

PARÁMETROS DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN BIM DURANTE LA ETAPA DE  
PLANIFICACIÓN PREVIA PARA PROYECTOS DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL

Jonathan Alexander CAMACHO GUTIERREZ

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil

Director

Guillermo MEJÍA AGUILAR

Ph.D. Construction Engineering

Codirector

Oscar Humberto PORTILLA CARREÑO

MSc. En Ingeniería Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Ingeniería Civil

Bucaramanga

2025

### **Dedicatoria**

*A mi madre, por su esfuerzo, dedicación y apoyo inquebrantable en cada etapa de mi formación. Su ejemplo y enseñanzas han sido fundamentales para alcanzar esta meta, Jonathan.*

### **Agradecimientos**

*Un especial agradecimiento al profesor Dr. Guillermo Mejía Aguilar y al Ingeniero Oscar Humberto Portilla Carreño por su orientación, participación, constancia y apoyo brindado durante el desarrollo de esta pasantía de investigación.*

A todos los colegas, expertos, instituciones y organizaciones que apoyaron el desarrollo de esta investigación:

- Profesor Dr. Álvaro Viviescas Jaimes, director del grupo de investigación en materiales de construcción y estructuras (INME) de la UIS
- Ing. Oscar Ernesto Giratá Viviescas, Asesor de esta investigación
- Ing. Silvia Juliana Tijo López, Asesor de esta investigación
- Jherson Jhadir Bohorquez, asesor de esta investigación

## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	12
1. Objetivos.....	16
1.1 Objetivo General.....	16
1.2 Objetivos Específicos.....	16
3. Marco Teórico.....	17
3.1 Front-End Planning o Planificación Previa.....	17
3.2 Building Information Modeling (BIM).....	17
3.3 Parámetros de gestión de información BIM .....	18
3.3.1 Entorno común de datos (CDE por sus siglas en ingles).....	19
3.3.2 Requerimientos de información de la organización (OIR por sus siglas en ingles) .....	19
3.3.3 Requerimientos de información del proyecto (PIR por sus siglas en ingles) .....	20
3.3.4 Requerimientos de información del activo (AIR por sus siglas en ingles).....	20
3.3.5 Requerimientos de intercambio de la información (EIR por sus siglas en ingles) .....	20
3.3.6 Plan de ejecución BIM (BEP por sus siglas en ingles).....	21
3.4 Vivienda de interés social (VIS).....	21
4. Marco Metodológico.....	22
5. Resultados y conclusión.....	24
5.1 Parámetros de gestión de información BIM durante la fase de Planeación previa.....	24
5.1.1 Gestión de la información usando BIM.....	26
5.1.2 Gestión de información BIM en Colombia.....	26
5.1.3 Parámetros de gestión BIM y el índice de definición de proyectos VIS .....	30

5.2 Procesos en los parámetros de gestión de información BIM .....	37
5.2.1 Flujo de parámetros BIM aplicables durante la etapa de Pre-planeación .....	37
5.2.2 Flujo de parámetros BIM aplicables durante la etapa de Diseño y Construcción .....	38
6. Conclusiones .....	41
7. Limitaciones y Trabajo futuro .....	44
Referencias Bibliográficas .....	45
Apéndices.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 <i>Entregables de gestión de la información usando el BIM según la ISO 19650 parte II.</i>	34
Tabla 2 <i>Entregables BIM recomendados para la fase de planeación .....</i>	35

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1 <i>Numero de artículos por país con enfoque en la implementación del BIM.</i> .....	14
Figura 2 <i>Flujo del proceso metodológico para identificar los parámetros de información BIM</i> 22	
Figura 3 <i>Diagrama de flujo del proceso de selección de documentos adaptado del Instituto Joanna Briggs</i> .....	25
Figura 4 <i>Flujo metodológico del BIM según ISO 19650 Parte 2</i> .....	28
Figura 5 <i>Procesos de gestión de activos según la ISO 19650 Parte II</i> .....	31
Figura 6 <i>Flujo de parámetros necesarios para aplicar el BIM</i> .....	33
Figura 7 <i>Incorporación de BIM en la Matriz IDPVIS</i> .....	37
Figura 8 <i>Flujo de procesos de información BIM en la etapa de planeación previa</i> .....	39
Figura 9 <i>Flujo de procesos de información BIM en la etapa de Diseño y Construcción</i> .....	40

## Glosario

**AIR (Asset Information Requirements):** los Requisitos de Información de Activos son las necesidades específicas de información relacionadas con la gestión y operación de los activos construidos. Estos requisitos se definen durante la fase de diseño y construcción y proporcionan la base para la entrega de información que será crucial para la gestión efectiva de los activos a lo largo de su ciclo de vida (International Organization for Standardization et al., 2019)

**BEP (BIM Execution Plan):** el Plan de Ejecución BIM es un documento estratégico que establece cómo se implementará la metodología BIM en un proyecto específico. Incluye detalles sobre roles y responsabilidades, procesos, estándares, protocolos y la secuencia de entregables BIM a lo largo del ciclo de vida del proyecto. El BEP es esencial para garantizar una implementación coherente y efectiva de BIM, alineada con los objetivos y requisitos del proyecto (International Organization for Standardization et al., 2019).

**CDE (Common Data Environment):** el Entorno Común de Datos es un repositorio centralizado y colaborativo donde se almacena, gestiona y comparte la información relacionada con un proyecto de construcción. Facilita la colaboración y la coordinación entre todas las partes interesadas al proporcionar un único punto de acceso a la información actualizada y autorizada (International Organization for Standardization et al., 2019).

**EIR (Exchange Information Requirements):** los Requisitos de Información de Intercambio son las necesidades específicas de información establecidas por el cliente o el empleador al comienzo de un proyecto. Estos requisitos son cruciales para guiar la recopilación, gestión y entrega de información durante todas las etapas del proyecto y se centran en el intercambio efectivo de datos entre las partes interesadas (International Organization for Standardization et al., 2019).

**OIR (Organizational Information Requirements):** los Requisitos de Información Organizativa son las necesidades específicas de información de una organización en relación con el uso de la metodología BIM. Estos requisitos ayudan a establecer las expectativas y los estándares internos para la creación, gestión y entrega de información a lo largo del ciclo de vida del proyecto (International Organization for Standardization et al., 2019).

**PIR (Project Information Requirements):** los Requisitos de Información del Proyecto son las necesidades específicas de información para un proyecto de construcción en particular. Estos requisitos se derivan de los OIR y sirven como guía para la recopilación, gestión y entrega de información durante todas las etapas del proyecto (International Organization for Standardization et al., 2019).

## Resumen

**Título:** Parámetros de Gestión de la Información BIM durante la Etapa de Planificación Previa para proyectos de Vivienda de Interés Social\*

**Autor:** Jonathan Alexander Camacho Gutierrez\*\*

**Palabras Clave:** Construcción; entorno común de datos; gestión de proyectos; modelos de información de edificación; metodología BIM; plan de ejecución BIM; parámetros BIM; pre-planeación.

**Descripción:** En el sector de la construcción a menudo se producen retrasos y sobrecostos durante el desarrollo de un proyecto, lo que afecta a los requisitos de las partes interesadas en el proyecto. Como método de mitigación, se ha implementado la metodología BIM con el fin de dar solución a estas ineficiencias y brindar una alternativa a las metodologías tradicionales, estandarizando los procesos en un mismo entorno para todas las partes involucradas. Estas medidas deben abordarse desde las etapas tempranas de planificación, ya que es entonces cuando se pueden detectar y resolver problemas que en el futuro podrían ser insalvables, lo que supondría destinar más dinero y tiempo en aspectos que no deberían abordarse. El presente artículo tiene como propósito identificar los parámetros esenciales de gestión de la información BIM aplicables durante la fase de planificación previa de proyectos de construcción de vivienda de interés social en Colombia. La metodología del estudio se basó en una revisión bibliográfica de artículos publicados en la base de datos Scopus y en una revisión documental acerca del BIM en la construcción. Como resultado, el estudio identificó doce (12) entregables, que detallan los parámetros de gestión de información a tener en cuenta dentro del contexto de gestión de activos. Complementariamente, el estudio realizó un esquema de flujo en las etapas previas a la planificación y al diseño y construcción, con el fin de presentar una ligera guía sobre el uso de estos parámetros. Estos resultados constituyen un punto de partida respecto a la forma de gestionar proyectos de vivienda de interés social en Colombia con respecto a la manera tradicional, con el fin de que las empresas constructoras puedan adoptarlos y obtener beneficios económicos en sus proyectos.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Programa académico. Director: Guillermo Mejía Aguilar. Ph.D. Construction Engineering. Codirector: Oscar Humberto PORTILLA CARREÑO. MSc. En Ingeniería Civil.

### Abstract

**Title:** BIM Information Management parameters in the Pre-planning phase for Low-Cost Housing Projects \*

**Author(s):** Jonathan Alexander Camacho Gutierrez\*\*

**Key Words:** BIM methodology; BIM Execution Plan (BEP); BIM parameters; Building Information Modeling (BIM); Common Data Environment (CDE); construction; front-End Planning; Project Information Requirements (PIR); project management.

**Description:** In construction projects, delays and cost overruns often occur throughout the life cycle of a building, affecting the requirements of project stakeholders. As a method of mitigation, BIM methodology has been implemented to address these inefficiencies and provide an alternative to traditional methodologies by standardizing processes in the same environment for all parties involved. These measures should be addressed from the early planning stages, since it is then when problems can be detected and solved that in the future could be insurmountable, which would mean spending more money and time on aspects that should not be addressed. The purpose of this article is to identify the essential BIM information management parameters applicable during the pre-planning phase of social housing construction projects in Colombia. The methodology of the study was based on a literature review of articles published in the Scopus database and a documentary review of BIM methodology in construction projects. As a result, the study identified twelve (12) deliverables, which detail the elements and requirements to be taken into account within the asset management context. In addition, the study made a flow chart in the pre-planning and design-build stages, in order to present a light guideline on the use of these parameters. These results constitute a starting point regarding the way of managing low-income housing projects in Colombia with respect to the traditional way, so that construction companies can adopt them and obtain economic benefits in their projects.

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Academic Program. Supervisor: Guillermo Mejía Aguilar, Ph.D. Construction Engineering. Co-Supervisor: Oscar Humberto Portilla Carreño, M.Sc. in Civil Engineering.

## Introducción

A menudo, en los proyectos de construcción, los eventos inciertos e incontrolados provocan situaciones de retraso que se consideran inevitables durante el desarrollo del proyecto. La pérdida de productividad, el aumento en los costos, la postergación de la terminación del proyecto, son impactos críticos de dichos retrasos. KPMG International, nombrada así por el nombre de sus cuatro fundadores: Klynveld, Peat, Marwick y Goerdeler, es una red global de firmas de servicios profesionales que prestan servicios de auditoría, asesoramiento legal, fiscal y financiero en 156 países, realizó una encuesta mundial a propietarios de proyectos de construcción para estudiar el desempeño y concluyó que solo el 31% de los proyectos se completaron dentro del 10% del presupuesto planificado, y solo el 25% de los proyectos se completaron dentro del 10% del cronograma planificado (KPMG International, 2015). Además, hay autores que estiman que alrededor del 2,5% de las empresas constructoras cumplen con el 100% de sus proyectos de manera efectiva (Assaad et al., 2020). Debido a esto, las empresas de la industria de arquitectura, ingeniería y la construcción (AEC por sus siglas en inglés) empezaron a adoptar prácticas de planificación colaborativas (Liu et al., 2013) para mitigar estos impactos. Sin embargo, autores como Noel Carpenter & Dennis C. Bausman (Noel Carpenter & Dennis C. Bausman, 2016) han estudiado y destacado los riesgos específicos asociados a las diferentes facetas de la planificación colaborativa que dificulta el intercambio de información y experiencias entre las partes del proyecto, teniendo repercusión en el rendimiento del proyecto en términos de costo, cronograma, productividad y calidad.

Ante estas adversidades, las empresas AEC buscan implementar buenas prácticas de gestión de proyectos. El Instituto de la Industria de la Construcción (CII por sus siglas en inglés) ha considerado el Front-End Planning (FEP por sus siglas en inglés) como una buena práctica durante más de 20 años (Collins et al., 2017). El FEP o planeación previa, se entiende como el proceso mediante el cual se obtiene información estratégica suficiente sobre el alcance de un proyecto, lo que permite a los responsables tomar decisiones informadas, anticipar posibles inconvenientes, cumplir con las restricciones, evitar costos adicionales y mejorar las probabilidades de lograr un proyecto exitoso (Gibson et al., 1995).

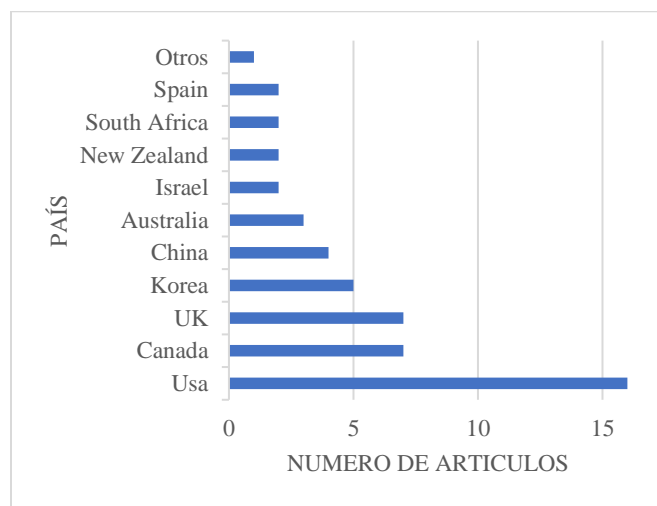
Entre las herramientas desarrolladas para facilitar la planificación previa al proyecto se encuentra el índice de definición de proyectos (PDRI por sus siglas en inglés) el cual permite evaluar la calidad de la definición del alcance del proyecto (Construction Industry Institute, n.d.). Por su parte, el Building Information Modeling (BIM por sus siglas en inglés) se presenta como una metodología que, implementada con las buenas prácticas de gestión de proyectos, entre ellas las de planificación previa, pretenden solucionar los problemas relacionados con la planeación colaborativa.

Una búsqueda preliminar desarrollada para este estudio permitió identificar que la implementación de la metodología BIM en el sector de la construcción en la etapa de planificación previa, se ha llevado a cabo principalmente en país desarrollados, aproximadamente el 70% de los documentos encontrados pertenece a países en desarrollo y el restante a países que se encuentran en vía de desarrollo tal (Ver Figura 1). Países como Estados Unidos contaban con 16 documentos, Canadá con 7, Reino unido (UK) con 7, Corea con 5, China con 4 y Australia con 3 fueron aquellos

que destacaron poseer investigación en el uso de la metodología BIM en la etapa de planificación previa. Esta evidencia posiblemente indica que en los países en desarrollo existe un vacío de conocimiento y se carece de investigación en la implementación de la metodología BIM en la etapa de planificación previa.

**Figura 1**

*Numero de artículos por país con enfoque en la implementación del BIM.*



De otro lado, en Colombia, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Minvivienda) desarrolla proyectos de vivienda de interés social (VIS por sus siglas) los cuales son de alto impacto para la sociedad, ya que ayudan a afrontar el déficit habitacional del sector de la población en condiciones vulnerables (MinVivienda, 2022b). Particularmente, se consideran que este tipo de proyectos tienen un alto riesgo de sufrir retrasos y sobrecostos si no se desarrolla una adecuada planificación previa, y se establece un correcto análisis y definición del alcance del proyecto a desarrollar. En consecuencia, las empresas constructoras de proyectos VIS requieren de una herramienta que permita realizar la definición del alcance en etapas tempranas, facilitando el

trabajo colaborativo y una buena gestión del proyecto durante su ciclo de vida garantizando una mejora en el desempeño, cumplimiento de los estándares establecidos y maximizar su rentabilidad.

El presente trabajo de grado, desarrollado bajo modalidad de pasantía de investigación, tuvo como propósito identificar y modelar el flujo de procesos de la definición de los parámetros de gestión de información de la metodología BIM, aplicables durante la etapa de planificación previa al proyecto, considerando el contexto colombiano y de manera específica, os proyectos de vivienda de interés social (VIS). De esta manera se espera incentivar al buen uso de las buenas prácticas de gestión en las etapas tempranas de un proyecto, especialmente las empresas constructoras de Colombia que desarrollen proyectos VIS apoyados con la metodología BIM, procurando reducir los problemas de sobre costo, retrasos y cambios durante las etapas posteriores del proyecto.

## 1. Objetivos

Para el desarrollo de la presente pasantía de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

### *1.1 Objetivo General*

Formular los parámetros de gestión de la información BIM aplicables durante la etapa de planificación previa para proyectos de vivienda de interés social.

### *1.2 Objetivos Específicos*

- Identificar los parámetros esenciales de gestión de la información BIM aplicables durante la etapa de planificación previa de proyectos.
- Plantear un flujo de procesos de los parámetros esenciales de gestión de proyectos de construcción.

### **3. Marco Teórico**

A continuación, se presentan los conceptos básicos requeridos para comprender el desarrollo de este proyecto de investigación.

#### ***3.1 Front-End Planning o Planificación Previa***

Es la etapa del ciclo de vida de un proyecto en la que se definen los procesos claves, incluida la idealización, la definición del caso de negocio, el caso del proyecto, el propósito, la definición del alcance, los objetivos, los beneficios, la gestión del riesgo y el valor, la financiación, el plan de las partes interesadas, los diseños generales y el plan de ejecución (Scherer et al., 2016)(Sinclair, 2013)(Bryan Lawson, 2005). Por lo que el Front-End Planning puede describirse como el proceso de desarrollo del producto que precede al diseño conceptual (Samset & Volden, 2016), siendo la interfaz en el ciclo de vida del proyecto que apoya la prueba de ideas y alternativas, la innovación, el dialogo entre las partes interesadas y los usuarios finales (Serugga et al., 2020). La planificación Front-End permite que el equipo del proyecto tenga una mayor influencia sobre el proyecto. A medida que el proyecto entra en la fase de ejecución, el equipo del proyecto tiene menos influencia para realizar cambios de bajo costo que afecten al proyecto. Una vez que el proyecto comienza, el nivel de influencia en el proyecto disminuye y el gasto para corregir estos cambios aumenta (George et al., 2008).

#### ***3.2 Building Information Modeling (BIM)***

Es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes. El BIM supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempo (4D), de costes (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D) (BuildingSMART Spain, 2022).

La metodología BIM está basada en la colaboración de todos los agentes, por lo que es necesario establecer estándares que van a permitir dicha colaboración. Para ello la BuildingSMART International es el líder a nivel mundial en la creación de estándares relacionados con la digitalización del sector de la arquitectura, ingeniería, construcción y operaciones (AECO por sus siglas en inglés), tales como el modelo de datos IFC, el cual sirve como formato de intercambio de datos entre agentes, procesos y aplicaciones, y que está definido por la Norma ISO 16739:2018 ((BuildingSMART Spain, 2022)

### ***3.3 Parámetros de gestión de información BIM***

De acuerdo con la norma internacional ISO 19650-1, para la implementación de la metodología BIM se debe desarrollar un planteamiento estratégico o visión general de alto nivel de quién hace qué, una explicación de la jerarquía de los requisitos de información requeridos, la forma en que se asigna la responsabilidad y el enfoque colaborativo para producir información. Este documento define los parámetros de gestión de información, indicando los procesos y actividades a través de las cuales los equipos de desarrollo pueden producir información en colaboración y minimizar las actividades innecesarias. Para el presente estudio, los siguientes

elementos constituyen los parámetros esenciales para la gestión de información en las etapas previas de planificación de los proyectos:

### ***3.3.1 Entorno común de datos (CDE por sus siglas en ingles)***

Es la fuente de información acordada para cualquier proyecto o activo, usada para recopilar, gestionar y difundir cada contenedor de información (estructura digital que almacena y organiza datos, ya sea en forma de archivos, bases de datos, carpetas, documentos, correos electrónicos, entre otros.) a través de un proceso gestionado. El CDE tiene el objetivo de garantizar que la información correcta llegue a la función empresarial más amplia de una organización para apoyar las decisiones empresariales estratégicas.

### ***3.3.2 Requerimientos de información de la organización (OIR por sus siglas en ingles)***

Detallan información de alto nivel que necesita una organización en toda su cartera de activos y departamentos (como recursos humanos, tecnología de información, finanzas, gestión de instalaciones y operaciones/producción). Presenta la misión, la visión, los valores y las razones principales por las que se requiere información específica para el negocio de la parte que hace la designación (contratante según la ISO 19650). El OIR explica la información necesaria para responder o informar objetivos estratégicos de alto nivel dentro del contratante. Estos requisitos pueden surgir por una variedad de razones, que incluyen:

- Operación estratégica del negocio.
- Gestión estratégica de activos.

- Planificación de cartera.
- Deberes regulatorios.
- Formulación de políticas, estándares y protocolos.

### ***3.3.3 Requerimientos de información del proyecto (PIR por sus siglas en ingles)***

Comparte los objetivos del proyecto, los puntos de decisión clave y define las expectativas de la parte que designa (contratante) para la entrega del proyecto. El PIR explica la información necesaria para responder o informar objetivos estratégicos de alto nivel dentro del contratante (OIR) en relación con un proyecto de activo particular. En el PIR se identifican tanto del proceso de gestión de proyectos como del proceso de gestión de activos relacionados con su operación y mantenimiento.

### ***3.3.4 Requerimientos de información del activo (AIR por sus siglas en ingles)***

Establece con precisión la información relacionada con los activos que los proveedores deben entregar. En ellos se especifica la información detallada que se necesita por la parte contratante y sus partes interesadas para gestionar los activos a lo largo de su ciclo de vida. Los aspectos técnicos del AIR especifican elementos de información detallados para responder al OIR relacionado con los activos. Estos requisitos deben expresarse de manera que puedan incorporarse a las citas de gestión de activos para apoyar la toma de decisiones organizacionales.

### ***3.3.5 Requerimientos de intercambio de la información (EIR por sus siglas en ingles)***

También mencionado con las siglas TDR. Es un documento con información detallada que reúne los requisitos de información establecidos por el cliente. Proporcionan el marco para todos y cada uno de los equipos de entrega activos en un proyecto. Cada EIR se deriva de los requerimientos de información del proyecto (PIR) y los requerimientos de información de los activos (AIR).

### ***3.3.6 Plan de ejecución BIM (BEP por sus siglas en inglés)***

Es un documento de gestión donde los participantes deben acordar su estrategia, capacidades y competencias BIM para el proyecto con el fin de cumplir con los requerimientos de información descritos. Existen dos etapas para el plan de ejecución BIM, una previa a la adjudicación del proyecto y la otra posterior. La primera descrita como Plan de ejecución BIM Precontractual o PRE-BEP, este es un documento donde los proponentes deben demostrar la estrategia, capacidades y competencias BIM para el proyecto con el fin de cumplir con los requerimientos de información del solicitante (EIR), este debe contener una matriz de responsabilidades, los programas de software, hardware e infraestructura de las tecnologías de información (TI por sus siglas) que utilizará el equipo de entrega. El BEP definitivo o contractual es ejecutado cuando se confirma el plan de ejecución BIM del equipo de desarrollo, este requiere una actualización y un nivel de detalle mayor para cada una de las partes mencionadas anteriormente en el PRE-BEP.

### ***3.4 Vivienda de interés social (VIS)***

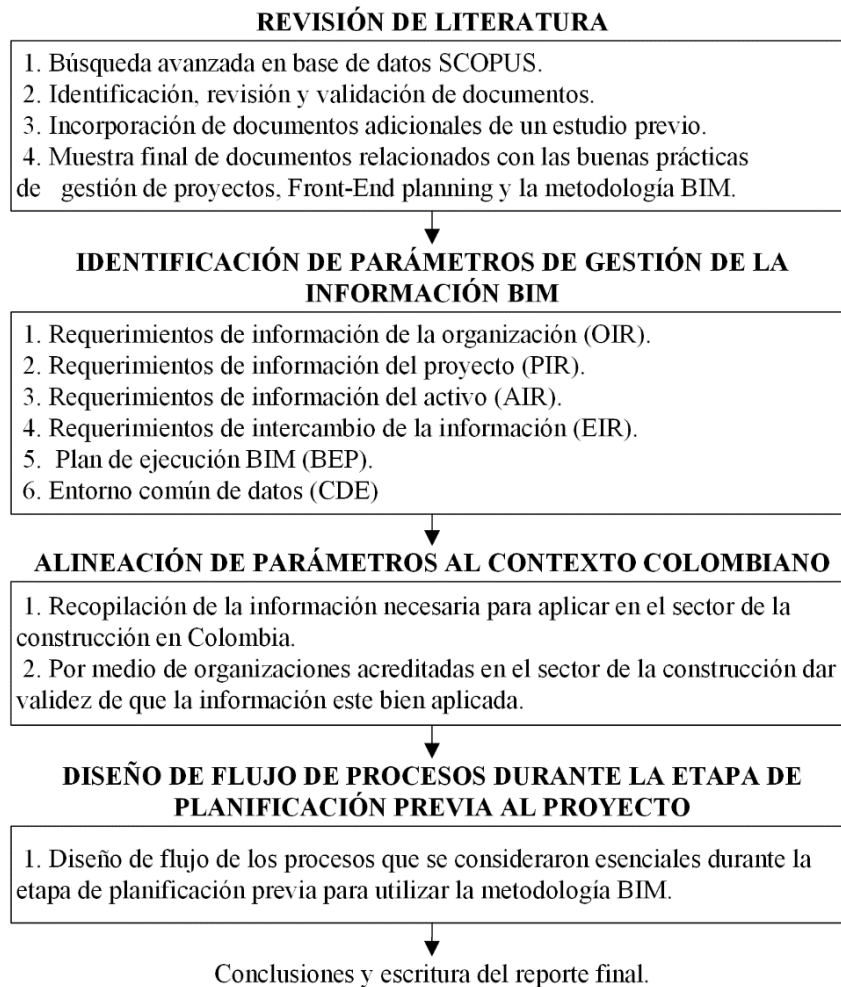
El ministerio de Vivienda de Colombia define la vivienda de interés social como: “Aquella que reúne los elementos que aseguran su habitabilidad, estándares de calidad, diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción cuyo valor no exceda los 135 Salarios Mínimos Legales Mensuales Vigentes (SMLMV por sus siglas)(MinVivienda, 2021). La venta de este tipo de viviendas está orientada a aquellas personas que quieren alquilar o comprar su primera vivienda, pero poseen ingresos económicos bajos. El objetivo de los proyectos relacionados con la construcción de viviendas tipo VIS es garantizar el derecho de todos los ciudadanos de disponer de un techo para dormir, en el caso de viviendas tipo VIS, el subsidio de viviendas aplica solo para aquellos hogares cuyos ingresos no superen los 4 SMLMV (MinVivienda, 2022a).

#### **4. Marco Metodológico**

Con el fin de lograr los objetivos propuestos, se utilizó un modelo metodológico en cuatro fases, detallado a continuación:

#### **Figura 2**

*Flujo del proceso metodológico para identificar los parámetros de información BIM*



1) Revisión de literatura y revisión documental, con el propósito de lograr una muestra final de documentos donde el enfoque este dirigido a las buenas prácticas de gestión de proyectos, específicamente el Front-End planning y la metodología BIM.

2) Identificación de los parámetros que son esenciales para la gestión de la información BIM, aplicables durante la etapa de planificación previa de proyectos, estos mediante la lectura de los documentos obtenidos de la muestra final en el paso 1.

3) Alineación de parámetros de gestión de información BIM al contexto colombiano, esto por medio de organizaciones que promueven el uso de la metodología BIM y las buenas prácticas tanto en Colombia como en Latinoamérica (Paneles de expertos, Camacol y Plan BIM chile).

4) Diseño de flujos de procesos utilizando los parámetros de gestión de información BIM en la etapa de planificación previa al proyecto, alineado al ciclo de vida de este mismo.

## **5. Resultados y conclusión**

A continuación, se presentan los resultados de esta investigación, derivados del desarrollo de cada objetivo específico.

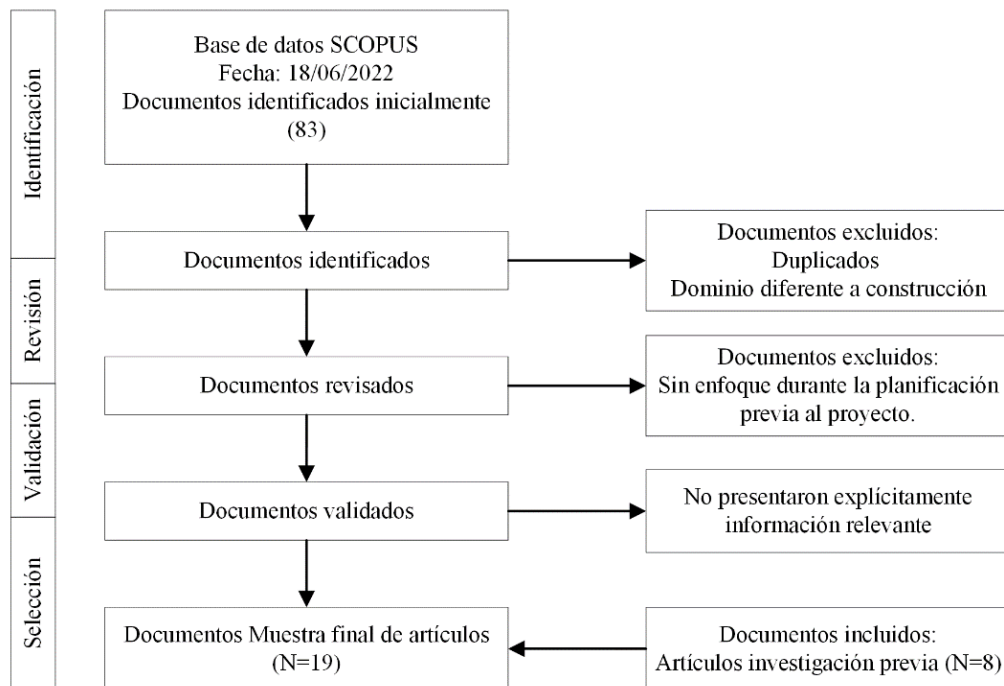
### ***5.1 Parámetros de gestión de información BIM durante la fase de Planeación previa.***

Se realizó una revisión de literatura en la base de datos SCOPUS, esta búsqueda preliminar fue realizada el día 18/06/2022 con el fin de identificar los parámetros que son esenciales en la gestión de la información BIM aplicables durante la etapa de planeación previa, la búsqueda fue realizada mediante la siguiente ecuación booleana: ( bim OR "building information modeling" OR "Building information management" OR "building information model" OR "building information modelling" ) AND ( "front end planning" OR "front end loading" OR "pre planning" OR

"preplanning" OR "pre-planning" ) AND ( LIMIT TO ( DOCTYPE , "ar" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "cp" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE , "re" ) ) AND ( LIMIT-TO ( LANGUAGE , "English" ) ). Consecutivamente se realizó un filtrado de los documentos, producto de la lectura de título, palabras claves y resumen siguiendo los criterios presentados en la Figura 3. Culminada la etapa de identificación y revisión de documentos se procedió a realizar la validación donde se confirmaba si los documentos contenían información relevante y valiosa para cumplir con los objetivos propuestos, obteniendo así una muestra final de 19 documentos. La información de los documentos (i.e. artículos y artículos de conferencia) se agrupan con mayor detalle en el ANEXO 1.

**Figura 3**

*Diagrama de flujo del proceso de selección de documentos adaptado del Instituto Joanna Briggs*



### ***5.1.1 Gestión de la información usando BIM***

La Norma ISO 19650 es el estándar internacional para la aplicación del BIM, la cual está organizada en cuatro partes (1, 2, 3 y 5). La parte uno: “Conceptos” y la parte dos: “Guía de procesos” son las secciones que proveyeron la información para el alcance de nuestros objetivos. Iniciando con la comprensión y lectura de la Norma ISO 19650 se entendió la importancia de ella, ya que explican conceptos claves, definiciones de la gestión de proyectos y presentan al BIM no solo como una herramienta 3D para la gestión de la información digital, sino como un nuevo enfoque para la gestión de proyectos en los que la información digital se intercambia entre las partes contratantes en todas las etapas de un proyecto (EFCA, 2019). Las diferentes definiciones de los parámetros necesarios para realizar una buena práctica, se detallan en el Anexo 2.

### ***5.1.2 Gestión de información BIM en Colombia***

En el país, el gobierno nacional ha impulsado la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) a través del Plan BIM Colombia y liderado por organizaciones como el BIM FORUM COLOMBIA (BFC por sus siglas), que están orientadas a modernizar el sector de la construcción e infraestructura, con una ruta económica clave para la prosperidad de Colombia. CAMACOL ha desarrollado y proporcionado una guía para la implementación del BIM en el sector de la construcción.

Esta guía tiene como objetivo orientar a las empresas, profesionales y entidades públicas en la adopción de esta metodología, basándose en la experiencia de las empresas que forman parte

del BFC. De este modo, se alinea con las cuatro etapas principales, propuestas por la ISO 19650 (Ver figura 4), las cuales se describen como:

**Etapa 1-** Identificación de Requerimientos de información: Esta etapa abarca las actividades preliminares necesarias antes de anunciar la implementación en la organización. Incluye acciones como designar responsables, revisar documentación técnica de apoyo y realizar un diagnóstico inicial para evaluar la situación actual.

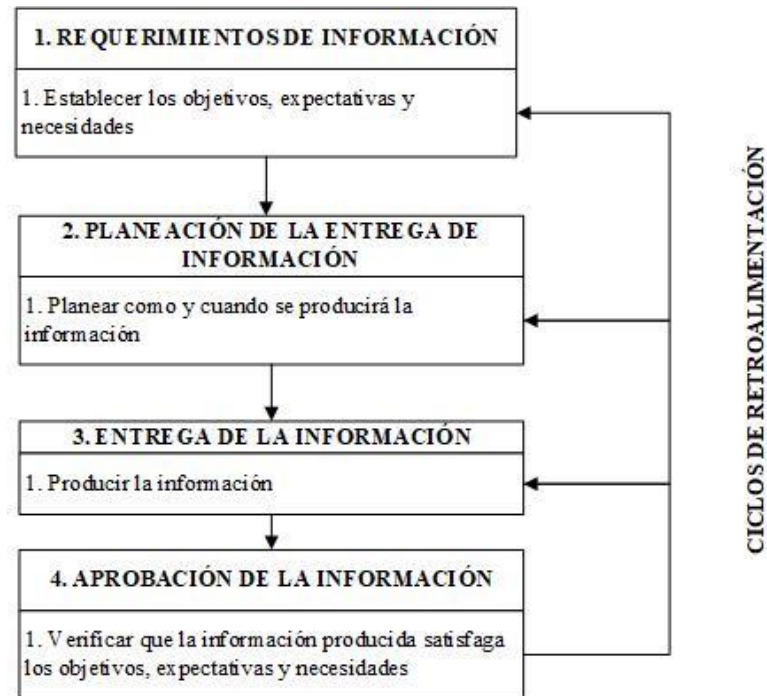
**Etapa 2-** Planeación de la entrega de la información: Consiste en la definición del plan de implementación. En esta fase, se delimita el alcance del proyecto y se establece una estrategia alineada con los objetivos organizacionales, lo que permite definir metas específicas y asignar responsabilidades claras dentro del equipo de trabajo.

**Etapa 3-** Entrega de la información: Implica la ejecución de la producción de información conforme a lo definido en las etapas anteriores. En este punto, se integran los miembros operativos, se introducen modificaciones en la infraestructura y los procedimientos, y se inician proyectos piloto para validar los procesos implementados.

**Etapa 4-** Aprobación de la información: Esta etapa final se centra en la evaluación de los resultados, analizando las métricas obtenidas y recopilando comentarios sobre los procedimientos y entregables. Su propósito es fomentar una mejora continua a través de un ciclo iterativo de retroalimentación.

**Figura 4**

*Flujo metodológico del BIM según ISO 19650 Parte 2*



*Nota.* El gráfico representa los procesos por los que la información debe atravesar antes de llegar al cliente. Tomado de *Índice de definición de proyectos de vivienda de interés social incluyendo parámetros de BIM y sostenibilidad* (p. 54), por O. H. Portilla, 2023, Universidad Industrial de Santander

En Colombia, el Gobierno Nacional diseñó un plan estratégico para la implementación de la metodología BIM, con un horizonte temporal definido entre 2020 y 2026 (CAMACOL & BIM Forum Colombia, 2020). Este plan destaca la modernización tecnológica del sector de la construcción como una de las principales estrategias para impulsar el desarrollo económico del país. Su propósito es optimizar los recursos disponibles mediante la reducción de costos y tiempos

en los proyectos, incrementando así la productividad y la eficiencia en la ejecución de obras de infraestructura en Colombia (CAMACOL & BIM Forum Colombia, 2020).

La metodología de gestión de información BIM está siendo adoptada a nivel mundial, demostrando oportunidades y beneficios significativos que, en el contexto nacional, aún no se aprovechan plenamente. A continuación, se destacan algunos de estos beneficios explicados directamente en el Plan BIM Colombia:

**Económico:** Resultan de la eficiencia mejorada de los procesos de entrega de proyectos desde las primeras fases de planificación, diseño hasta llegar a la fase operativa. Varios países reportan ahorros de costos de hasta un 20% en la fase de entrega.

**Ambiental:** Las herramientas de análisis de diseño permite la reducción de la huella del carbono y la gestión y monitoreo de la contaminación acústica. También permite optimizar el diseño en etapas tempranas con el fin de obtener un rendimiento energético mucho mayor de los edificios en su fase operacional.

**Social:** Permite un mayor involucramiento y comunicación con las comunidades, crítico en fases de planificación. También permite visualizar y minimizar los riesgos de salud y seguridad durante la construcción.

En síntesis, la adopción de BIM posibilita la entrega de infraestructura de mayor calidad y menor costo para todos los involucrados. En Colombia, la estrategia nacional contempla una

implementación gradual durante un periodo de siete años, centrada en la capacitación y digitalización del sector de la construcción (CAMACOL & BIM Forum Colombia, 2020). Este enfoque busca fortalecer la gestión desde las etapas iniciales de proyectos de vivienda de interés social, promoviendo así un impacto positivo en el sector.

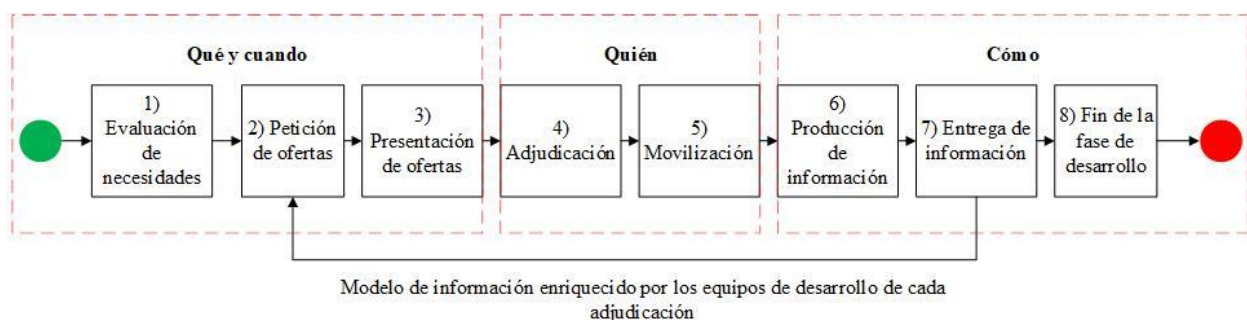
### ***5.1.3 Parámetros de gestión BIM y el índice de definición de proyectos VIS***

El índice de definición de proyectos de vivienda de interés social (IDPVIS por sus siglas) fue fruto de una investigación en la que se adaptó la matriz del PDRI que desarrolló el CII e integro dentro de los requerimientos de evaluación criterios importantes y de alto impacto para la industria de la construcción, relacionados con la sostenibilidad y gestión de la información usando la metodología BIM. Brindando así una solución para la deficiente definición del alcance en las etapas tempranas de los proyectos VIS en Colombia (Portilla Carreño Oscar Humberto, 2023). Este análisis abordó la integración de la matriz de requerimientos del IDPVIS (Portilla Carreño Oscar Humberto, 2023) con los parámetros de gestión de la información BIM encontrados en las fases iniciales de los proyectos de vivienda de interés social, utilizando como guía los estándares de la normativa ISO 19650, específicamente en sus Partes I y II. (International Organization for Standardization et al., 2019, 2020), permitiendo alinear las políticas de transformación digital con el objetivo de mejorar la productividad empresarial en Colombia, conforme a lo planteado en el Plan Nacional de implementación BIM 2020-2026 (CAMACOL & BIM Forum Colombia, 2020). Se realizó una revisión de los procesos de gestión de la información BIM y posteriormente alineándose con las cuatro etapas de implementación establecidas en la ISO-19650 Parte I y el BFC. Encontrando así, que las cuatro etapas se pueden descomponer en ocho procesos según la

ISO 19650 Parte II (Ver figura 5), las cuales detalla los parámetros necesarios (elementos, requerimientos y/o entregables) en la gestión de activos (para ello diríjase a tabla 1).

**Figura 5**

*Procesos de gestión de activos según la ISO 19650 Parte II*



El proceso de gestión de la información (que incluye su desarrollo y entrega) se aplicará durante la fase de desarrollo para cada contratación, independientemente de la etapa del proyecto, y está compuesto por las siguientes actividades:

1. Evaluación de necesidades: En esta etapa el propietario define sus requerimientos de información y el marco técnico y colaborativo del proyecto.
2. Petición de Ofertas: El propietario de los activos comparte los requerimientos y necesidades específicas del proyecto a la cadena de suministros.
3. Presentación de Ofertas: En esta etapa los proponentes demuestran su capacidad de competencia y experiencia para responder a los requerimientos del cliente.

4. Adjudicación: Se formaliza el proceso contractual y los requerimientos de información del proyecto.
5. Movilización de Recursos: El equipo de desarrollo planifica, prepara y verifica los recursos técnicos, humanos y estándares para la creación de contenido.
6. Producción de Información: El equipo de desarrollo y su cadena de suministro producen, coordinan y verifican la información a ser entregada.
7. Entrega de Modelo de Información: El propietario del activo recibe, comprueba y pone en uso la información.
8. Cierre: El propietario del activo y la cadena de suministro capturan y comunican las lecciones aprendidas para ser aplicadas a procesos posteriores

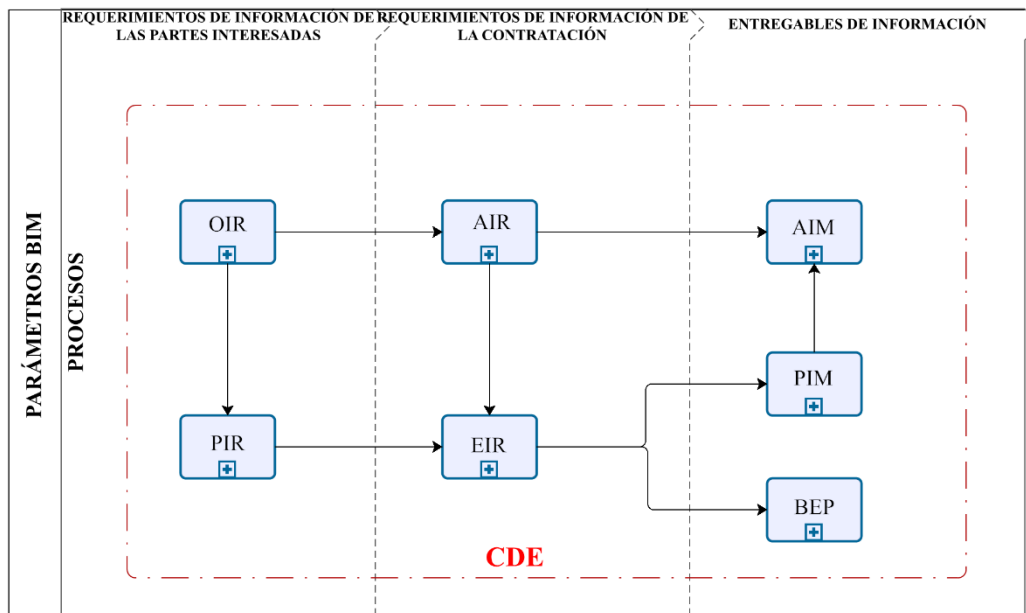
En esta investigación inicialmente se identificaron ocho parámetros fundamentales para la implementación de la metodología BIM, los cuales incluyen: OIR (Organizational Information Requirements), PIR (Project Information Requirements), AIR (Asset Information Requirements), EIR (Exchange Information Requirements), CDE (Common Data Environment) y, como entregables, AIM (Asset Information Model), PIM (Project Information Model) y BEP (BIM Execution Plan). Estos parámetros se encuentran distribuidos a lo largo de los ocho procesos mencionados previamente, desarrollados en función de las etapas del proyecto.

Utilizando las plantillas proporcionadas en el Mega Challenge BIM + Diseño Sostenible, organizado por la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de los Andes a finales de 2022, y distribuidas mediante Plannerly, una plataforma colaborativa en la nube que facilita la gestión de proyectos BIM. La Figura 6 muestra la jerarquización de estos parámetros a lo largo de

las distintas etapas del proyecto (licitación, contratación y entrega de información), proporcionando una visión estructurada de su aplicación. Basados en la norma ISO 19650 establece que el OIR y el PIR son requerimientos de más alto nivel ya que permitirán guiar toda la gestión BIM dentro de los proyectos, donde su nivel de importancia disminuye de izquierda a derecha. Iniciando con el OIR donde contribuye a la formación del PIR y este último al EIR, donde simultáneamente recibe información del AIR y por último como entregables netamente de información el da como resultado el AIM, el PIM y el BEP.

**Figura 6**

*Flujo de parámetros necesarios para aplicar el BIM*



Los ocho procesos fueron revisados a detalle, obteniendo así a partir de la norma ISO 19650, un listado de parámetros organizados mediante un conjunto de entregables listados a continuación en Tabla 1:

**Tabla 1***Entregables de gestión de la información usando el BIM según la ISO 19650 parte II*

<b>Entregables Según ISO 19650-2</b>	<b>Acrónimo</b>
Entorno común de datos	CDE
Requerimientos de información de la organización	OIR
Requerimientos de información del activo	AIR
Requerimientos de información del proyecto	PIR
Requerimientos de información de intercambio de información	EIR
Plan de ejecución BIM preliminar	Pre-BEP
Plan de ejecución BIM	BEP
Matriz de asignación de responsabilidades	RACI
Plan maestro de entrega de información	MIDP
Planes de tareas de entrega de información	TIDP
Modelo de información del proyecto	PIM
Modelo de información del proyecto	AIM

Los parámetros mencionados fueron evaluados y validados a través de un panel de expertos utilizando la metodología Delphi. Además, se consideró la experiencia adquirida durante la participación en el Mega Challenge BIM + Diseño Sostenible, organizado por la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de los Andes. Donde este proceso tuvo como propósito

ajustarlos a la matriz IDPVIS y facilitar la integración de la metodología BIM desde las fases iniciales de los proyectos. La lista resultante incluye los entregables considerados en los documentos previamente citados (ver Tabla 2).

**Tabla 2**

*Entregables BIM recomendados para la fase de planeación*

<b>Sección 1: Identificación y estructuración del caso de negocio</b>	<b>Sección 3: Definición del plan táctico de desarrollo y construcción del proyecto</b>
<p><b>B2: políticas de gestión de la información usando el BIM parte 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Requerimientos de información de la organización (OIR)</li> <li>➤ Requerimientos de información del activo (AIR)</li> <li>➤ Nivel de información requerido de los diseños</li> <li>➤ Normatividad para diseños y estándares de información</li> <li>➤ Definición del ambiente común de datos (CDE) para la planeación</li> <li>➤ Para el diseño conceptual y esquemático definir:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Requerimientos de información de proyecto (PIR) para la planeación</li> <li>➤ Requerimientos de información del intercambio (EIR) para la planeación</li> <li>➤ Plan de ejecución del BIM para la planeación</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>G5: políticas de gestión de la información usando el BIM parte 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Definición del ambiente común de datos (CDE) para el proyecto</li> <li>➤ Finalizando el punto de equilibrio en ventas del proyecto definir:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Requerimientos de información del proyecto (PIR) para el proyecto</li> <li>➤ Requerimientos de información del intercambio (EIR) para el proyecto</li> <li>➤ Plan de ejecución del BIM para el proyecto</li> </ul> </li> <li>➤ Para diseño detallado y construcción definir:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Plan de ejecución del BIM para el diseño y construcción</li> <li>➤ Planes de entrega de la información para el diseño y construcción</li> <li>➤ Plan de gestión de riesgos para el diseño y construcción</li> <li>➤ Plan de movilización para el diseño y construcción</li> </ul> </li> </ul>

Nota. La tabla agrupa a modo de resumen todos entregables considerados esenciales durante la etapa de planeación utilizando la gestión BIM y el IDPVIS. Tomado de *Índice de definición de*

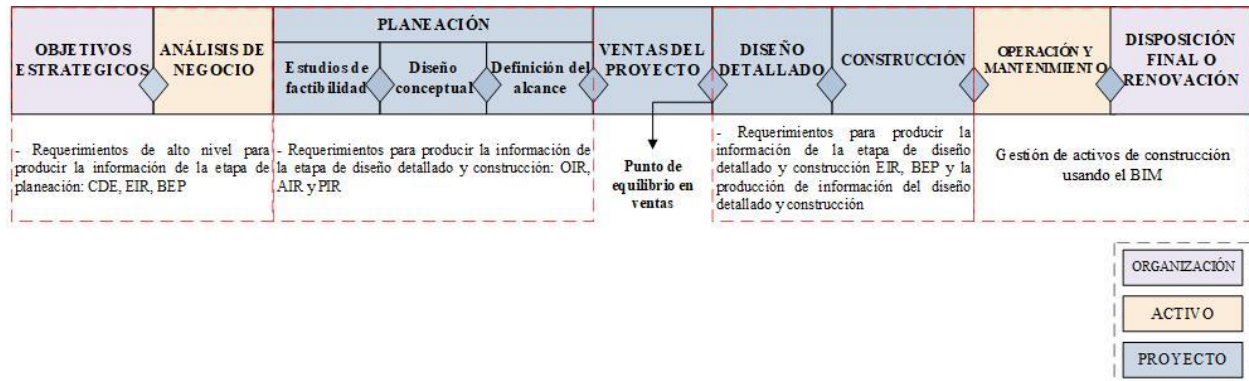
*proyectos de vivienda de interés social incluyendo parámetros de BIM y sostenibilidad* (p. 58), por O. H. Portilla, 2023, Universidad Industrial de Santander

Esta lista se configura como una herramienta estratégica de gestión, diseñada para que las empresas constructoras dedicadas a proyectos de vivienda de interés social puedan identificar y adaptar la metodología BIM en sus iniciativas. Su definición durante la etapa de planificación facilita su aplicación a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. La implementación de BIM debe considerarse desde tres perspectivas clave de desempeño: organización, activo y proyecto, para garantizar la integración efectiva de parámetros desde las fases principales del desarrollo.

La Figura 7 ofrece un marco conceptual que clarifica cómo estos entregables pueden incorporarse de manera consistente y eficiente en las distintas etapas del proyecto, fortaleciendo la gestión de información BIM a lo largo de todo el proceso constructivo. Los detalles relacionados con la incorporación de los entregables de gestión de información BIM han sido alineados con el esquema IDPVIS, específicamente en la Sección I, correspondiente a la identificación y estructuración del caso de negocio, y en la Sección 3, relativa a la definición del plan táctico de desarrollo y construcción del proyecto.

**Figura 7**

*Incorporación de BIM en la Matriz IDPVIS*



Nota. La tabla se agrupa los entregables aplicables en diferentes etapas del ciclo de vida de un proyecto. Tomado de *Índice de definición de proyectos de vivienda de interés social incluyendo parámetros de BIM y sostenibilidad* (p. 59), por O. H. Portilla, 2023, Universidad Industrial de Santander

**5.2 Procesos en los parámetros de gestión de información BIM**

Con el fin de culminar con el objetivo dos de la investigación, se plantearon dos flujos de procesos donde se ilustran los parámetros esenciales para la gestión de proyectos de construcción contenidos en las figuras 8 y 9 , adicionalmente se pueden encontrar en una mejor calidad en los anexos 3 y 4. El primer flujo corresponde a los parámetros BIM aplicables durante la etapa de planeación previa y el segundo durante la fase de diseño y construcción, utilizando un esquema de entradas y salidas proporcionadas por los elementos y categorías presentados en el IDPVIS (Portilla Carreño Oscar Humberto, 2023).

**5.2.1 Flujo de parámetros BIM aplicables durante la etapa de Pre-planeación**

En las etapas previas al proyecto podemos identificar un número de entregables, iniciando con un OIR, continuando en un EIR y finalizando con un BEP, este último en fase preliminar, con entradas y salidas correspondidas por las secciones A, B y C tomadas del IDPVIS, toda la información recolectada por las partes interesadas llega hasta un filtro de información donde es almacenada y posteriormente se revisa si esta satisface los requerimientos establecidos previamente, si es así el proceso finaliza, si no cumple dicho requerimiento, esta regresa a los parámetros anteriores donde se revisa y modifica la información con el fin de satisfacer los requerimientos de las partes involucradas, un punto a resaltar en la implementación BIM es el uso de información netamente necesaria y no malgastar recursos en información que no sea de utilidad. Por último, todo este proceso según la ISO 19650 se debe llevar a cabo bajo un entorno común de datos, donde toda la información se pueda almacenar de manera estructurada a la que todos los miembros del equipo de trabajo tengan acceso en todo momento (Véase Figura 8).

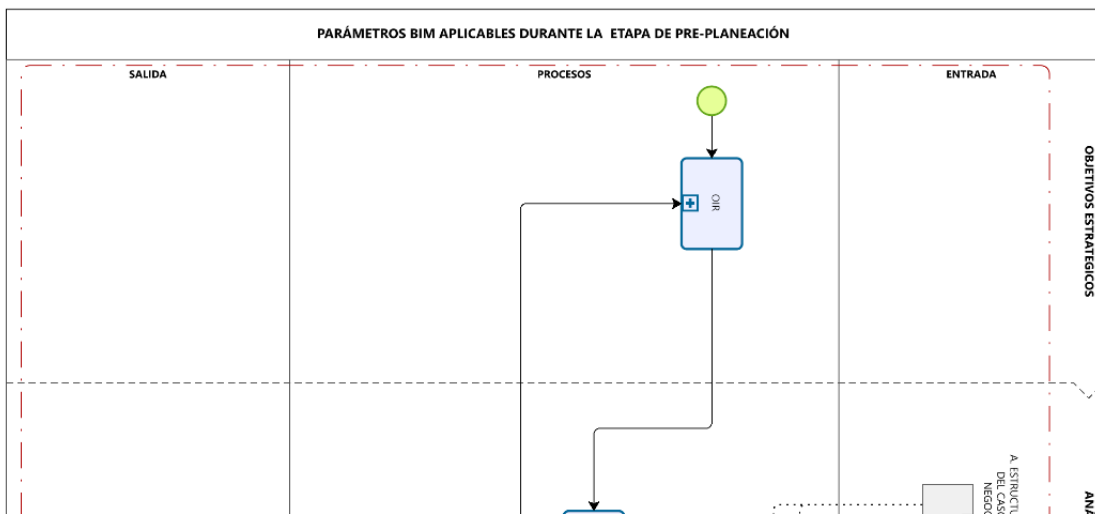
### ***5.2.2 Flujo de parámetros BIM aplicables durante la etapa de Diseño y Construcción***

El flujo correspondiente para las etapas de diseño y construcción se presenta como una propuesta adicional ya que no hacía parte del alcance del proyecto, pero que a su vez ilustraba una mejor explicación de todos los parámetros de gestión de información BIM encontrados. Este flujo se caracteriza por contener una mayor cantidad de entregables y procesos con respecto al anterior, el proceso inicia nuevamente con un OIR, pero aparecen dos nuevos entregables antes de llegar al EIR, los cuales son el PIR y el AIR. Por último, luego del BEP en fase preliminar se produce un BEP DEFINITIVO en el cual ya se encuentra consolidado todo el plan de ejecución BIM del

equipo de desarrollo. Al igual que el anterior flujo cuenta con entradas y salidas correspondidas por las secciones de la A hasta la H del IDPVIS, con el mismo filtro antes de finalizar el proceso, donde se cuestiona si la información satisface o no los requerimientos de información deseados, donde todo esto sucede dentro de un entorno común de datos (Véase Figura 9).

**Figura 8**

*Flujo de procesos de información BIM en la etapa de planeación previa*



**Figura 9**

*Flujo de procesos de información BIM en la etapa de Diseño y Construcción*



## 6. Conclusiones

El uso de la metodología Building Information Modeling (BIM) es una herramienta poderosa que tiene un impacto significativo en todas las etapas de un proyecto de construcción, permitiendo así una serie de mejoras en la fase de conceptualización y diseño preliminar, tanto en

el diseño y construcción del mismo. Dicho esto, a continuación, se presentan las conclusiones más relevantes encontradas en esta investigación:

En los periodos identificados en la revisión bibliográfica y documental se pudo inferir que, entre los años 2008 a 2022 se ha hablado de la aplicabilidad del BIM. Sin embargo, se pudo evidenciar que desde el año 2018 las investigaciones tuvieron un crecimiento exponencial dando evidencia del interés sobre la aplicabilidad en el sector de la construcción.

Se evidenciaron diferentes parámetros necesarios para la implementación BIM, pero uno de los más importantes y que se encuentra tanto en la fase de pre planeación como la de diseño y construcción, es el requerimiento de intercambio de la información (EIR) y en el BEP, ya que el EIR funciona como un marco en el que todas las partes involucradas reúnen la información necesario para el desarrollo del mismo, y el BEP es el documento donde esta condensado todas las operaciones que se van a realizar y sus implicados.

La aplicación BIM en las etapas previas a la planificación nos permite que la información este en constantemente cambio, gracias a que la información se encuentra unificada y recolectada en un mismo entorno, pero que para finalizar un entregable o proceso este debe satisfacer los requerimientos previamente establecidos, dado que, si no cumple dichos requisitos esta debe retornar a su proceso inicial y revisarse debido a que este no permite que se utilice información sin un propósito.

Los proyectos VIS en Colombia, son caracterizados por tener presupuestos más ajustados debido a la población para la que son diseñados, por lo que estos proyectos necesitan una mayor visualización y diseño preliminar más claro, para evitar sobrecostos. El BIM facilita la creación de modelos 3D desde las primeras etapas, lo que ayuda a todas las partes interesadas a visualizar el proyecto de manera más realista y detallada, lo que favorece a identificar futuros problemas de diseño antes de que el proyecto avance, viéndose así reflejado en una disminución de costos en la detección de colisiones, los modelos tridimensionales, el cronograma y el diseño del sitio.

Durante las etapas preliminares, el BIM permite realizar un análisis de viabilidad técnica y económica. Al integrar el diseño con los datos de costos y materiales, se puede realizar una estimación precisa sobre el presupuesto y el administrar mejor el uso de los recursos, con el fin de estudiar alternativas de diseño y construcción con el propósito de determinar la opcional más rentable y viable tanto del punto de vista económico como técnico.

En Colombia, el sector de la construcción suele ser fragmentado, ya que existe una barrera de comunicación entre las partes interesadas, debido a esto y mediante el uso de modelos integrados el BIM permite la detección de conflictos y errores de manera temprana entre las distintas disciplinas (arquitectura, estructura, MEP, etc), la corrección de diseños previa a iniciar la fase de planificación o incluso al terminar el BEP, evitando retrabajo y sobrecostos. La posibilidad de trabajar sobre un modelo único y compartido permite que todos los involucrados tengan acceso a la misma información en tiempo real, lo que mejora la calidad de las decisiones y reduce la probabilidad de errores de comunicación.

Aunque las grandes empresas de construcción en Colombia están avanzando en la adopción de BIM, la transición a esta metodología puede ser un reto para pequeñas y medianas empresas, especialmente por el alto costo inicial de los softwares, la capacitación que esta requiere y una resistencia cultural al cambio. No obstante, con el creciente interés por la digitalización y el respaldo de algunas políticas gubernamentales (Estrategia Nacional BIM 2020-2026), como el impulso hacia la tecnificación del sector y la inclusión de BIM en las licitaciones públicas, se espera que su adopción se generalice más en los próximos años.

## **7. Limitaciones y Trabajo futuro**

Una limitación que más influyo durante la investigación es la baja documentación y estudios que se encontraron evidenciando la correlación entre la aplicación de la metodología BIM y el Front-End Planning en Colombia, para mitigar esto se recurrió a un panel de expertos con el fin de adaptar la revisión bibliográfica de otros países a la de Colombia.

La aplicación BIM está enfocada principalmente en las etapas de diseño y construcción, donde nuestras normas estandarizadas ven la funcionalidad, pero que según investigación relevante en este documento la posibilidad de influir en el costo del proyecto en las etapas previas a realizar este diseño es del 70% al 80%, es decir que si se logra dicha aplicación el incentivo para utilizar esta metodología será aún mayor.

Para futuros estudios se recomienda investigar acerca de la creación de guías y marcos estandarizados que adopten el uso de BIM específicamente para la planificación de proyectos de vivienda de interés social. Adicionalmente, se recomienda explorar la colaboración con instituciones gubernamentales y reguladoras para definir normativas que faciliten la adopción de BIM en proyectos VIS asegurando así un cumplimiento estandarizado para todo el país.

En este estudio, cuando se analizó la guía ISO 19650-1 que corresponde a los conceptos claves y definiciones de las partes involucradas en un proyecto, se tuvo dificultad para adaptarlas al contexto colombiano y sus interesados, ya que en la asignación de roles esta guía los identifica de una manera distinta a como están asignados en Colombia, países desarrollados como EE. UU y Reino Unido (UK) cuentan con roles inexistentes o que son realizados por otros entes en nuestro país.

### **Referencias Bibliográficas**

- Assaad, R., El-Adaway, I. H., & Abotaleb, I. S. (2020). Predicting Project Performance in the Construction Industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(5). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001797](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001797)
- Bryan Lawson. (2005). *How designers think: The design process demystified*. London: Architectural Press. <https://issuu.com/jodyparra/docs/how-designers-think--4th-edition---the-design-proc>
- BuildingSMART Spain. (2022). *¿Qué es BIM? - BuildingSMART Spanish Chapter*. <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- CAMACOL, & BIM Forum Colombia. (2020). *Estrategia Nacional BIM 2020-2026*.
- Collins, W., Parrish, K., & Gibson, G. E. (2017). Development of a Project Scope Definition and Assessment Tool for Small Industrial Construction Projects. *Journal of Management in Engineering*, 33(4). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000514](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000514)
- Construction Industry Institute. (n.d.). *Project Definition Rating Index (PDRI) Overview*. Retrieved March 14, 2024, from <https://www.construction-institute.org/pdri-overview>
- EFCA. (2019). *BIM and ISO 19650 from a project management perspective*.
- George, R., Bell, L. C., Asce, F., Back, W. E., & Asce, M. (2008). *Critical Activities in the Front-End Planning Process*. <https://doi.org/10.1061/ASCE0742-597X200824:266>
- Gibson, G. E., Kaczmarowski, J. H., & Lore, H. E. (1995). *PREPROJECT-PLANNING PROCESS FOR CAPITAL FACILITIES*.
- International Organization for Standardization, UKBIM Alliance, Centre for digital built britain, & Building smart international. (2019). Information management according to BS EN ISO 19650. *Guidance Part 1: Concepts*. In *Information Management According to BS EN ISO 19650*, 2.

- International Organization for Standardization, UKBIM Alliance, Centre for digital built britain, & Building smart international. (2020). Information management according to BS EN ISO 19650. *Guidance Part 2: Processes for Project Delivery*, 3.
- KPMG International. (2015). *Climbing the curve KPMG International*.
- Liu, J. Y., Low, S. P., & Yang, J. (2013). Conceptual framework for assessing the impact of green practices on collaborative work in China's construction industry. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 139(3), 248–255. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000153](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000153)
- MinVivienda. (2021). *Vivienda de Interés Social (VIS) | Minvivienda*. <https://www.minvivienda.gov.co/node/44801>
- MinVivienda. (2022a). *Los nuevos valores de los subsidios para la adquisición de vivienda: hasta 50 millones de pesos para Vivienda de Interés Social y 500 mil pesos mensuales para vivienda No VIS | Minvivienda*. <https://minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/los-nuevos-valores-de-los-subsidios-para-la-adquisicion-de-vivienda-hasta-50-millones-de-pesos-para-vivienda-de-interes-social-y-500-mil-pesos>
- MinVivienda. (2022b). *VIS y VIP | Minvivienda Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*. <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda/vis-y-vip>
- Noel Carpenter, & Dennis C. Bausman. (2016). Project Delivery Method Performance for Public School Construction: Design-Bid-Build versus CM at Risk. *American Society of Civil Engineers*.

- Portilla Carreño Oscar Humberto. (2023). *ÍNDICE DE DEFINICIÓN DE PROYECTOS DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL INCLUYENDO PARÁMETROS DE BIM Y SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL*. Universidad Industrial de Santander.
- Samset, K., & Volden, G. H. (2016). Front-end definition of projects: Ten paradoxes and some reflections regarding project management and project governance. *International Journal of Project Management*, 34(2), 297–313. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.014>
- Scherer, J. O., Kloeckner, A. P., Ribeiro, J. L. D., Pezzotta, G., & Pirola, F. (2016). Product-Service System (PSS) design: Using Design Thinking and Business Analytics to improve PSS Design. *Procedia CIRP*, 47, 341–346. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.062>
- Serugga, J., Kagioglou, M., & Tzortzopoulos, P. (2020). Value Generation in Front-End Design of Social Housing with QFD and Multiattribute Utility Theory. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(4). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001787](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001787)
- Sinclair, D. (2013). *RIBA plan of work 2013 overview*. London: Royal Institute of British Architects. [https://issuu.com/ribacomms/docs/ribaplanofwork2013\\_overview\\_final](https://issuu.com/ribacomms/docs/ribaplanofwork2013_overview_final)

