

Sustentación final de trabajo de grado

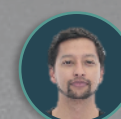
DESARROLLO DE UNA GUÍA METODOLÓGICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) EN EMPRESAS DE INGENIERÍA EN COLOMBIA: ENFOQUE PRÁCTICO PARA PROYECTOS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL



Ing. Jenny Paola Pedraza Hernández



Ing. Alejandro Alba Quintero



Ing. Andrés Felipe Hernández Flórez

Integrantes:

Director del trabajo de grado:



Ing. César Augusto Leal Coronado

CONTENIDO

Parte I: Trabajo de grado

- 1. Perfil de la investigación
- 2. Objetivos y exclusiones
- 3. Metodología de investigación
- 4. Desarrollo de la investigación
- 5. Producto
- 6. Conclusiones y recomendaciones

● Parte II: Plan de gerencia

Parte I: Trabajo de grado

- 1. Perfil de la investigación
- 2. Objetivos y exclusiones
- 3. Metodología de investigación
- 4. Desarrollo de la investigación
- 5. Producto
- 6. Conclusiones y recomendaciones



1

1.1. Planteamiento del problema

Crecimiento mundial de productividad laboral 1995-2015



Fuente: CAMACOL, 2018

Razones de la baja productividad

Externas

- Excesiva regulación
- Complejidad de los proyectos
- Informalidad e ilegalidad
- Alta dependencia de la demanda estatal

Industria

- Industria fragmentada
- Inadecuados arreglos contractuales entre agentes de la cadena
- Diseños personalizados

Empresa

- **Diseños inadecuados**
- **Bajo capital humano**
- **Baja inversión en tecnología**

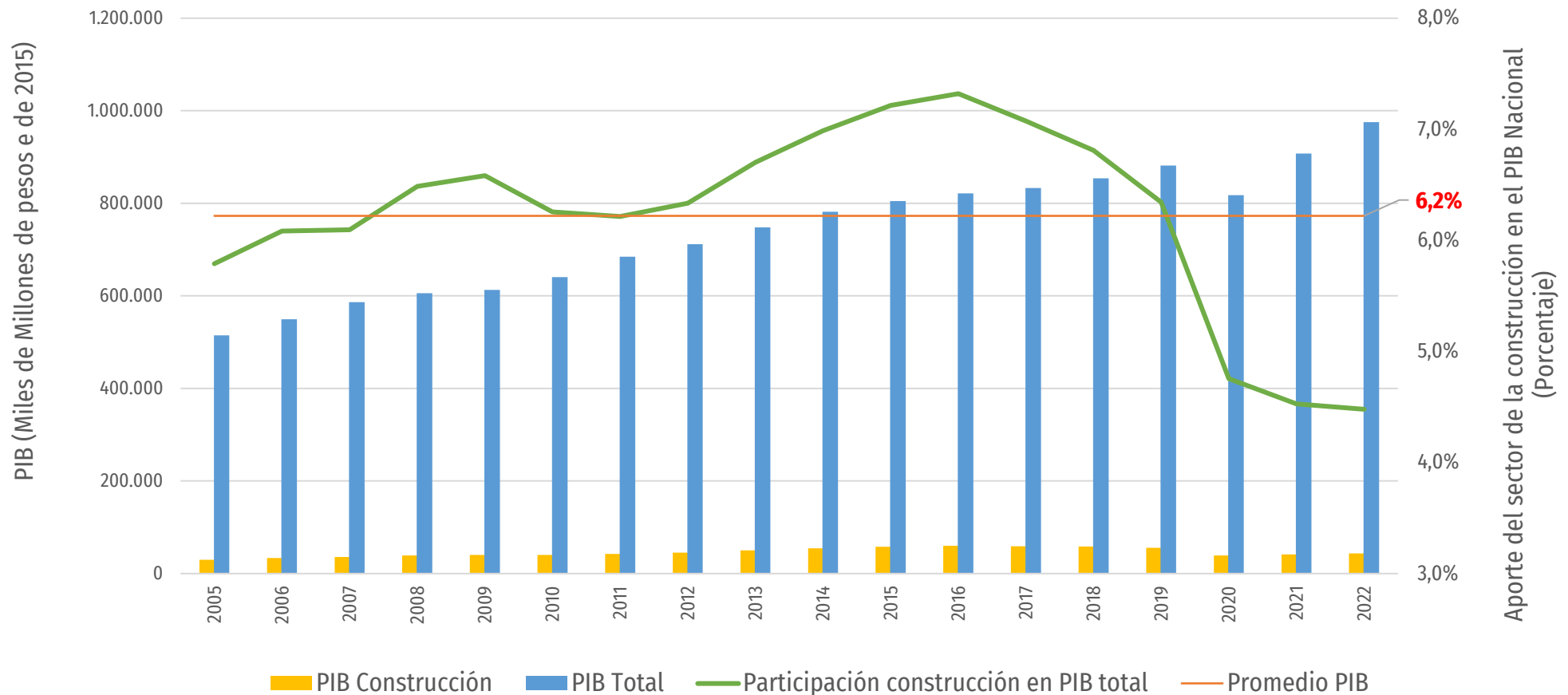
Fuente: CAMACOL, 2018



1

1.1. Planteamiento del problema

Participación del sector de la construcción en el PIB de Colombia 2013 -2022



Fuente: Autores según DANE



1



Factores clave que afectan la **productividad** de la economía colombiana:

- La informalidad → Eficiencia de recursos, acceso a créditos, mejores condiciones de empleo.
- La falta de calidad institucional → Mejora de actividad económica: emprendimiento e inversión.
- **Falencias en infraestructura** → Optimización de los **procesos logísticos** incrementando la eficiencia en transporte de bienes.
- Bajo nivel educativo → Programas de preparación técnica.

Las empresas de infraestructura deben **adoptar mejores prácticas** que incrementen su eficiencia y eficacia, **promoviendo su competitividad**.



1

1.1. Planteamiento del problema – Árbol de problemas

EFFECTOS

PROBLEMA

CAUSAS

Bajo nivel de competitividad de las empresas de ingeniería de infraestructura en el sector de construcción de Colombia
CAMACOL (2018)

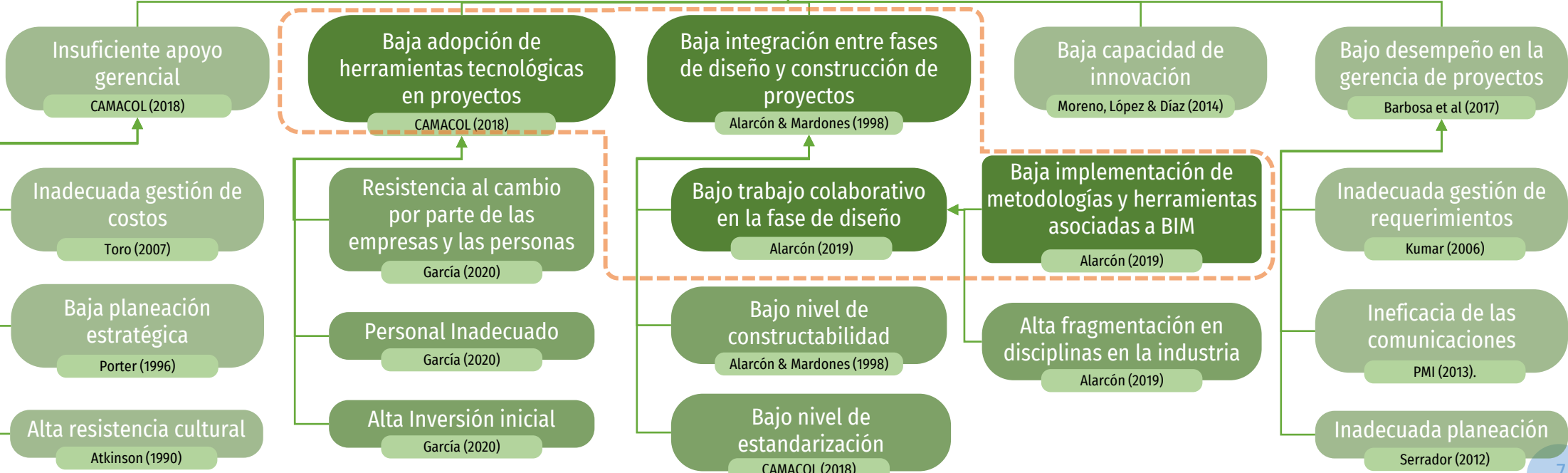
Baja calidad de productos (UBFAL (2004))

Alta generación de sobrecostos (McFetridge (1995))

Baja participación en el mercado (McFetridge (1995))

Baja generación de valor agregado (UBFAL (2004))

BAJA PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS DE INGENIERÍA DE INFRAESTRUCTURA EN EL SECTOR DE CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA
CAMACOL (2018)



Fuente: Autores





1

Perfil de la investigación

1.2. Justificación



Fuente: Autores



1

Perfil de la investigación

1.3. Pregunta de investigación

¿Cómo lograr una **alta implementación a nivel organizacional** de la metodología *Building Information Modeling* BIM en empresas de ingeniería en Colombia, para ser incorporada desde la fase de diseño de los proyectos de infraestructura vial?



1

1.4. Propósito – Árbol de Objetivos

FIN

OBJETIVO

MEDIOS





1

1.4. Propósito - Árbol de Objetivos



Fuente: Autores

Building Information Modeling (BIM)



Metodología de trabajo colaborativo



Integración de todos los interesados



Optimización de recursos



Mejora en calidad



Identificación de interferencias



1

1.4. Propósito

El propósito del presente trabajo de grado 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.










1

Perfil de la investigación

1.4. Propósito – Alineación estratégica

Organización	Objetivos	Contribución del trabajo de grado
 <p>ONU</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ODS8: Crecimiento económico inclusivo y sostenible. • ODS9: Infraestructuras resilientes, industrialización sostenible e innovación. 	<p>Incentivar la implementación BIM para incrementar la eficiencia del sector de la construcción mediante la optimización de recursos, aportando así, al crecimiento del PIB nacional.</p>
 <p>GOBIERNO DE COLOMBIA DNP Departamento Nacional de Planeación</p>	<p>Mandato BIM a 2026 en proyectos públicos de construcción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consistencia a través de marco colaborativo. • Eficiencia para lograr un 10% mínimo de ahorro. • Eficacia para manejo de información de manera digital. 	<p>Generar contenido para apoyar y facilitar la adopción BIM en empresas, contribuyendo a la alineación con los objetivos de la estrategia nacional.</p>
 <p>CAMACOL CÁMARA COLOMBIANA DE LA CONSTRUCCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar el desarrollo económico y tecnológico del sector. • Promover la sana competencia y la iniciativa privada. 	<p>Proporcionar buenas prácticas y lecciones aprendidas para la implementación de BIM en empresas, como medio para incrementar la competitividad, fomentar el desarrollo tecnológico y mejorar las capacidades técnicas del gremio.</p>
 <p>BIM FORUM COLOMBIA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promover democratización de conocimiento por medio de documentos técnicos para implementación BIM. • Respalda el marco de formación y la generación de competencias técnicas requeridas para la implementación. • Fortalecer el entorno de negocios. 	<p>Construir un documento técnico con secuencias, recursos y estrategias para orientar a las empresas en la implementación BIM.</p>
 <p>ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO UNIVERSIDAD</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formación integral de la persona. • Construcción y desarrollo del conocimiento. • Interacción dinámica, real y permanente con el entorno. 	<p>Aportar a la mejora de la competitividad de las empresas, profesionales y de la sociedad, mediante el desarrollo de conocimiento práctico en la implementación de BIM.</p>





2

2.1. Objetivos

Objetivo general



Desarrollar una guía metodológica para la implementación de la metodología *Building Information Modeling* (BIM) en empresas de ingeniería en Colombia con enfoque práctico para proyectos de diseño de infraestructura vial.

Objetivos específicos



OE1

Construir el marco teórico referente a metodología BIM, gestión del cambio, fases de estudios y diseños de infraestructura vial y definición de guía metodológica.



OE2

Recopilar información a través de **fuentes secundarias** y **fuentes primarias** mediante revisión de literatura y entrevistas aplicadas a expertos en la implementación de la metodología BIM y con experiencia en el sector de infraestructura vial.



OE3

Analizar la información recolectada, registrar **hallazgos** y determinar **conclusiones** y **recomendaciones**.



OE4

Desarrollar una guía metodológica para la implementación de la metodología BIM en empresas de ingeniería en Colombia con enfoque práctico para proyectos de diseño de infraestructura vial.



OE5

Verificar el producto del trabajo de grado por parte de expertos.



2

2.2. Exclusiones

- Detalle técnico para la **puesta en marcha de la metodología** BIM en la ejecución de proyectos de infraestructura.
- Detalle técnico para el proceso de **modelación**.
- Creación de **formatos** para aplicación en proyectos BIM.





3

Metodología de investigación 3.1. Tipo de investigación



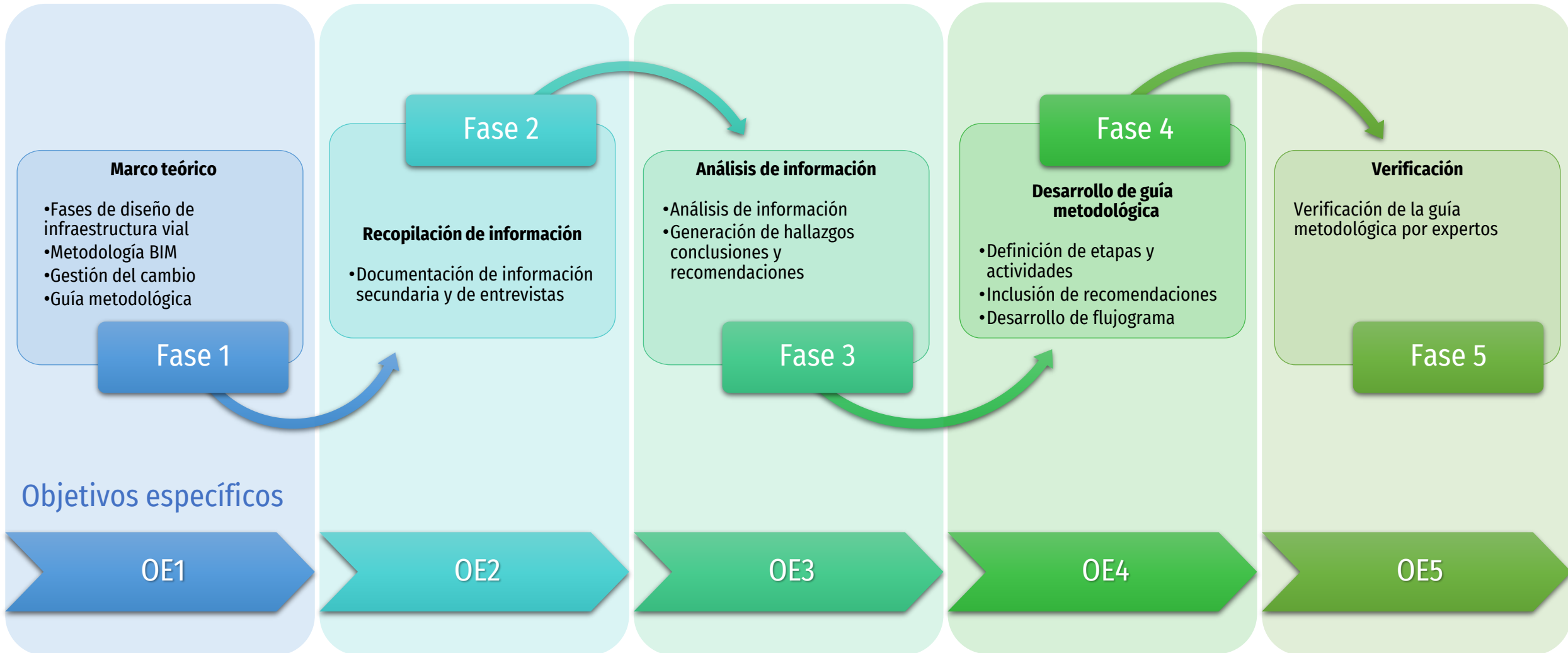
Investigación aplicada
con método inductivo
y enfoque cualitativo
con muestra discrecional

Escasos expertos nacionales con
el perfil requerido



3

3.2. Diseño de la investigación





4

Desarrollo de la investigación

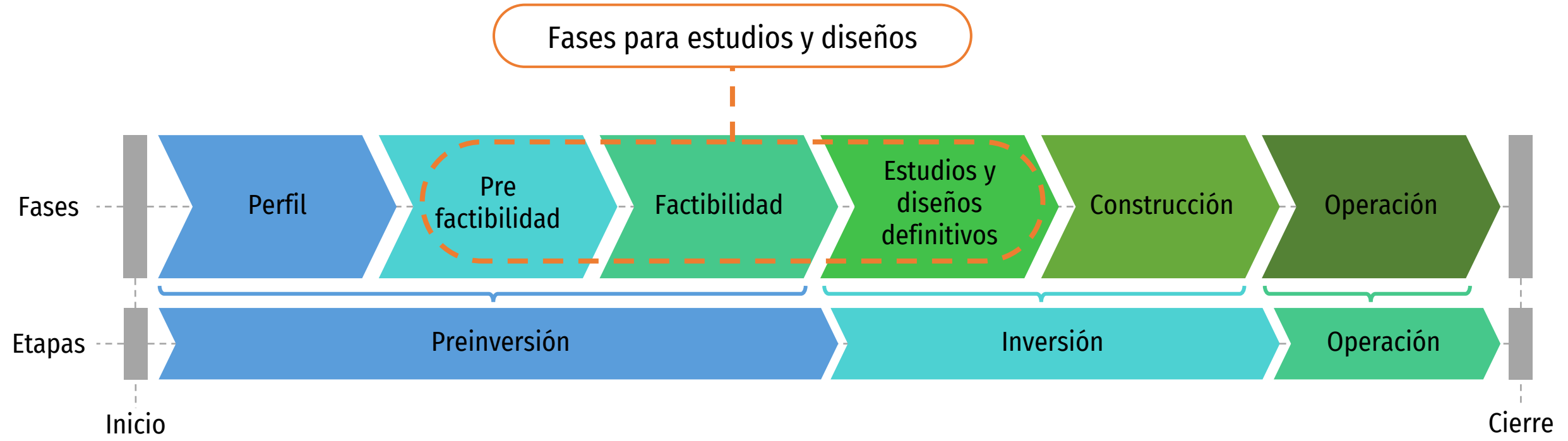
4.1. Marco teórico

Fases de investigación

📍 Fase 1

 Fases de estudios y diseños de ingeniería para la ejecución de proyectos de infraestructura

Ciclo de vida de un proyecto de infraestructura de transporte





4

Desarrollo de la investigación

4.1. Marco teórico

Fases de investigación

Fase 1

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

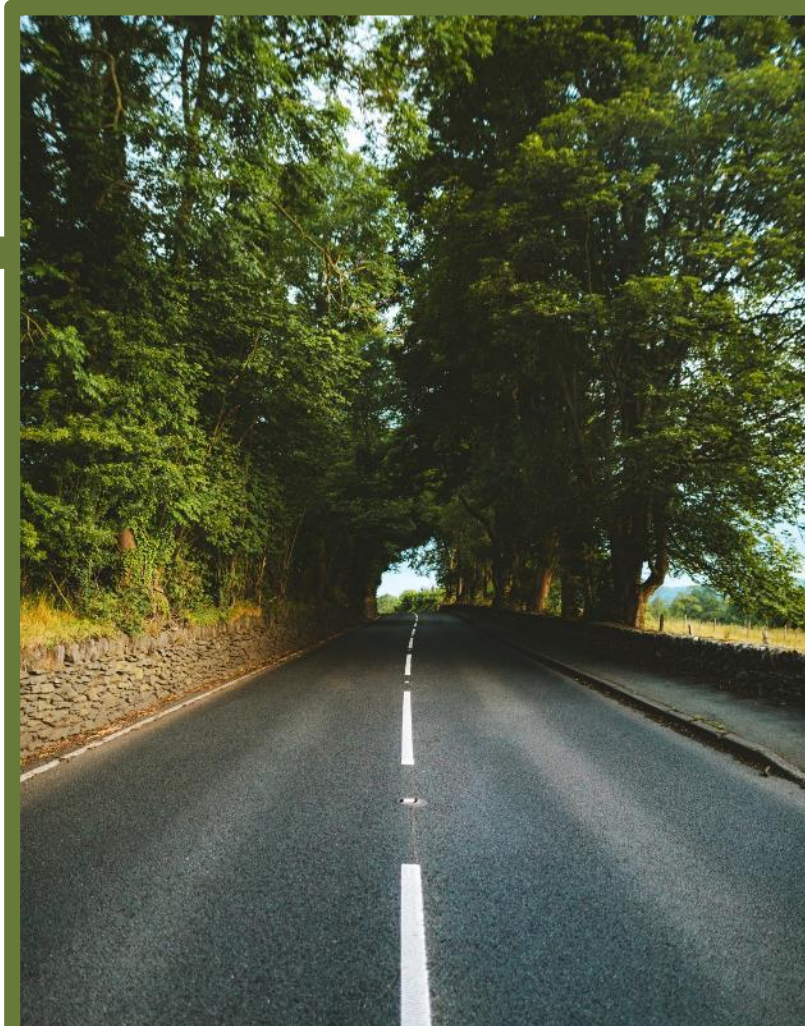
UNIVERSIDAD



Building Information Modeling – BIM

Definición

- BIM Forum Chile
- Ministerio de Economía y Finanzas de Perú
- BuildingSMART España



Beneficios

- Incremento en la colaboración e integración
- Sincronización entre diseño y construcción
- Mejor gestión y operación de las instalaciones



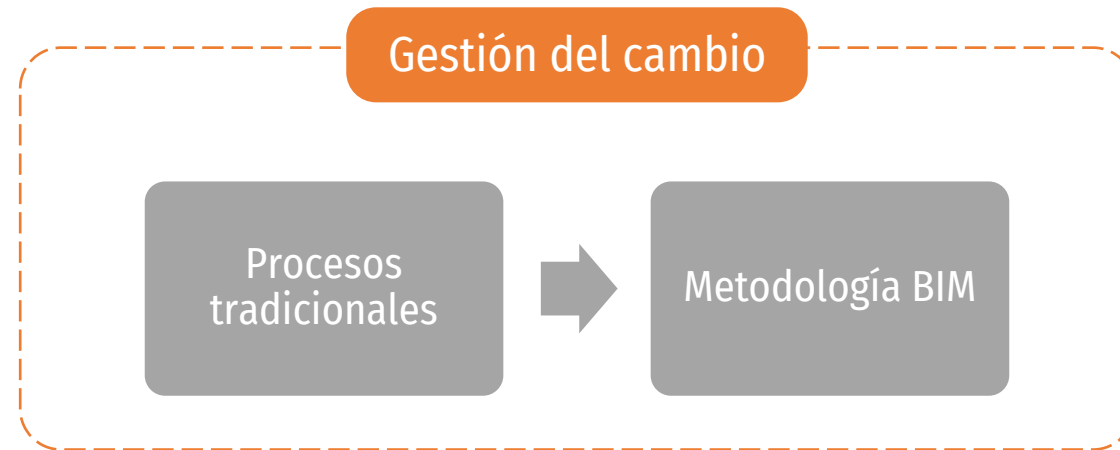


4



“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”

(PMI, 2013)





4

Desarrollo de la investigación

4.1. Marco teórico

Fases de investigación

Fase 1

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

UNIVERSIDAD



Guía metodológica

OE1



“Una guía metodológica es la sistematización y documentación de un proceso, actividad, práctica, metodología o proceso de negocio”

(FOMIN)



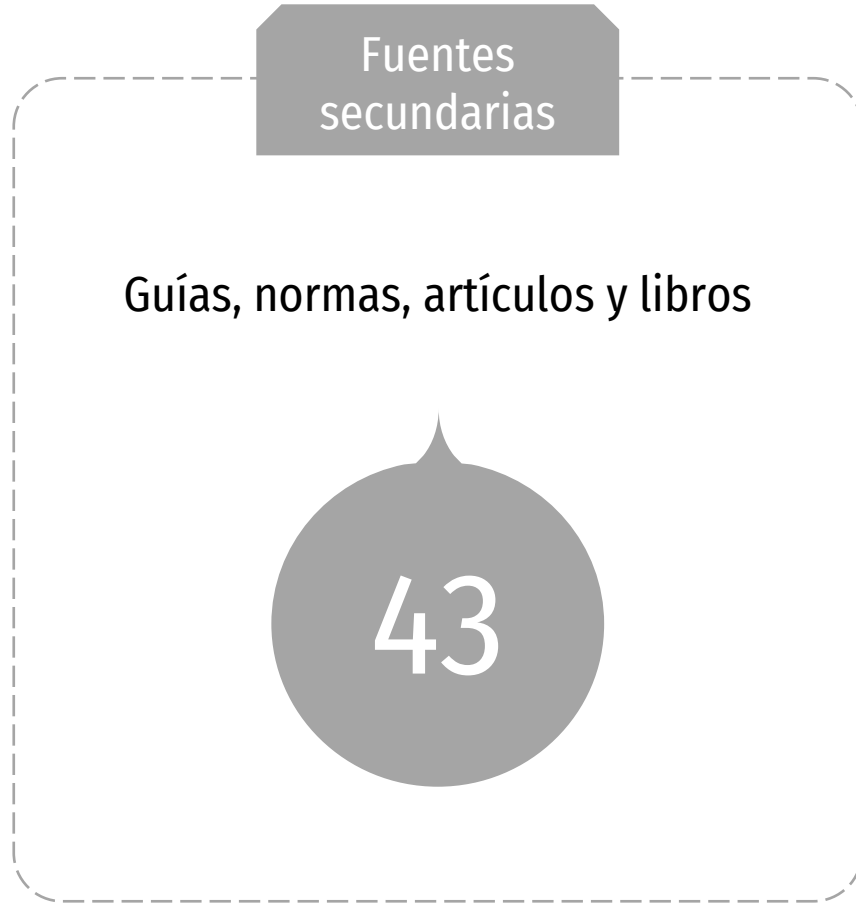


4

Desarrollo de la investigación

4.2. Recopilación de información

Fases de investigación
Fase 2

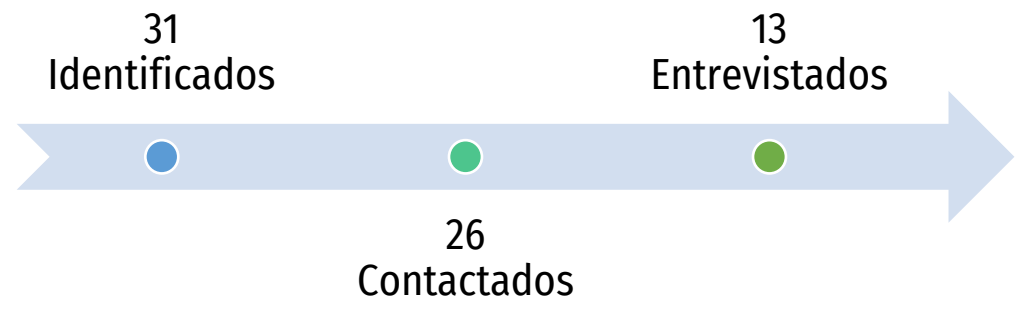




4

Perfil de expertos

- Experiencia en implementación BIM en el sector de infraestructura en sector público o privado
- Conocimientos en la metodología BIM



Relación expertos por nacionalidad



Fuente: Autores



4

Desarrollo de la investigación 4.3. Análisis de información

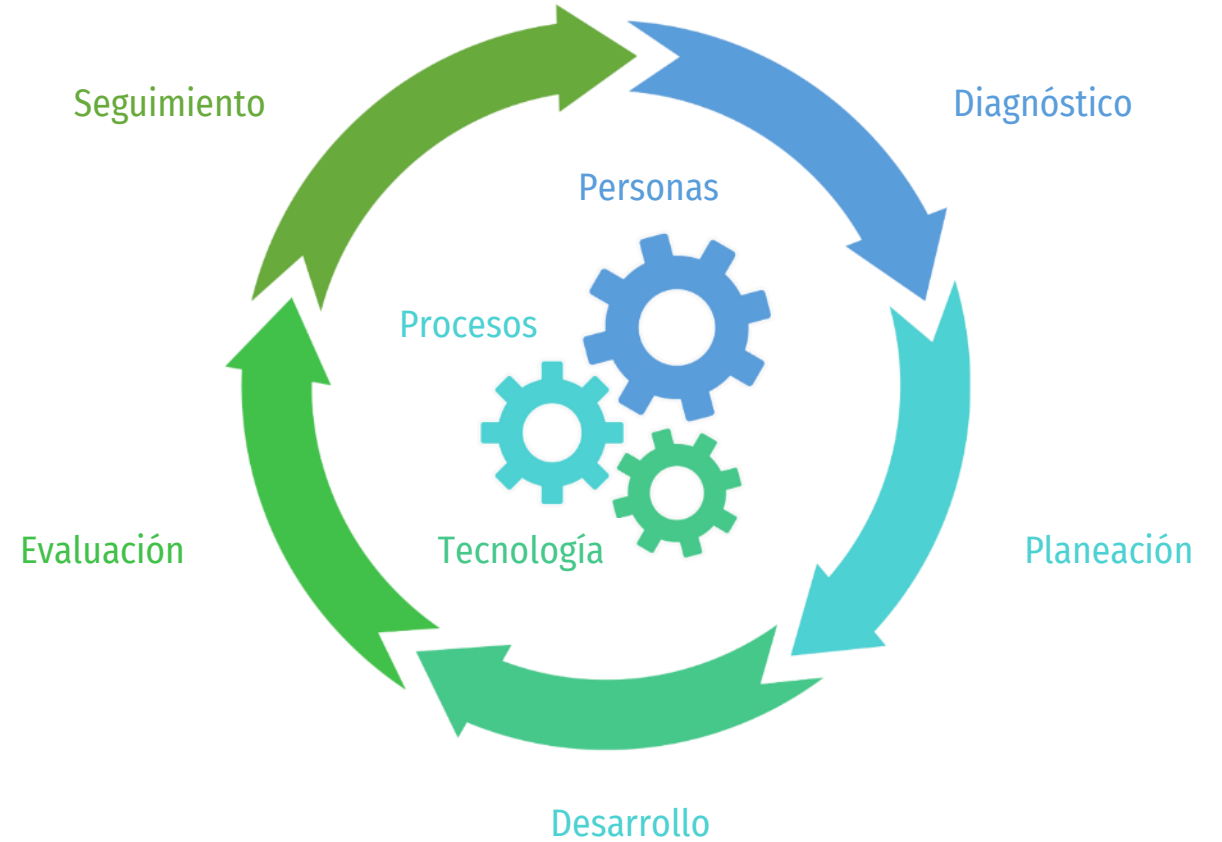
Fases de investigación
Fase 3

Análisis de información para la generación de:

Hallazgos

Conclusiones

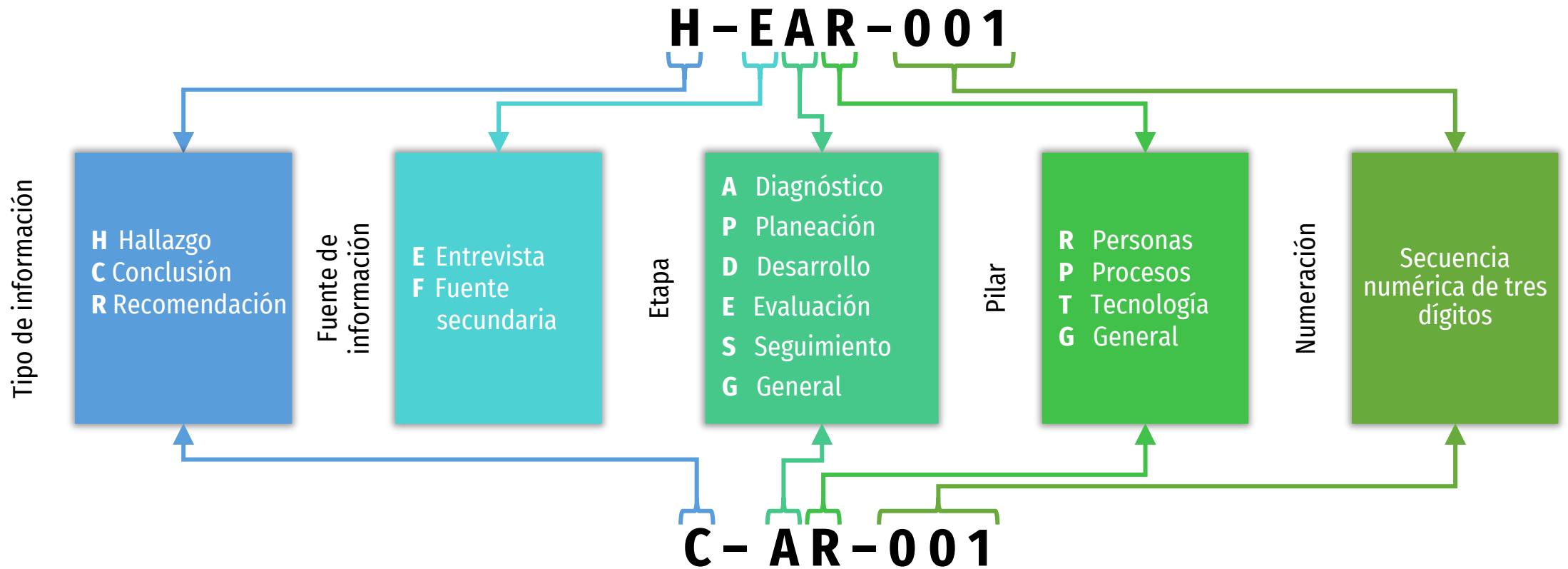
Recomendaciones





4

Desarrollo de la investigación 4.3. Análisis de información

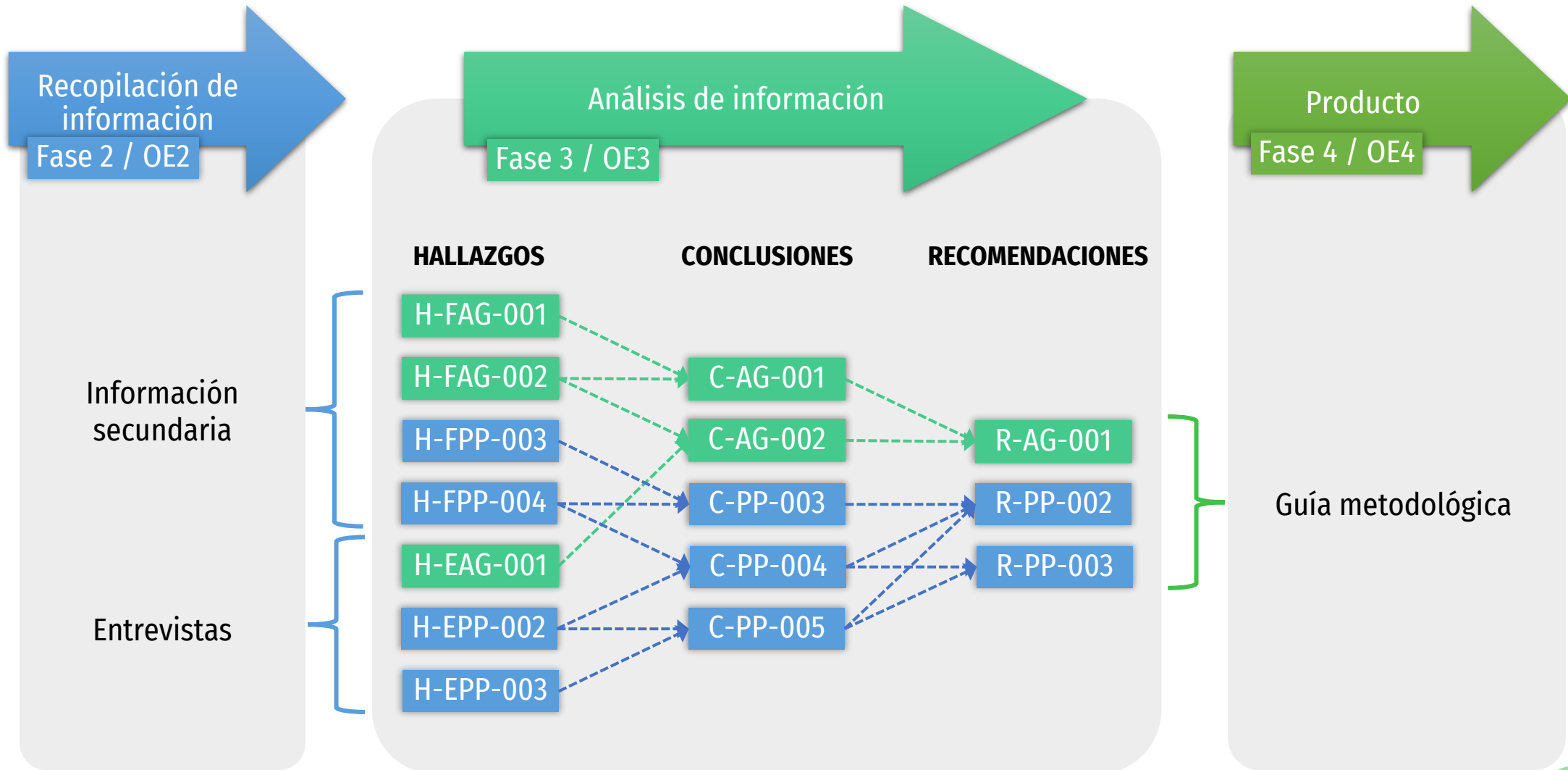


Fuente: Autores



4

Desarrollo de la investigación 4.3. Análisis de información



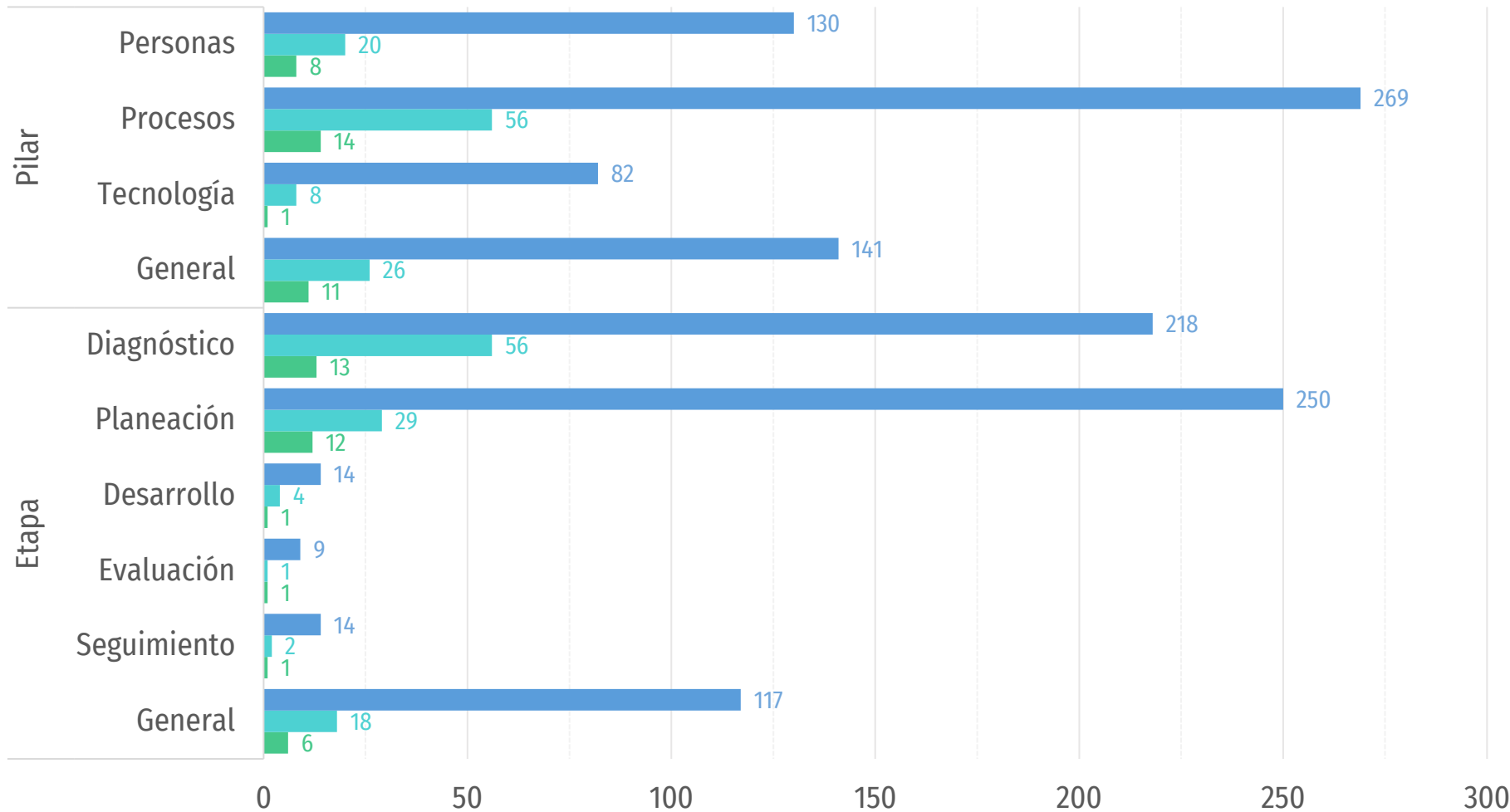


4

Desarrollo de la investigación 4.3. Análisis de información

Fases de investigación

📍 Fase 3



Resultados de la investigación:
hallazgos, conclusiones y recomendaciones generadas

- Hallazgos (622)
- Conclusiones (110)
- Recomendaciones (34)



4

Desarrollo de la investigación

4.3. Análisis de información

Fases de investigación

Fase 3

OE3



HALLAZGOS

H-EAG-001:

La decisión de implementar BIM siempre parte de mejorar procesos y obtener mejores resultados ya sea en diseño o en construcción

H-EAG-029:

La decisión de implementar BIM se ha realizado por la obligatoriedad en proyectos públicos para algunos países

H-EAG-174:

En Latinoamérica las empresas toman la decisión de la implementación BIM por obligación de factores externos, pero algunas otras lo hacen dado que conocen los beneficios y retorno que les puede traer.

CONCLUSIONES

C-AG-001:

La mayoría de los expertos coinciden en que la decisión la implementación BIM, proviene de requerimientos del cliente o por obligación de normatividad vigente

Fuente: [H-EAG-029|H-EAG-174|...](#)

C-AG-003:

Algunas de las empresas también toman la decisión de implementar BIM por la necesidad de mejorar la eficiencia de los procesos y ahorrar tiempo y costo

Fuente: [H-EAG-001|H-EAG-174|...](#)

RECOMENDACIONES

R-AG-001:

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)

Fuente: [C-AG-001|C-AG-003|C-AP-007](#)





4

Desarrollo de la investigación

4.4. Verificación

Fases de investigación

Fase 5



UNIVERSIDAD



4

Expertos



Cuantitativa
Cualitativa





4

Desarrollo de la investigación

4.4. Verificación

Fases de investigación

Fase 5

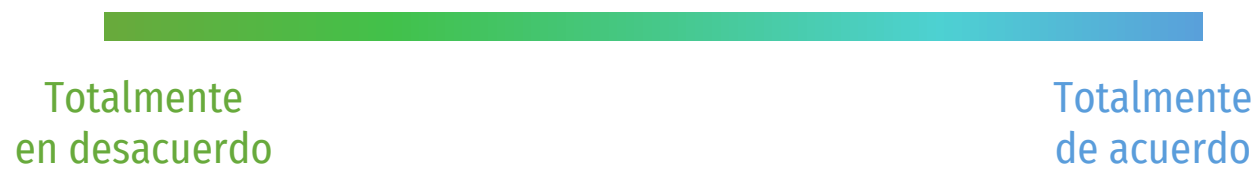


Evaluación cuantitativa

Aspectos evaluados

Coherencia	Relevancia	Aplicabilidad
Suficiencia	Claridad	Presentación

Escala de Likert





4

Desarrollo de la investigación

4.4. Verificación

Fases de investigación

Fase 5



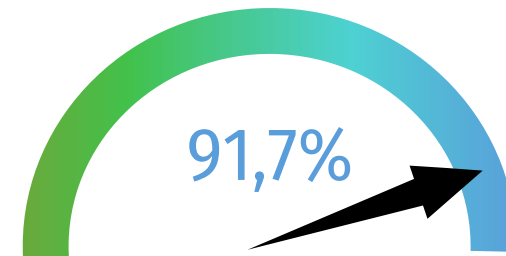
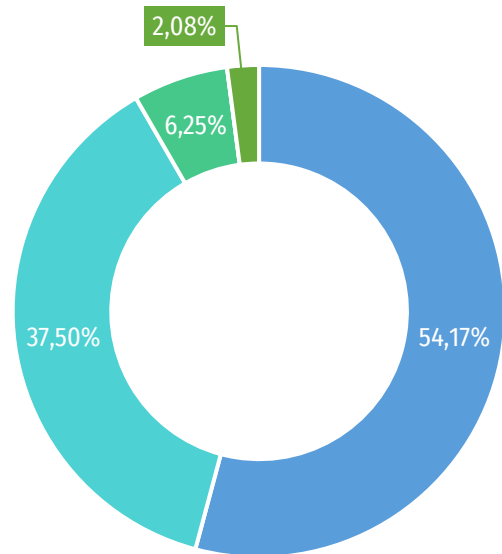
Evaluación cuantitativa

Resultados evaluación guía por aspecto

Coherencia	A01	25,0%	75,0%	
Relevancia	A02	12,5%	50,0%	37,5%
Aplicabilidad	A03	12,5%	50,0%	37,5%
Suficiencia	A04	75,0%	25,0%	
Claridad	A05	25,0%	75,0%	
Presentación	A06	25,0%	75,0%	

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Totalmente en desacuerdo

Resultado general evaluación guía



Totalmente de acuerdo + De acuerdo



4

Desarrollo de la investigación

4.4. Verificación

Fases de investigación

Fase 5



UNIVERSIDAD



Evaluación cuantitativa

“La guía metodológica presenta un enfoque específico para empresas que ejecutan proyectos de estudios y diseños de infraestructura vial.

Sin embargo, teniendo en cuenta que la guía plantea un cambio organizacional para la implementación de BIM.

¿Considera que su contenido puede ser aplicable a otros tipos de empresa del sector?”

■ Sí

■ No

100%



4

Desarrollo de la investigación

4.4. Verificación

Fases de investigación

Fase 5



UNIVERSIDAD



Evaluación cualitativa

“ Quiero felicitarlos:
Excelente pie para implementar, con los puntos específicos y bien explicados para los usuarios. ”

“ El *feedback* sobre el contenido y la comprensión de la guía metodológica es en su mayoría positivo.
La estructura del documento es clara y organizada. ”

Comentarios de los expertos



“ Considero que, en general, el contenido está bien encaminado. Como una guía de implementación BIM general está bien enfocado y maneja un lenguaje y métodos adecuados. ”

“ El material tiene una estructura completa, pero enfoque limitado: abarca las principales fases de implementación BIM. Esto es un punto positivo, ya que brinda una visión general del proceso. ”





4



Sugerencias de los expertos

Sería beneficioso si el documento también incluyera orientación específica para la implementación técnica en el desarrollo de proyectos diseño de infraestructura vial.

Siendo una guía, me parece que podría venir acompañada de un librito o una herramienta que facilite su lectura; por su formato, podría caer en desuso y me parece que es una herramienta valiosa.

Podría ser relevante agregar más información respecto a cómo implementar cada Uso de la infraestructura, recomendaciones para crear procesos específicos de intercambio de información, ingreso de información, protocolos.

Se sugiere mejorar la definición de BIM y proporcionar una descripción general de las etapas de implementación al inicio del documento.





5

Producto

Fases de investigación

Fase 4 




UNIVERSIDAD

MAESTRIA EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA JULIO GARAVITO
UNIVERSIDAD

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

Sección | **Antes de Comenzar**



Sección || **Proceso de Implementación BIM**



Guía metodológica digital





5

Producto
Sección I:
Antes de comenzar

Fases de
investigación

Fase 4



Se presentan **conceptos** fundamentales y **contexto** necesario para comprender el proceso de implementación propuesto





5

Producto Sección I: Antes de comenzar

Fases de
investigación

Fase 4

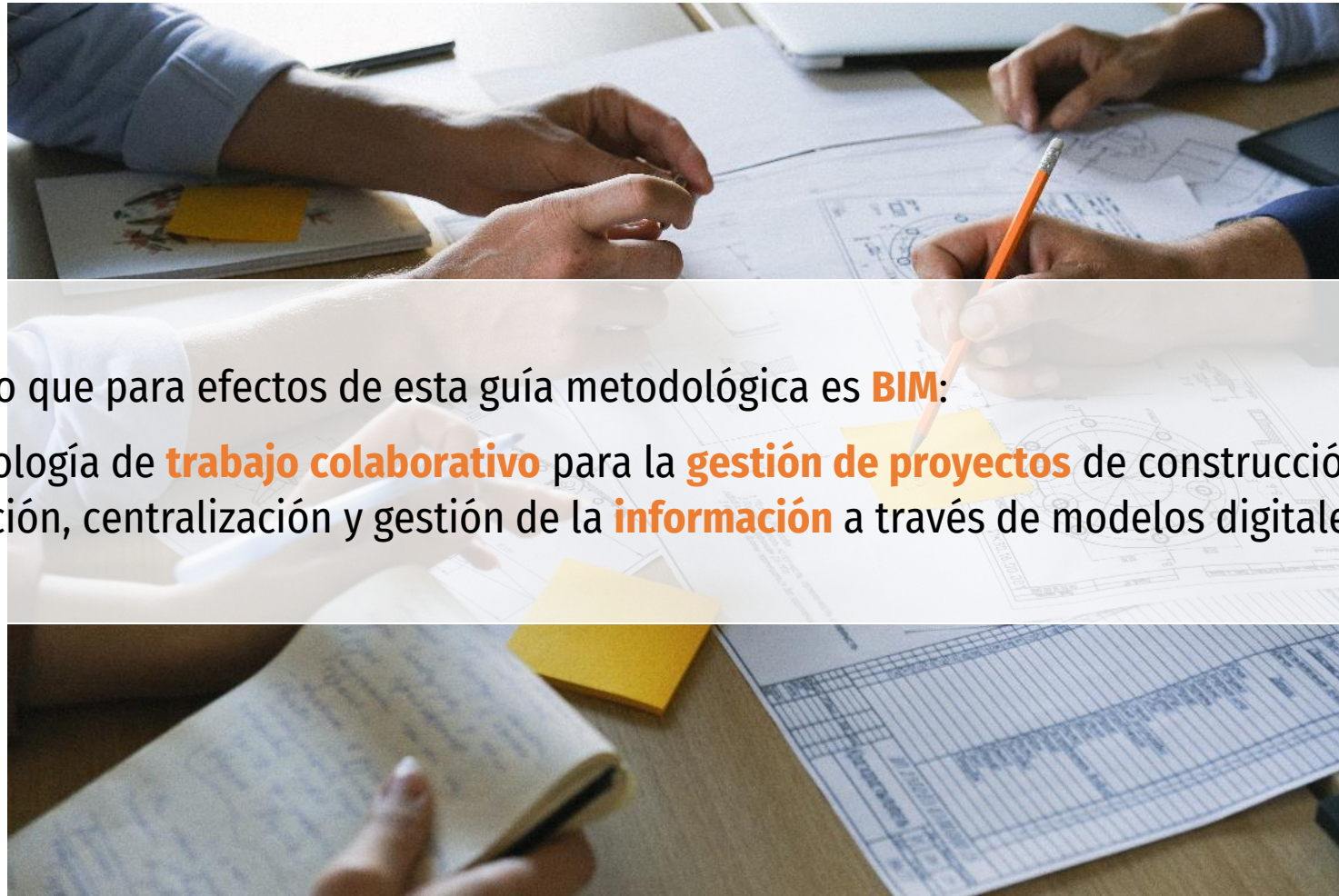


ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO

UNIVERSIDAD



I. Definiendo BIM



Se define lo que para efectos de esta guía metodológica es **BIM**:

“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.”





5

Producto Sección I: Antes de comenzar

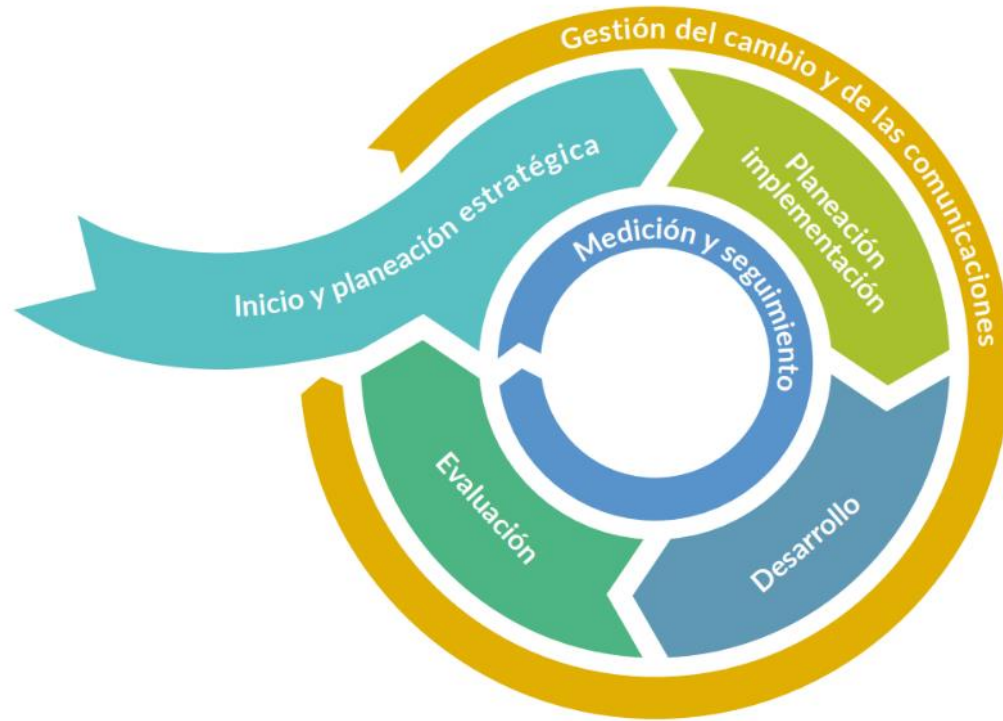
Fases de investigación

Fase 4

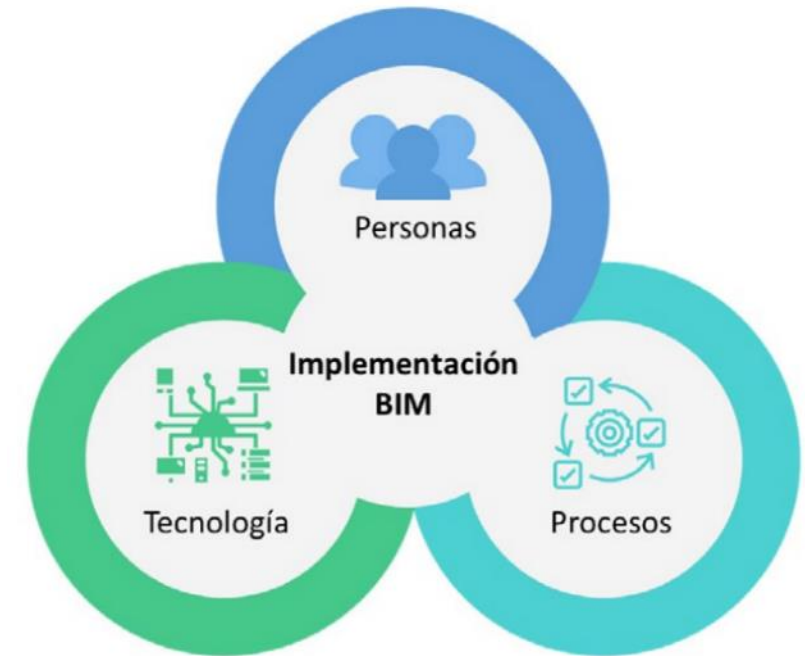


II. Etapas y actividades para la implementación de la metodología BIM
III. Pilares de la implementación de la metodología BIM

Proceso general de implementación BIM



Pilares para implementación BIM



Fuente: Autores





5

Producto
Sección I:
Antes de comenzar

Fases de
investigación

Fase 4



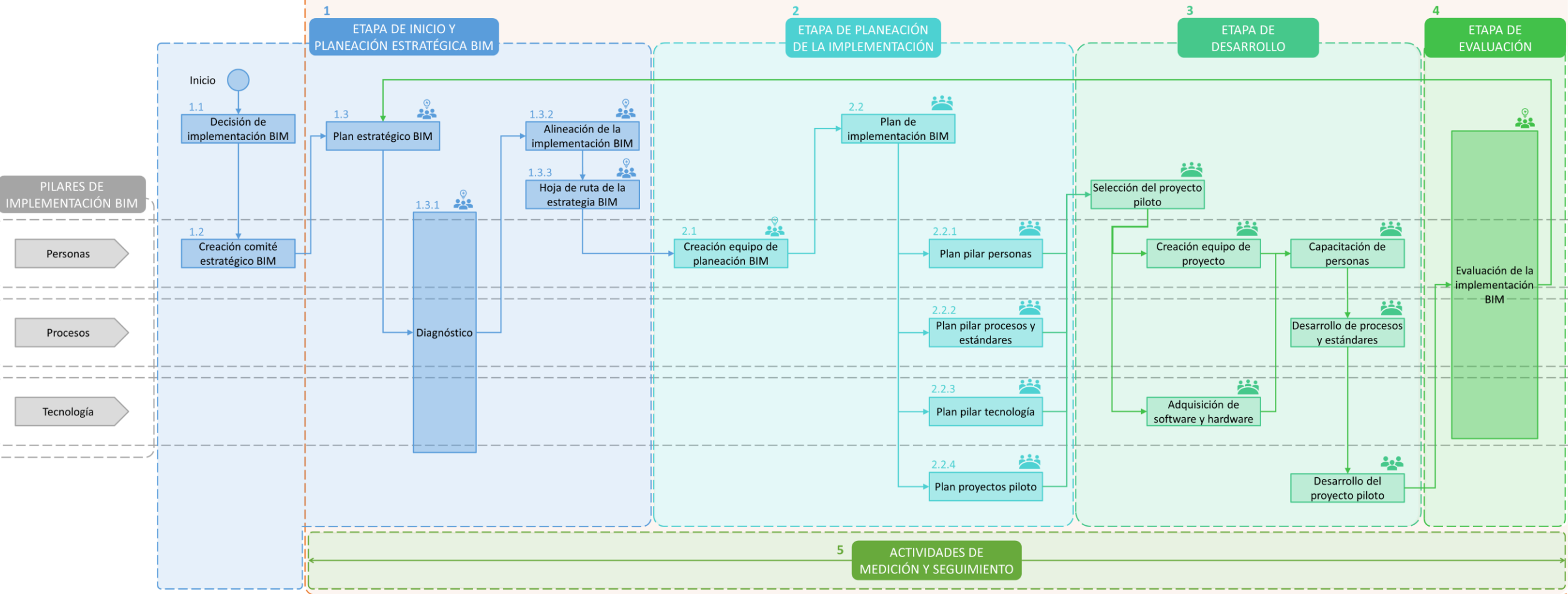
IV. Gestión del cambio y la implementación BIM

Barreras de adopción Resistencia al cambio

- Modelos de gestión del cambio para implementación BIM recomendados
 - Tres pasos de Kurt Lewin
 - Ocho pasos de John Kotter
 - ADKAR de Jeff Hiatt
- Etapas generales de la gestión del cambio
- Generalidades gestión del cambio para la implementación BIM
- Gestión de las comunicaciones en la gestión del cambio



GESTIÓN DEL CAMBIO Y
GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES



Convenciones

- Evento
- Flujo
- ▭ Actividad

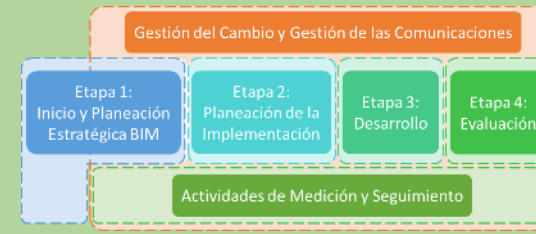
Responsables:

- 👤 Comité estratégico BIM
- 👥 Equipo de planeación BIM
- 👥 Equipo de proyecto



5

Producto
Sección II:
Proceso de implementación BIM



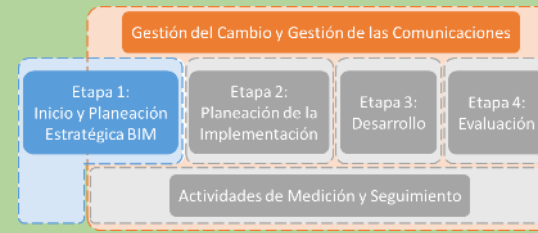
Esta sección constituye el **núcleo de la guía metodológica**; se presentan de manera detallada las etapas y actividades recomendadas para llevar a cabo una implementación exitosa de BIM en las organizaciones



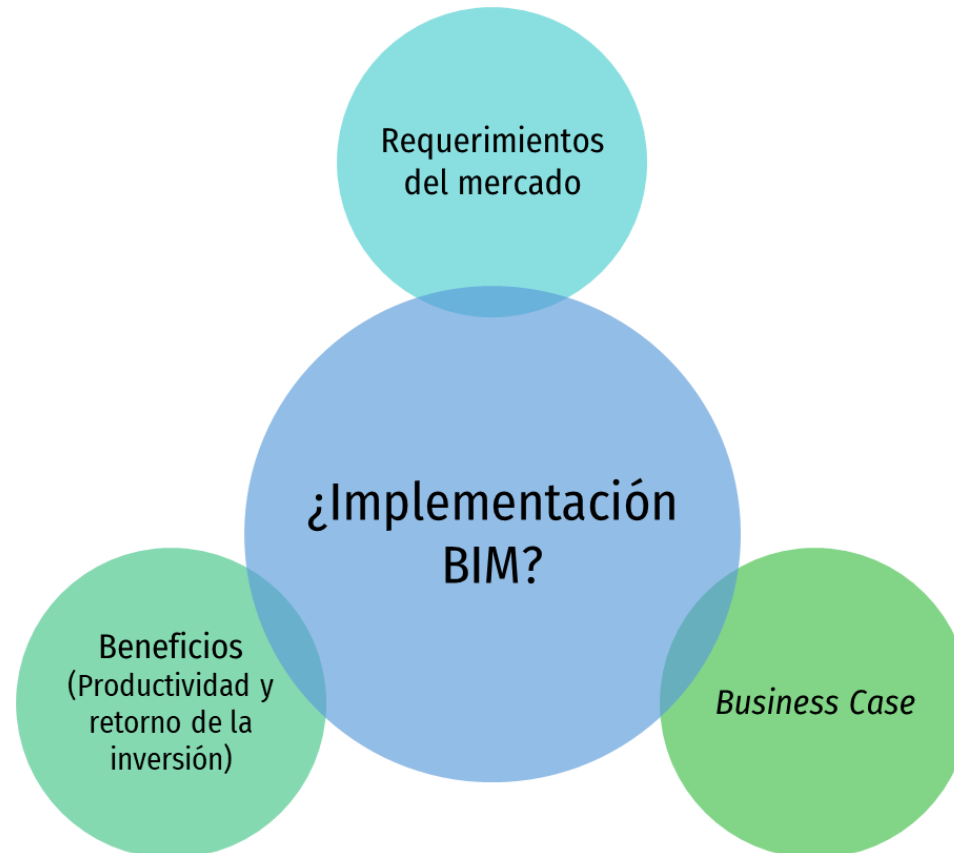


5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



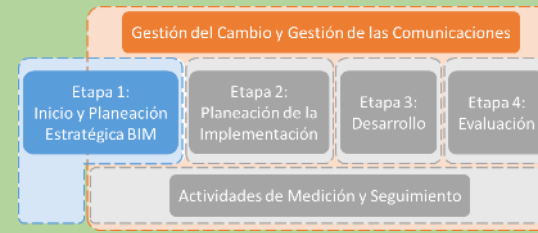
1. Etapa de inicio y planeación estratégica BIM 1.1. Decisión de Implementación BIM





5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



1. Etapa de inicio y planeación estratégica BIM

1.2. Creación comité estratégico BIM



Decisión de implementación BIM



Crear carácter de urgencia, necesidad del cambio



Conformar un equipo de élite, comité estratégico BIM

Este comité deberá ser integrado por **personas influyentes que representarán a la organización** y a cada una de sus **áreas involucradas**.



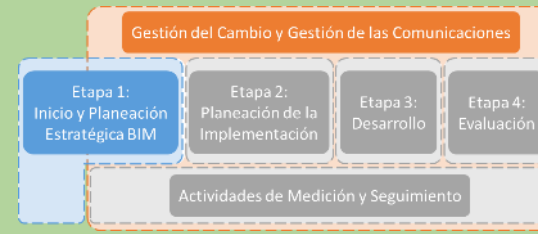
Miembros

- Promotor – *Sponsor*
- Experto BIM
- Líder BIM
- Jefes de área



5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



UNIVERSIDAD



1. Etapa de inicio y planeación estratégica BIM

1.3. Plan estratégico BIM || 1.3.1 Diagnóstico

Comité estratégico BIM



Dado que **cada empresa es única**, se requieren **procesos a la medida**. Por esta razón, se debe desarrollar el diagnóstico de la organización para documentar **su situación actual**.



El diagnóstico incluye:

Análisis documental

Recolección de información a través de **entrevistas** y **encuestas**

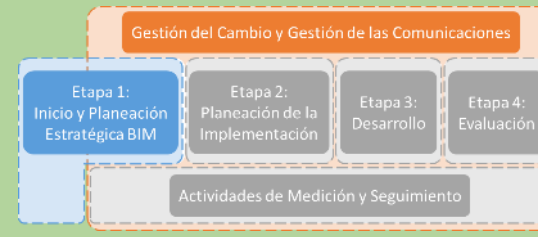
Observación de **procesos**, flujos de trabajo y funcionamiento de las áreas

Levantamiento de **infraestructura existente** (*software, hardware y espacios de trabajo*)



5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



1. Etapa de inicio y planeación estratégica BIM
1.3. Plan estratégico BIM || 1.3.1 Diagnóstico

Comité estratégico BIM



Diagnóstico por pilares

Levantamiento de **perfiles y roles** existentes



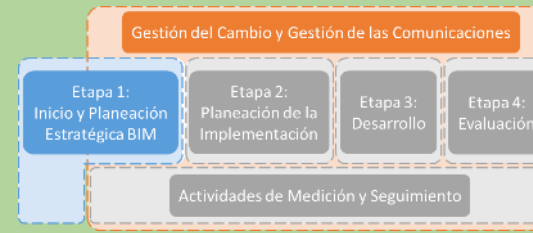
Levantamiento de los principales **procesos** de la empresa, sus **flujos** y **estándares**

Se evalúa el **software** existente, especificaciones de los **equipos**



5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



1. Etapa de inicio y planeación estratégica BIM

1.3. Plan estratégico BIM || 1.3.1 Diagnóstico

Comité estratégico BIM



Conceptos para definición del alcance de la implementación

Madurez y Capacidad BIM:

Nivel de aptitud de una empresa para desarrollar productos y/o servicios BIM de manera **repetitiva** y con **alta calidad**.



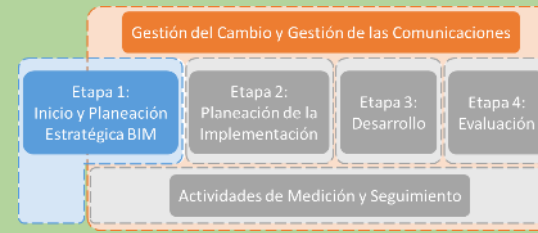
Herramientas para su definición:

- Matriz de madurez y capacidad BIM de Bilal Succar
- Matriz de madurez de *Penn State*
- Matriz de madurez de *BuildingSMART*
- Matriz de diagnóstico de SIBIM Argentina



5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



1. Etapa de inicio y planeación estratégica BIM 1.3. Plan estratégico BIM

Conceptos para definición del alcance de la implementación

Usos BIM:

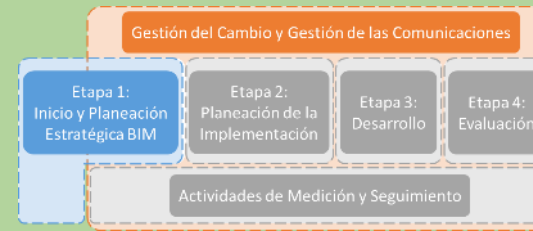
Método para implementar BIM durante el ciclo de vida de un activo para lograr **uno o más objetivos específicos**. Dependiendo de la empresa y sus proyectos, se seleccionan **los Usos BIM** en los que se debe enfocar.





5

Producto
Sección II:
Proceso de implementación BIM



1. Etapa de inicio y planeación estratégica BIM

1.3. Plan estratégico BIM || 1.3.2. Alineación de la implementación BIM

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

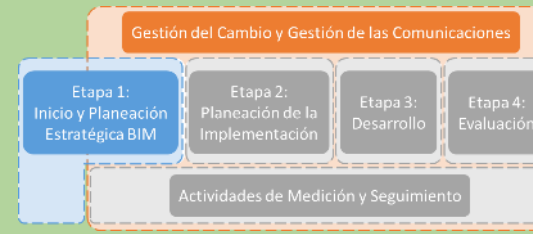
15 Usos BIM para las **fases de estudios y diseños**, que aplican para proyectos de **infraestructura vial**.

Fuente: Adaptación Penn State



5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



UNIVERSIDAD



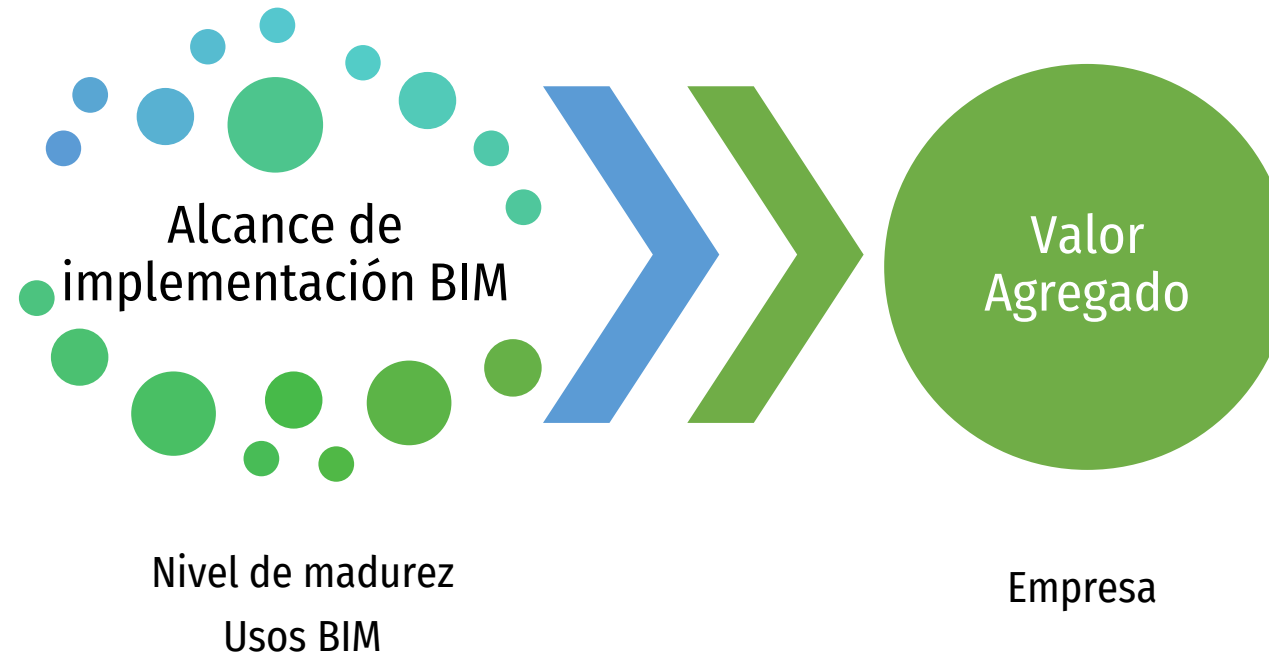
1. Etapa de inicio y planeación estratégica BIM

1.3. Plan estratégico BIM || 1.3.2. Alineación de la implementación BIM

Comité estratégico BIM



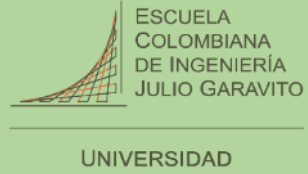
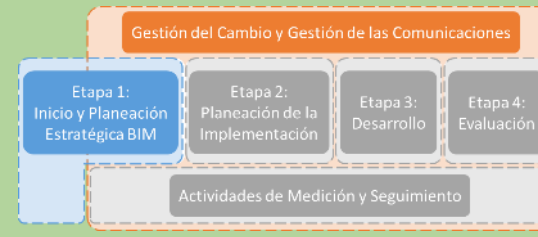
Alcance de la implementación BIM y su **alineación** con la estrategia de la empresa:





5

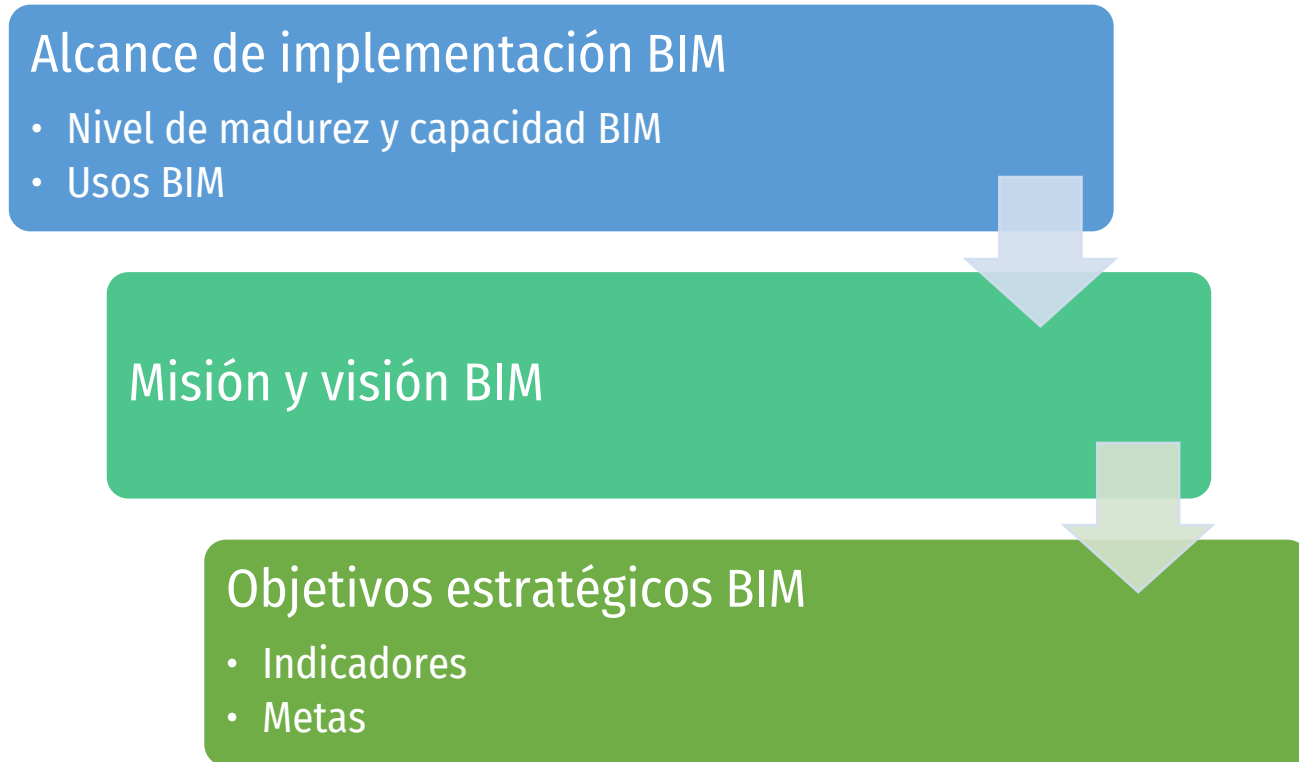
Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



1. Etapa de inicio y planeación estratégica BIM

1.3. Plan estratégico BIM || 1.3.2. Alineación de la implementación BIM

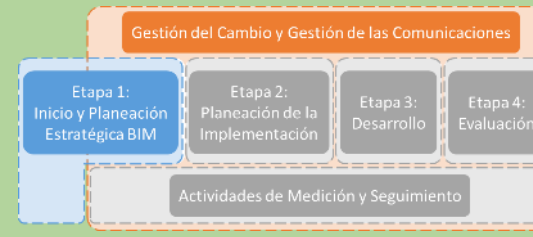
Comité estratégico BIM





5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



1. Etapa de inicio y planeación estratégica BIM

1.3. Plan estratégico BIM || 1.3.3. Hoja de ruta de la estrategia BIM

Comité estratégico BIM



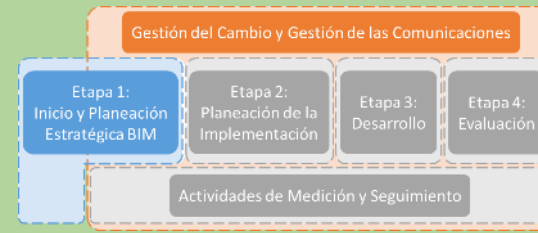
El plan estratégico BIM, representado a través de una hoja de ruta, contiene:

- Objetivos estratégicos específicos
- Estrategia (plan de acción)
- Recursos
- Estimación de plazos
- Partes involucradas



5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



1. Etapa de inicio y planeación estratégica BIM

1.3. Plan estratégico BIM || 1.3.3. Hoja de ruta de la estrategia BIM

Comité estratégico BIM



Objetivos estratégicos específicos para una empresa que realiza diseños de infraestructura vial

- Mejorar la calidad y precisión de los diseños
- Aumentar la eficiencia y productividad
- Mejorar la colaboración e integración con los involucrados
- Mejorar la competitividad y diferenciación en el mercado

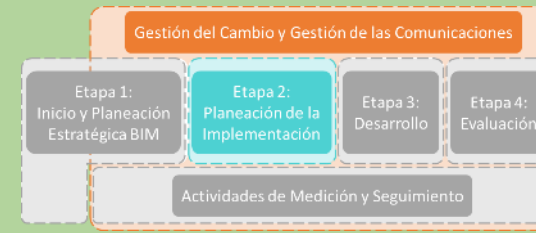


La hoja de ruta es la base para la posterior realización del plan de implementación detallado



5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



2. Etapa de planeación de la implementación 2.1. Creación equipo de planeación BIM

Comité estratégico BIM



Equipo encargado de planear lo que se definió en el plan estratégico

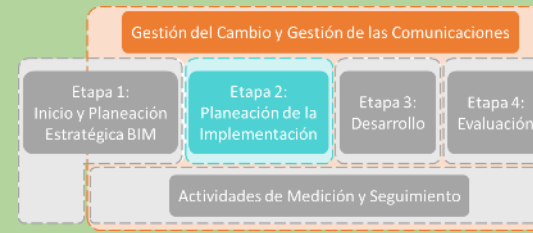
Integrantes principales:

- BIM *manager*
- Líderes BIM de las áreas operativas
- Responsables de la ejecución BIM de los proyectos



5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



2. Etapa de planeación de la implementación 2.2. Plan de implementación BIM

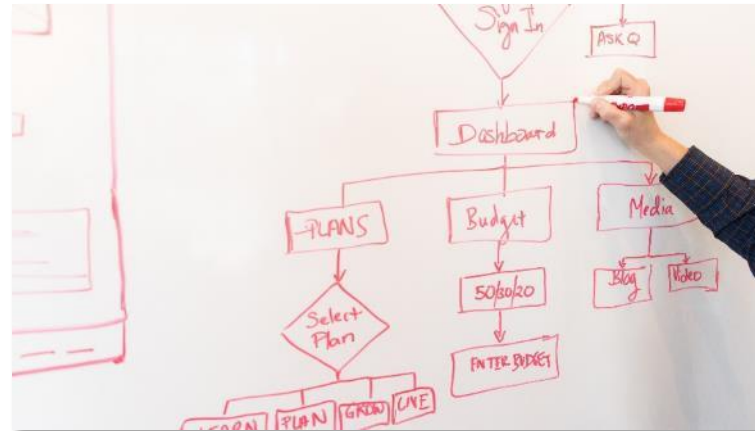
Equipo de planeación BIM



Personas



Procesos



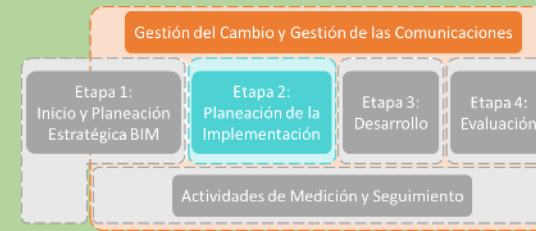
Tecnología





5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



UNIVERSIDAD



2. Etapa de planeación de la implementación

2.2. Plan de implementación BIM || 2.2.1. Plan pilar personas

Equipo de planeación BIM



- Involucrar activamente a las personas y fortalecer su capacidad para trabajar en equipo

- - - Plan de difusión e involucramiento
 - - Plan de formación
 - - Definición del equipo de proyecto

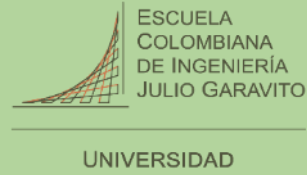
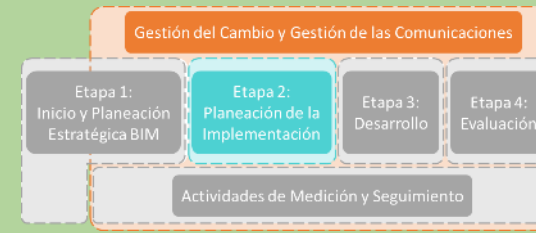
- - - **Roles para proyectos de infraestructura vial**
 - - BIM *manager*
 - - Especialistas BIM (diseñadores)
 - - Coordinador BIM
 - - Modeladores BIM





5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



2. Etapa de planeación de la implementación

2.2. Plan de implementación BIM || 2.2.2. Plan pilar procesos y estándares

Equipo de planeación BIM



Desarrollo de estándares y procesos BIM

- Adaptar procesos a la metodología BIM
- Crear nuevos procesos
- Desarrollar estándares (EIR, BEP)



Gestión de la información

ISO 19650:
Estándar que establece los conceptos y principios recomendados para la gestión de la información cuando se emplea BIM



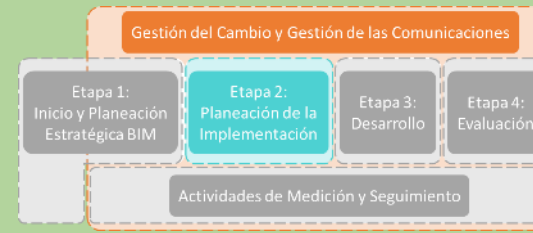
Definición de un entorno común de datos (CDE)

Trabajo colaborativo para producir, intercambiar, consultar y aprobar la información necesaria para cumplir con el alcance del proyecto.



5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



2. Etapa de planeación de la implementación

2.2. Plan de implementación BIM || 2.2.3. Plan pilar tecnología

Equipo de planeación BIM



Empresas y software para proyectos de infraestructura vial



Hardware



Software



Infraestructura

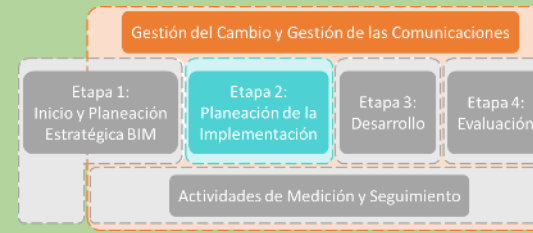
Disciplina Empresa	Topografía, diseño geométrico y drenaje	Estructuras	Modelamiento	Revisión y coordinación de construcción
Autodesk	Civil 3D	Robot Structural Analysis Advance Steel	Infraworks Revit	Navisworks
Bentley	OpenRoads OpenFlows (drenaje)		OpenRoads	
Buhodra Ingeniería	Istram			
CSi Spain		ETABS SAP 2000		

Para las disciplinas de presupuesto y cronograma, los software más comunes son: Presto (RIB software), Primavera (Oracle), Project (Microsoft) y PriMus (ACCA)



5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



2. Etapa de planeación de la implementación 2.2. Plan de implementación BIM || 2.2.4. Plan proyectos piloto

Equipo de planeación BIM

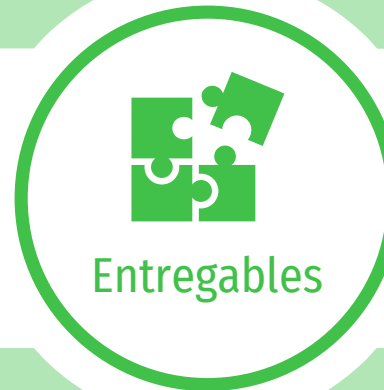


Poner en práctica los **procesos planeados** y demostrar los **beneficios** de la metodología BIM y de su implementación

Obtener datos y aprendizajes para ajustar y **mejorar** el **proceso de transformación** de manera progresiva y sostenible en el tiempo

Selección de proyectos piloto tipo

Programación de proyectos piloto tipo



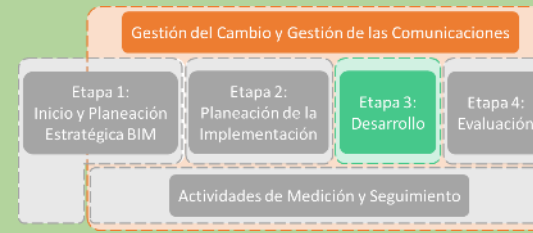
Verificar la **capacidad** de la organización para ejecutar los proyectos

Analizar los proyectos que la organización ha realizado **tradicionalmente** para poder comparar desempeños con y sin BIM



5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



3. Etapa de desarrollo

Equipo de planeación BIM
Equipo de proyecto



+ Selección del proyecto piloto

+ Creación del equipo de proyecto

+ Adquisición de *software*, *hardware* e infraestructura

+ Capacitación del personal

+ Desarrollo de procesos y estándares

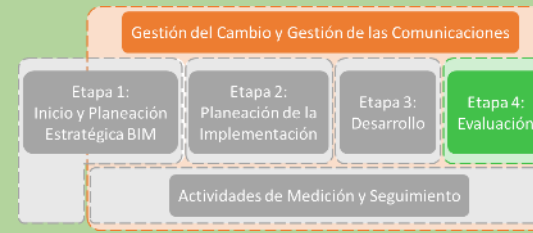
+ Ejecución del proyecto piloto





5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



4. Etapa de evaluación

Comité estratégico BIM



La implementación de BIM es un **proceso continuo** y madura a medida que los equipos adoptan los procesos. En la etapa de evaluación, se busca:

- **Identificar** los resultados obtenidos
- **Comparar resultados** con respecto a los parámetros definidos
- Establecer **nuevas metas**

Con base en el análisis realizado, se **regresa a la actividad de diagnóstico**, esto implica:

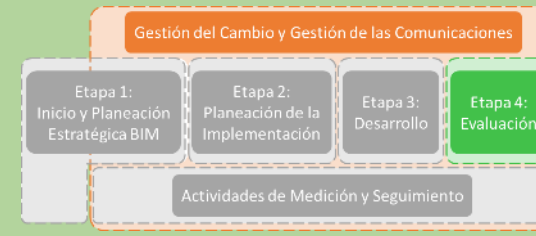
- Actualizar el plan estratégico BIM
- Actualizar el plan de implementación





5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



4. Etapa de evaluación

Comité estratégico BIM



Criterios de evaluación recomendados:

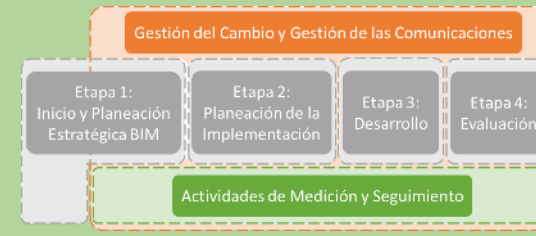
- Grado de cumplimiento de objetivos y metas.
- Eficiencia y efectividad de los recursos utilizados.
- Calidad de los productos.
- Aprendizaje y lecciones aprendidas.
- Nivel de satisfacción de los involucrados.
- **Evaluar aspectos** como:
 - Comparar los resultados obtenidos de los proyectos piloto BIM vs. metodologías tradicionales.
 - Evaluar la aplicabilidad de los estándares generados.
 - Evaluar el nivel de conocimiento BIM adquirido por el personal.





5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



5. Actividades de medición y seguimiento



- Asegura la **mejora continua** y su sostenibilidad en el tiempo.
- Mitiga la **resistencia al cambio** para lograr la transición de las organizaciones en su proceso de transformación.

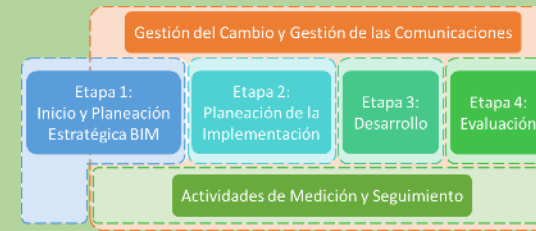
Es importante establecer un **canal de comunicación permanente** para recibir realimentación y abordar las inquietudes de las personas involucradas en el proceso.





5

Producto Sección II: Proceso de implementación BIM



Documentos y plantillas de referencia

00. Guías de implementación BIM

- 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

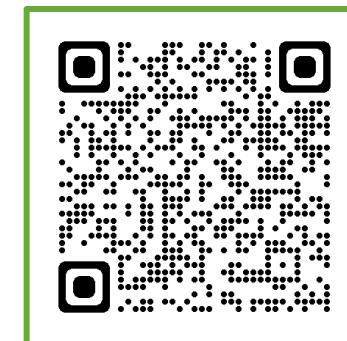
- 01. Usos BIM Forum Colombia.pdf
- 02. Fichas de Usos BIM Chile.pdf
- 03. Model Use Penn State.pdf

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



Anexos





5

Producto Conclusiones de la guía metodológica

Fases de
investigación

Fase 4

Cantidad de
conclusiones

5

Estrategia de implementación gradual

Es importante definir una estrategia de implementación gradual, comenzando con asegurar logros a través de victorias tempranas con la ejecución de proyectos piloto

Gestión del cambio y de las comunicaciones

La gestión del cambio y de las comunicaciones, desempeñan un papel crucial, se debe garantizar su inclusión de manera transversal en todo el proceso

Duración

La duración de una implementación exitosa de BIM no puede ser determinada con exactitud.





5

Producto

Recomendaciones de la guía metodológica

Fases de
investigación

Fase 4

ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO

UNIVERSIDAD

OE4



Cantidad de
recomendaciones

6



Consultor experto

El acompañamiento de un consultor experto en todo el proceso de implementación de la metodología BIM es altamente recomendable.

Metodologías ágiles

Se recomienda revisar la opción de implementar metodologías ágiles durante el proceso de implementación de la metodología BIM.

Entorno en constante evolución

Es fundamental tener en cuenta que el entorno en el que se desarrolla la implementación de BIM está en constante evolución.



Cantidad de
conclusiones

3



Los autores encontraron que es fundamental para **mejorar la productividad** del sector de la construcción en Colombia, que las empresas de ingeniería de **infraestructura vial** implementen la **metodología BIM**, desde la **fase de estudios y diseños**. Sin embargo, a través del desarrollo de la investigación, del producto y la verificación de los expertos, se encontró que la guía **podría ser aplicable** a diferentes tipos de **empresas del sector** y cualquier etapa del ciclo de vida.



Contactar profesionales con experiencia en el área de investigación y lograr una charla informal en **fases tempranas**, es de gran utilidad para **enfocar** la búsqueda de la **información clave** y seleccionar posteriormente los expertos para las entrevistas.

Cantidad de
recomendaciones

2





6

Conclusiones y recomendaciones

Trabajos de grado futuros

Cantidad de
trabajos de
grado futuros

5



Complementar el producto mediante un documento con el detalle del **proceso técnico en la ejecución de proyectos de infraestructura**.

Como proceso de validación de la guía metodológica, producto del presente trabajo de grado, se recomienda realizar un **caso de estudio práctico aplicado a una empresa de ingeniería**.

Futuro de metodologías para **gestionar infraestructuras**: Inteligencia Artificial, agrupación de conceptos como CIM (*City Information Modeling*), realidad aumentada, automatización, tecnología *blockchain*, entre otros.



Parte II: Plan de gerencia

1. Grupo de procesos de inicio
2. Grupo de procesos de planificación
3. Grupo de procesos de ejecución
4. Grupo de procesos de control y seguimiento
5. Grupo de procesos de cierre



Acta de constitución del proyecto

Proyecto:

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.

Justificación:

Dentro de los factores que contribuyen a la baja productividad del sector de la construcción en Colombia, se encuentra el bajo nivel de integración entre las etapas de diseño y construcción y la baja adopción de herramientas tecnológicas. A nivel mundial se ha venido implementando como mejor práctica en la gestión de proyectos, la metodología Building Information Modeling (BIM) por sus beneficios demostrados a través del trabajo colaborativo, el involucramiento de stakeholders y la gestión de información. En Colombia, se estructuró la adopción de esta metodología mediante un mandato para su implementación gradual al año 2026 en todos los proyectos públicos. Las empresas de ingeniería colombianas que realizan, como parte de su misión, proyectos de consultoría (estudios, diseños e interventorías) de infraestructura vial, forman parte importante de la industria de la construcción dentro del ciclo de vida de sus proyectos, por lo que surge la necesidad de implementar la metodología BIM en sus procesos, buscando asegurar una correcta constructabilidad de los diseños generados y por ende, mejorar la competitividad del sector.

Autorización:

Con base en lo anterior, se autoriza formalmente la realización de este trabajo de grado que pretende dar respuesta a la pregunta: ¿Cómo implementar la metodología Building Information Modeling en empresas de diseño de infraestructura vial en Colombia?

Gerente del proyecto:

Como gerente de proyecto se designa a JENNY PAOLA PEDRAZA HERNANDEZ, quien podrá utilizar los recursos asignados para la ejecución y éxito del proyecto y tomará todas las decisiones que considere para tal fin.

Criterios de éxito:

El trabajo de grado consiste en el desarrollo de una guía metodológica para la implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) en empresas de diseño de infraestructura vial en Colombia. El producto de la guía mencionada contará con: Fases, procesos y flujogramas para la implementación. El plazo para la entrega será hasta el 21 de julio de 2023 y un presupuesto de hasta ciento un millones novecientos noventa mil pesos (\$101,990,000). Los entregables deberán cumplir con los requerimientos estipulados y su posterior aprobación por parte del director y los jurados del trabajo de grado.

Con la firma del presente documento, el día 17 de enero de 2022, se aprueba el inicio del proyecto, se garantiza la disponibilidad de recursos para su ejecución y se da aceptación expresa por las partes de su contenido.


Jenny Paola Pedraza Hernández
Gerente de proyecto



Project Charter

Proyecto

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

Criterios de aceptación

El producto de la guía mencionada contará con: etapas, actividades y un flujograma para la implementación.

Plazo: 21 de julio de 2023

Presupuesto: \$101,990,000

Empoderamientos

Gerente: Jenny Paola Pedraza Hernandez

Sponsor: César Augusto Leal Coronado

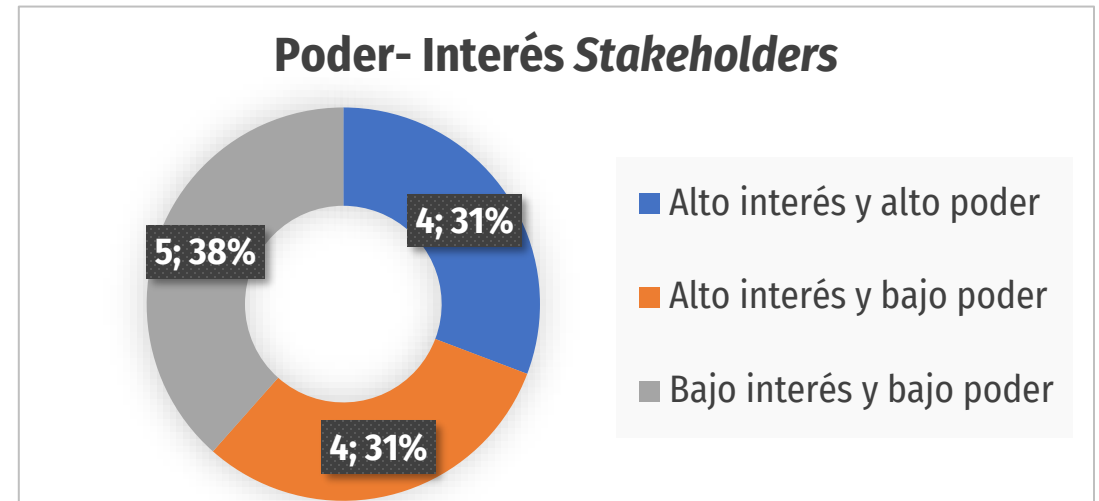




Identificación de Stakeholders

13

CÓDIGO	INTERESADOS	P+I
STK-1	César Augusto Leal Coronado	8,85
STK-2	Jenny Paola Pedraza Hernández	9,75
STK-3	Equipo de trabajo	8,45
STK-4	Jurados	7,85
STK-5	Unidad de proyectos de la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	5,9
STK-6	Profesionales del gremio	5,2
STK-7	Expertos en metodología BIM	5,45
STK-8	Empresas del gremio	5,2
STK-9	CAMACOL	4,1
STK-10	BIM Forum Colombia	4,1
STK-11	Organización de Naciones Unidas	3,6
STK-12	Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	5,7
STK-13	Departamento Nacional de Planeación	4,1

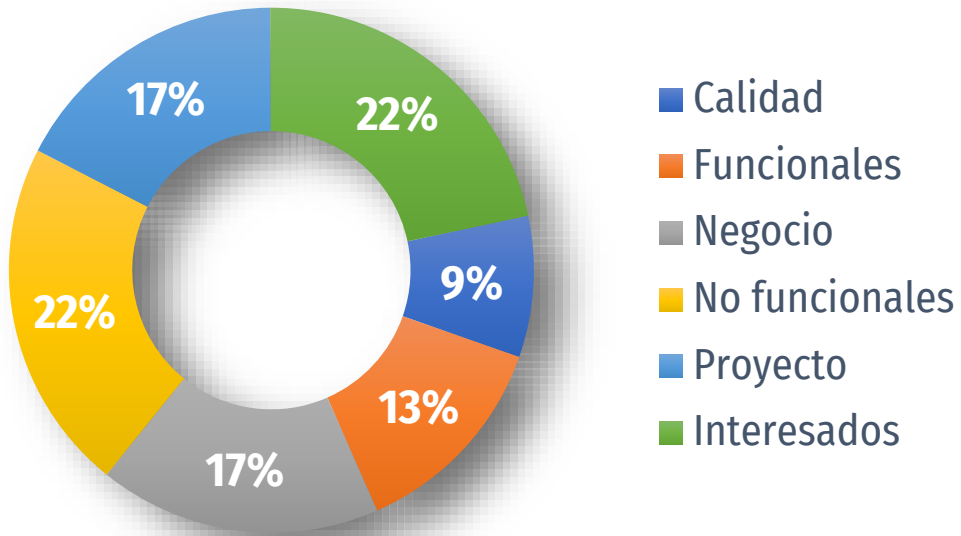


Fuente: Autores



Requerimientos

19



Fuente: Autores

Funcionales

El producto de trabajo de grado debe estar en la capacidad de documentar los hallazgos de buenas prácticas en la implementación de la metodología BIM en proyectos de diseño de infraestructura vial.

No funcionales

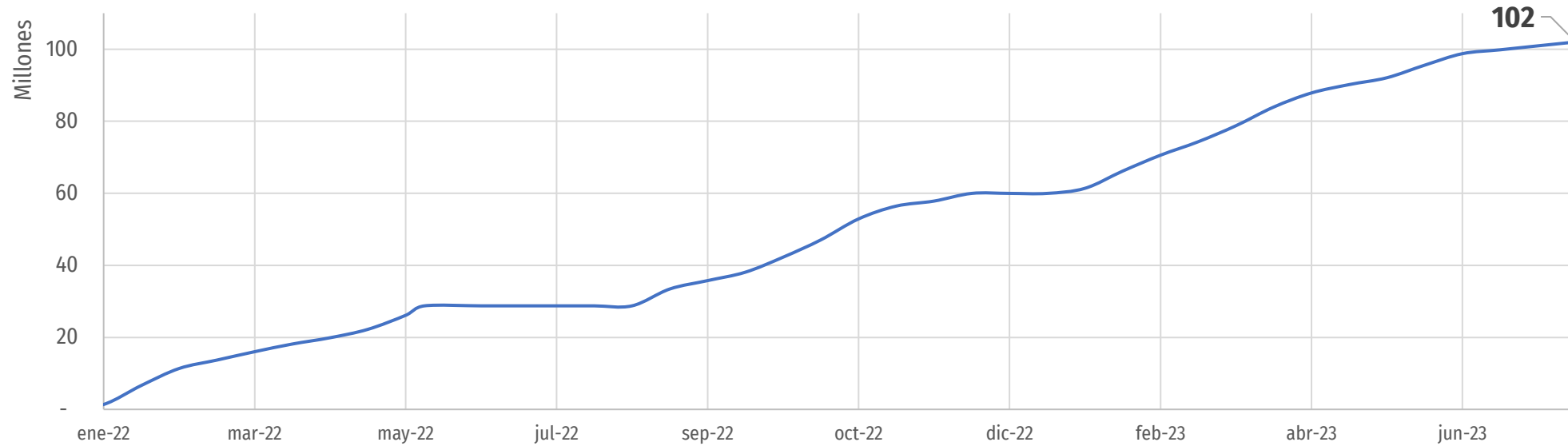
El documento final debe cumplir con los lineamientos de trabajo de grado para maestrías de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

De calidad

El producto del trabajo de grado debe ser verificado por expertos.



Planificación del costo



Inicio

Marco teórico

Recopilación de información

Análisis de información

Guía metodológica

Verificación

Entrega y sustentación

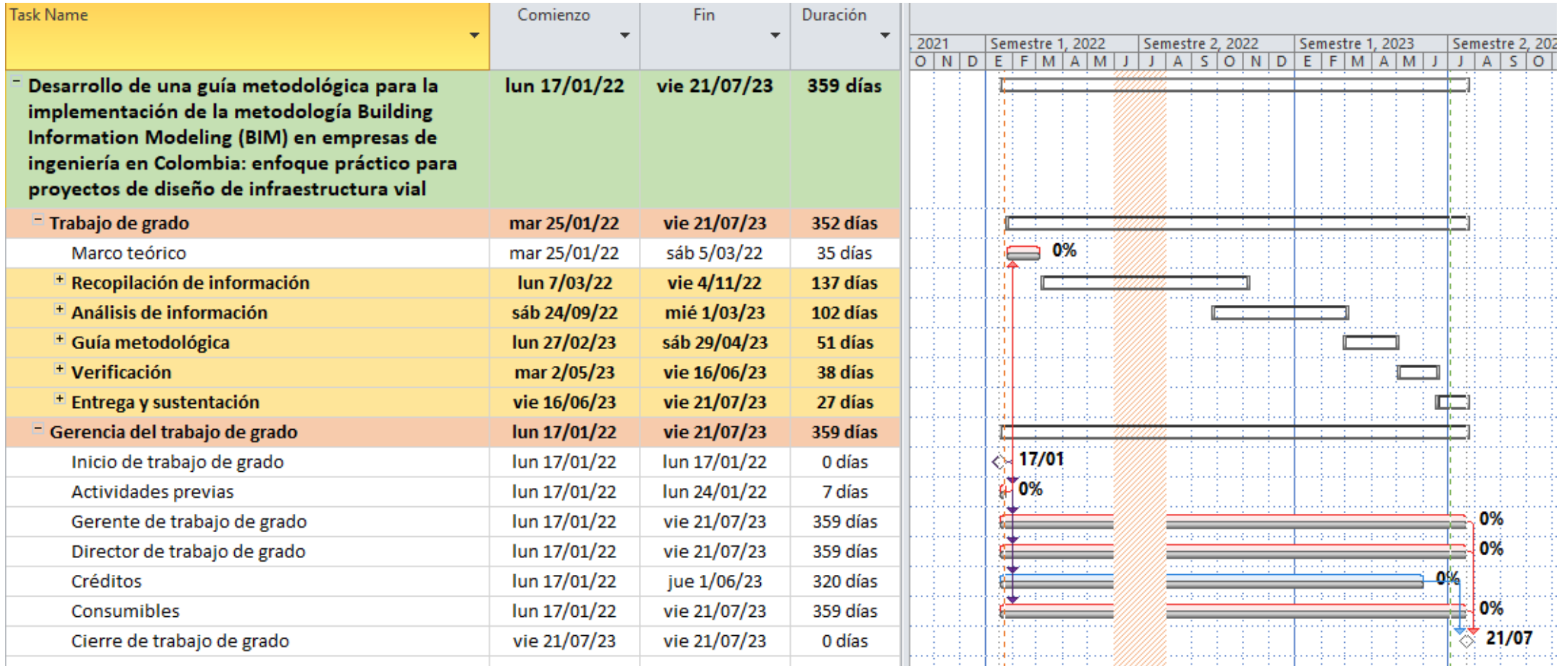
Gerencia del trabajo de grado

Cierre

Fuente: Autores



Planificación del Cronograma





Riesgos

Riesgos identificados
inicialmente

9

Riesgos identificados
durante el desarrollo

2

Riesgos
materializados

2

Riesgos NO
materializados

9

Riesgos materializados

- Debido al **perfil específico de los expertos** en BIM y su baja disponibilidad en el mercado colombiano, puede ocurrir que no sea fácil su contacto para las entrevistas programadas, ocasionando retraso en la planificación del trabajo de grado.
- Debido a la **complejidad del tema desarrollado y al número de hallazgos** obtenidos, puede ocurrir que el análisis de la información demore más del tiempo inicialmente estimado, ocasionando retraso en la planificación del trabajo de grado.





Número de reuniones
sostenidas

53

Tiempo invertido

55h, 15min

Reuniones con director de trabajo de grado y asesores

- 4 Iván Mendivelso (metodología de investigación)
- 3 Daniel Salazar (planteamiento del problema, estructuración de hallazgos, conclusiones y recomendaciones)
- 2 Erika Olaya (planteamiento de problema y metodología de investigación)
- 1 Sofía López (gestión del cambio)





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



UNIVERSIDAD

MAESTRIA EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS

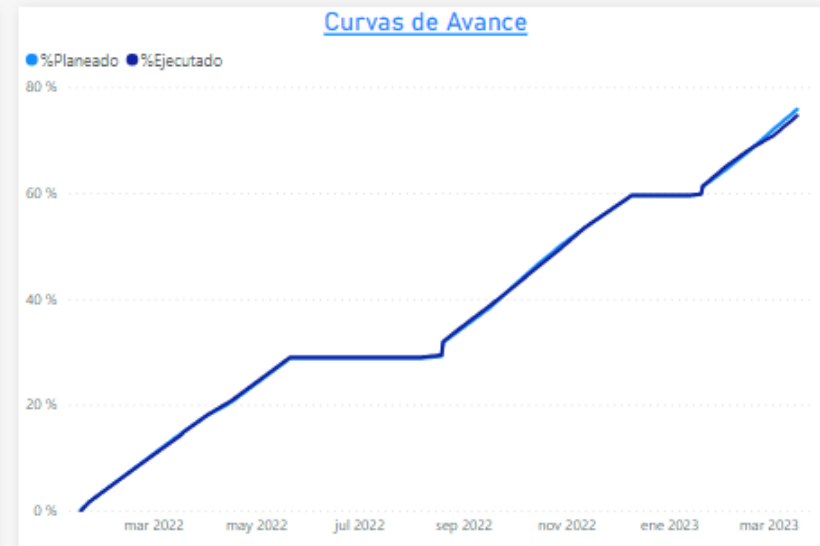
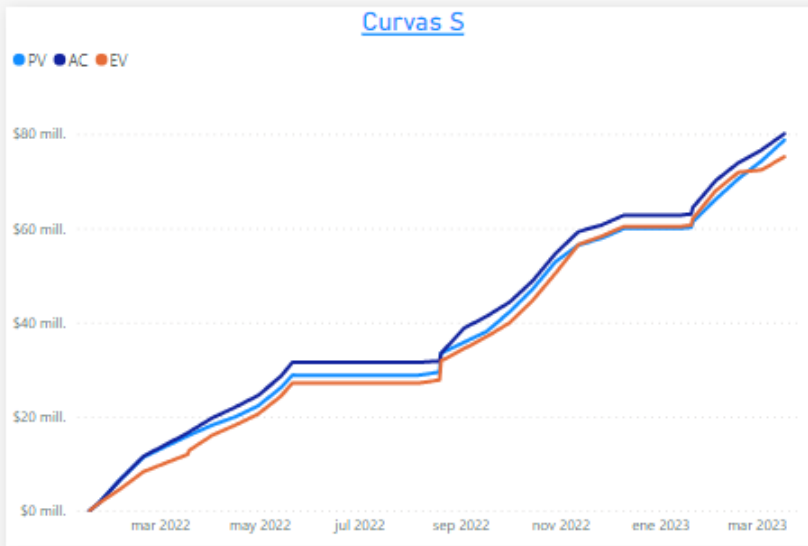
Dashboard de avance

Fecha de actualización:
14/06/2023 12:57

Filtros Notas
Clear Indicadores

Estado del Proyecto:

A fecha de estado **18/03/2023** (FE 24) el proyecto se encuentra **atrasado en trabajo** ($SPI_t=0,95$), **atrasado en tiempo** ($SPI_t=0,95$) y en **sobrecosto** ($CPI=0,94$).

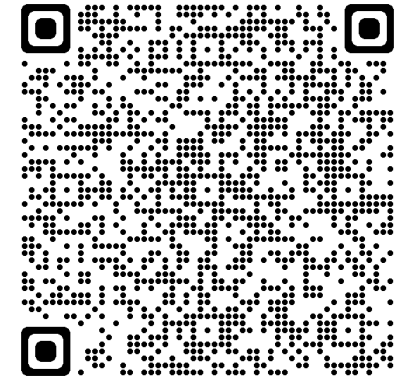


● \$ 78.741.597,49 Valor planeado (PV)
● \$ 80.091.612,15 Costo actual (AC)
● \$ 75.174.177,85 Valor ganado (EV)

75,79 % %Planeado
74,60 % %Ejecutado
-1,19 % %Brecha

PMBs

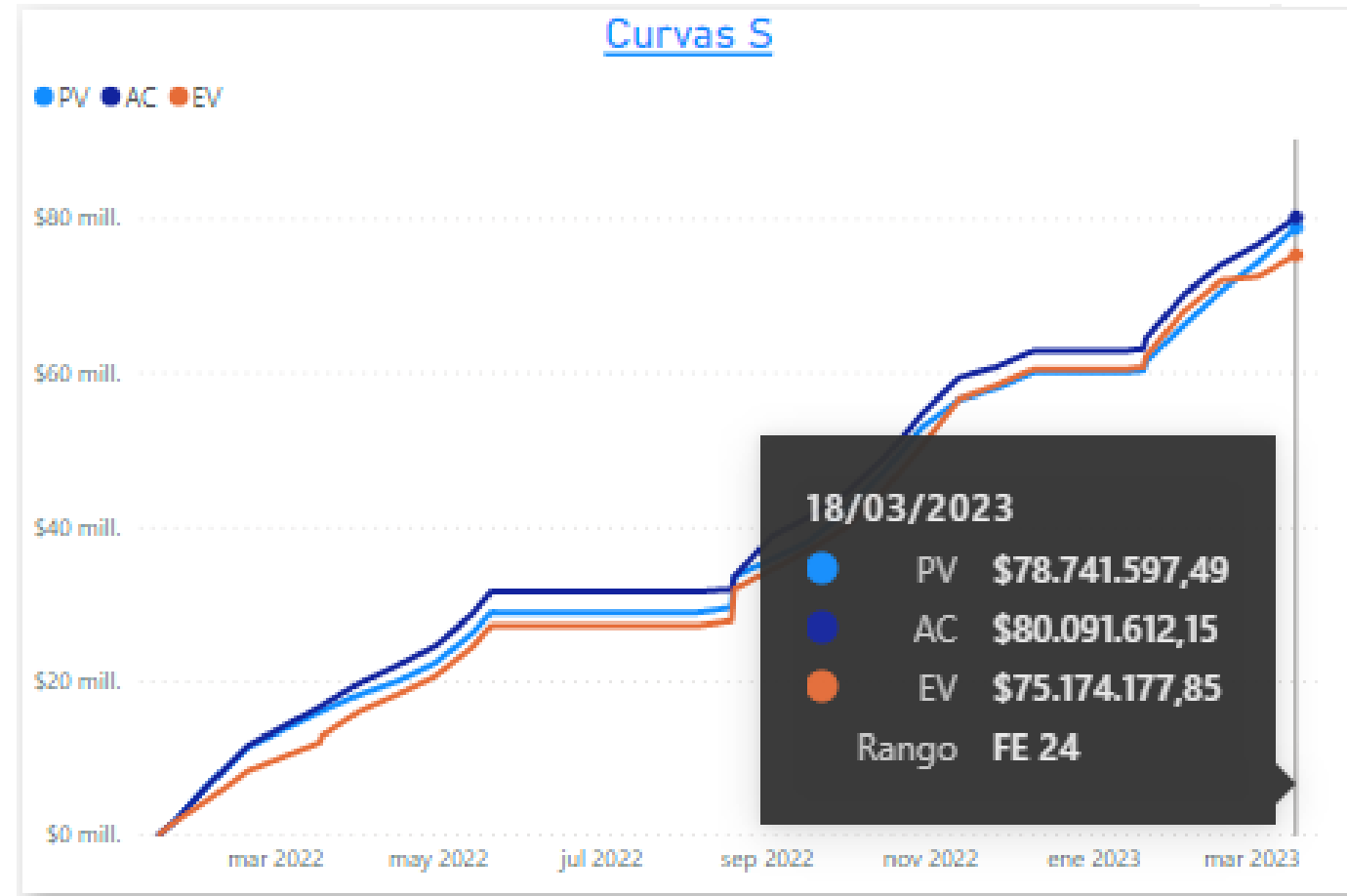
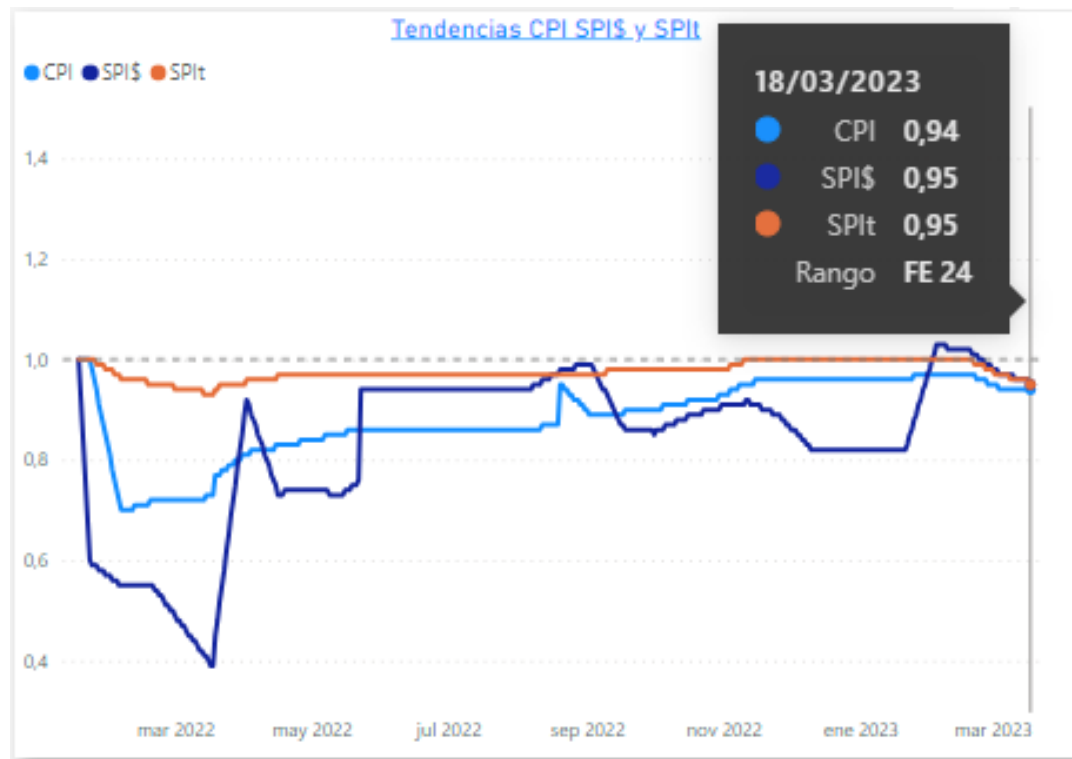
Dashboard - Power BI





Informes de seguimiento

33



Fuente: Autores



Lecciones aprendidas

Cantidad de lecciones
aprendidas

9

Organización y análisis de hallazgos

La generación de un esquema básico que permita tener una idea de la estructura final del trabajo de grado ayuda a generar un sistema de codificación para la clasificación de hallazgos y por ende facilita su análisis.

Agrupación de conclusiones y recomendaciones

La inclusión de una columna de ayuda en las conclusiones y recomendaciones en la que se sintetice la idea principal a tratar facilita el desarrollo de estos.

Recolección de hallazgos de información secundaria

La interacción temprana con expertos del sector da una realimentación del tema proporcionando una visión más clara.





Referencias

- 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/>
- Alarcón, L. (2019). Construcción y productividad: ¡Utiliza metodologías colaborativas en las etapas tempranas! *Pontífica Universidad católica de Chile*.
- Alarcón, L., & Mardones, D. (1998). Improving the design-construction interface.
- Alcaldía de Barranquilla. (19 de diciembre de 2018). *Gestión de infraestructura vial y cierre de vías*. Obtenido de <https://www.barranquilla.gov.co/transito/oficina-de-gestion-del-transito/gestion-de-infraestructura-vial-y-cierre-de-vias>
- Amorós, A., & Tippelt, R. (2005). *Gestión del cambio y la innovación: un reto de las organizaciones modernas*. Mannheim: InWEnt .
- Andía, W. (2016). Enfoque metodológico para los objetivos estratégicos en la planificación del sector público. *Industrial Data*, vol. 19, 28-32.
- Andrada, A. M. (8 de agosto de 2019). *Trabajo colaborativo: ¿en qué consiste?* Obtenido de UNIVERSIDAD AMERICANA DE EUROPA: <https://unade.edu.mx/trabajo-colaborativo/>
- Autodesk. (2018). *Manual de IFC para Revit*. San Rafael.
- Balfour Beatty. (2018). Collaborative construction: Achieving common goals. Obtenido de https://www.balfourbeatty.com/media/317639/balfour-beatty_collaborative-construction_july-2018.pdf





Referencias

BID. (2020). *Encuesta BIM América Latina y el Caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo.

BIM Forum Chile. (2017). *Guía inicial para implementar BIM en las organizaciones*. Santiago de Chile.

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. 2. Guía de modelado BIM*. Bogotá D.C.

Bravo, L., Valenzuela, A., Ramos, P., & Tejada, A. (2019). Perspectiva teórica del diagnóstico organizacional. *Revista Venezolana de Gerencia*, 1316- 1325.

BuildingSmart-Spain. (2018). BIM aplicado al patrimonio cultural. En *Guía de usuarios BIM* (Vol. 14, pág. 5).

CAMACOL. (2018). *Informe de productividad*. Bogotá D.C.: Cámara Colombiana de la Construcción.

Cámara de Comercio de Bogotá. (2019). *Identificación y cierre de brechas de capital humano para el Clúster de Construcción de Bogotá-región*. Bogotá D.C.





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

Contribución:

Consideramos que el producto de la investigación realizada es relevante y aporta conocimientos a las empresas de ingeniería y a la gestión de proyectos en Colombia.

Agradecimientos:

A nuestro director, ingeniero César Leal, por su orientación oportuna y apoyo permanente.

¡Gracias!

Estamos atentos a sus preguntas y comentarios.

