7-s-de-gestion-del-cambio-de-mckinsey-y-como-utilizarlo/>
- Aktas, M. (25 de agosto de 2022). Qué es el Modelo de Gestión del Cambio en 8 pasos de Kotter (todo lo que necesitas saber). *UserGuiding*. Obtenido de <https://userguiding.com/es/blog/el-modelo-de-gestion-del-cambio/>
- Alba, A., Hernández A., Pedraza P. (2023). *Desarrollo de una guía metodológica para la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en empresas de ingeniería en Colombia: enfoque práctico para proyectos de diseño de infraestructura vial*. Trabajo de grado, Universidad Escuela de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá D.C.
- Asociación Española de Normalización. (julio de 2019). Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM. Gestión de la información al utilizar BIM. Parte 1: Conceptos y principios (ISO 19650-1:2018).
- Asociación Española de Normalización. (julio de 2019). Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM. Gestión de la información al utilizar BIM. Parte 2: Fase de desarrollo de los activos (ISO 19650-2:2018).
- Autodesk. (s.f.). *Arquitectura, ingeniería y construcción*. Recuperado el abril de 2023, de <https://latinoamerica.autodesk.com/>
- Bentley. (s.f.). Recuperado el abril de 2023, de <https://www.bentley.com/>
- BIM Excellence. (julio de 2016). Matriz de madurez BIM V1.22. Obtenido de <https://bimexcellence.org/wp-content/uploads/301in.ES-Matriz-de-Madurez-BIM.pdf>
- BIM Forum Chile. (abril de 2017). Guía inicial para implementar BIM en las organizaciones.
- BIM Forum Colombia. (2019a). *BIM KIT. GUÍAS PARA LA ADOPCIÓN BIM EN LAS ORGANIZACIONES. 1. Roles y perfiles*. Bogotá D.C.
- BIM Forum Colombia. (2019b). *BIM KIT. GUÍAS PARA LA ADOPCIÓN BIM EN LAS ORGANIZACIONES. 4. Gestión de la información*. Bogotá D.C.
- BIM Forum Colombia. (2020a). *BIM KIT 2. DOCUMENTOS TÉCNICOS. 1. Infraestructural vial*. Bogotá D.C.
- BIM Forum Colombia. (2020b). *BIM KIT 2. GUÍAS PARA LA ADOPCIÓN BIM EN LAS ORGANIZACIONES. 8. Hoja de ruta para la implementación BIM*. Bogotá D.C.
- BIM Forum Colombia. (2020c). *BIM KIT 2. GUÍAS PARA LA ADOPCIÓN BIM EN LAS ORGANIZACIONES. 9. Fichas de usos BIM*. Bogotá D.C.
- BuildingSMART. (s.f.). *BIM Maturity Assessment*. Recuperado el abril de 2023, de <https://www.buildingsmart.org/users/services/bim-maturity-assessment/>
- BuildingSMART Spanish Chapter. (mayo de 2021). INTRODUCCIÓN A LA SERIE EN ISO 19650.
- BuildingSmart-Spain. (2018). BIM aplicado al patrimonio cultural. En *Guía de usuarios BIM* (Vol. 14, pág. 5).



- Castro Figueroa, M. (2 de diciembre de 2019). Gestión del Cambio. ¿Qué modelo seguir? *Estratego Consultoría Estratégica*. Obtenido de <https://www.estratego.cl/post/gestion-del-cambio-que-modelo-seguir>
- Computer Integrated Construction Research Program Pennsylvania State University. (abril de 2010). BIM Project Execution Planning Guide. Version 2.0.
- Computer Integrated Construction Research Program Pennsylvania State University. (junio de 2013). BIM Planning Guide for Facility Owners. Version 2.0.
- Computer Integrated Construction Research Program Pennsylvania State University. (enero de 2019). BIM Project Execution Planning Guide. Version 2.2.
- Consejería de Movilidad, Transporte y Vivienda de la Junta de Extremadura de España. (29 de marzo de 2023). GUÍA BIM De la dirección general de movilidad e infraestructuras viarias. Obtenido de https://www.juntaex.es/documents/77055/621269/Publicacion-Guia_BIM.pdf/db44dd08-6d36-339c-6d81-d04297ab1df9?t=1649061028489
- Consejo General de la Arquitectura Técnica de España. (2020). BIM PARA LA ARQUITECTURA TÉCNICA - GUÍA TÉCNICA BIMAT. Obtenido de https://www.cgate.es/pdf/wBIMAT_compressed.pdf
- CORFO. (junio de 2021). Plan BIM Chile. ESTÁNDAR BIM PARA PROYECTOS PÚBLICOS. Intercambio de Información entre Solicitante y Proveedores. Versión 1.1. Obtenido de https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/doc-bim-2022-09/estandar-bim_alta-resolucion_v1.1.pdf
- Csi Spain. (s.f.). Recuperado el abril de 2023, de <https://www.csiespana.com/>
- Dakhil, A., Alshawi, M., & Underwood, J. (junio de 2015). BIM Client Maturity: Literature Review. 12th International Post- Graduate Research Conference 2015. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/279293516_BIM_Client_Maturity_Literature_Review
- EadicTV. (2 de agosto de 2019). Implementación BIM en empresas del sector AEC | Masterclass técnica [Archivo de Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=Av2AQuDpVO4>.
- Equipo SIBIM del Ministerio de Obras Públicas de Argentina. (noviembre de 2020). Matriz de diagnóstico. Versión 01.
- Equipo SIBIM del Ministerio de Obras Públicas de Argentina. (noviembre de 2020). Procedimientos de CDE Entorno Común de Datos. Versión 01.
- Equipo SIBIM del Ministerio de Obras Públicas de Argentina. (enero de 2022). Guía de implementación BIM. Versión 02.
- Graphisoft. (s.f.). *Soluciones de Graphisoft*. Recuperado el abril de 2023, de <https://graphisoft.com/co>
- Istram. (s.f.). *Software para ingeniería civil, desarrollo inteligente*. Recuperado el abril de 2023, de <https://istram.net/>
- Kreider, R., & Messner, J. (septiembre de 2013). The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses. Version 0.9. *Computer Integrated Construction Research Program Penn State*.
- Llerena Padilla, Y., & Bigurra-Alzati, C. A. (2019). La influencia de la gestión del cambio en la implementación de BIM en la industria de la construcción sostenible de México. *Pädi Boletín Científico del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería*. Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/3579/5889>
- Mendez, A. (19 de enero de 2022). La gestión del cambio en estrategias de implantación BIM. Obtenido de <https://msistudio.com/la-gestion-del-cambio-en-estrategias-de-implantacion-bim/>
- Ministerio de transportes, movilidad y agenda urbana. (s.f.). *Qué es BIM*. Recuperado el 31 de Mayo de 2023, de Comisión BIM: [https://cbim.mitma.es/#:~:text=BIM%20\(Building%20Information%20Modeling\)%20es,trav%C3%A9s%20de%20una%20maqueta%20digital](https://cbim.mitma.es/#:~:text=BIM%20(Building%20Information%20Modeling)%20es,trav%C3%A9s%20de%20una%20maqueta%20digital).



- PMI. (mayo de 2013). El alto costo de un bajo desempeño: el papel fundamental de las comunicaciones. *Pulse of the Profession*.
- PMI. (noviembre de 2013). El impacto de la PMO en la implementación de estrategias. *Pulse of the Profession*.
- PMI. (2017). *A guide to the Project Management Body of Knowledge PMBOK Guide Sixth Edition*.
- PMI. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge PMBOK Guide Seventh Edition*.
- RIB. (s.f.). Recuperado el abril de 2023, de <https://www.rib-software.es/index.php>
- Santamaría Gallardo, L., & Hernández Guadalupe, J. (2017). *Salto al BIM: Estrategias BIM de calidad para empresas punteras del sector AEC*. Madrid: J.H. Guadalupe.
- Succar, B. (18 de diciembre de 2009). Episode 13: The BIM Maturity Index. *BIM Think Space*. Recuperado el 9 de mayo de 2023, de <https://www.bimthinkspace.com/2009/12/episode-13-the-bim-maturity-index.html>
- Succar, B. (enero de 2010). Building Information Modelling Maturity Matrix. En *Handbook of Research on Building Information Modelling and Construction Informatics: Concepts and Technologies* (págs. 65-103).
- UK BIM Framework. (febrero de 2021). Information management according to BS EN ISO 19650. Guidance Part A: The information management function and resources. Edition 2.



MAESTRÍA EN
**DESARROLLO Y GERENCIA
INTEGRAL DE PROYECTOS**

Guía metodológica para la implementación de la metodología *Building Information Modeling* (BIM) en empresas de ingeniería en Colombia: enfoque práctico para proyectos de diseño de infraestructura vial

Jenny Paola Pedraza Hernández | Andrés Felipe Hernández Flórez | Alejandro Alba Quintero



UNIVERSIDAD