

UNIVERSIDAD EAN

**PROTOCOLO BÁSICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM
EN ENTIDADES PUBLICAS PARA PROYECTOS DE INVERSION EN
INFRAESTRUCTURA**

**BLANCO BUSTOS JUAN SEBASTIAN
FUQUEN SANZA CINDY GERALDINE
NARVAEZ VALDERRAMA ANGELA MARIA
SUAREZ BERNAL JOSE JAVIER**

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

DOCENTE: MAGLE VIRGINIA SANCHEZ

BOGOTÁ D.C. 2021

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para
proyectos de inversión en infraestructura

RESUMEN

La metodología BIM (Building Information Modeling) en búsqueda de establecer nuevos modelos afines con las tecnologías vigentes, llega al mundo para quedarse y darle miras de integralidad y optimización a procesos que históricamente se han manejado en papel, procesos que son realizados sin el consenso de los actores y que genera reprocesos y sobrecostos.

La optimización de los procesos con el paso de los años ha tomado fuerza, siendo este un objetivo medible y necesario de cumplir para mejorar los tiempos, la calidad y la intervención en los proyectos. Es por ello, que la metodología BIM, trae consigo alternativas de trabajo integral entre aquellas entidades necesarias para llevar a cabo proyectos de construcción.

En Colombia el sector de la construcción constituyó el 10,7% en el crecimiento del PIB y debido a esta importante participación día a día las empresas públicas y privadas, requieren estar a la vanguardia y establecer metodologías, políticas y procedimientos que logren seguir al sector siendo un estandarte de desarrollo para el país.

Por medio de la metodología BIM y el protocolo presentado como resultado del presente trabajo de seminario de investigación se entregan los pasos necesarios para llevar a cabo la correcta implementación en las empresas públicas del país y así cumplir al 2026 con el plan de desarrollo de Transformación Digital.

Palabras claves: Metodología BIM, Transformación Digital, Modelado, Tecnología, Productividad.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para
proyectos de inversión en infraestructura

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	8
2	PROBLEMA DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	9
3	OBJETIVOS	15
3.1	Objetivo general.....	15
3.2	Objetivo Específico.....	15
4	JUSTIFICACIÓN.....	16
5	MARCO TEÓRICO	19
6	¿QUE ES BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)?	23
7	MARCO INSTITUCIONAL.....	33
8	METODOLOGÍA GENERAL O DE PRIMER NIVEL	35
9	METODOLOGÍA PARTICULAR O DE SEGUNDO NIVEL	36
9.1	Enfoque	36
9.2	Diseño	36
9.3	Alcance	36
9.4	Instrumentos de recolección de datos para el “Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en entidades Públicas Para proyectos de inversión de Infraestructura. .	37
10	ANALISIS DE LOS OBJETIVOS ESPECIFICOS	37

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

10.1 Análisis Objetivo Específico, “Analizar la metodología BIM mediante el análisis de la información existente de organismos representativos del sector como la Cámara Colombiana de Infraestructura y Camacol para el desarrollo del protocolo”. 38

10.2 Análisis Objetivo Específico, “Analizar el marco político y legal de la metodología BIM establecido en Colombia, como insumo para el planteamiento de hitos y pasos que deberá tener el protocolo”. 39

10.3 Análisis Objetivo Específico, “Compilar datos históricos estadísticos de los organismos gubernamentales y representativos del sector para identificar la necesidad de la aplicabilidad de la metodología BIM en Colombia” 44

 10.3.1 Barreras para la Adopción de Tecnologías Digitales..... 46

 10.3.2 Baja promoción y gestión de la innovación basada en el uso de tecnologías digitales. 49

 10.3.3 Baja disponibilidad de capital humano idóneo para los retos de la 4RI 50

10.4 Análisis Objetivo Específico, “Definir lineamientos y procesos que den paso al protocolo e involucre a los ejecutores de proyectos de infraestructura a desarrollar la metodología BIM” 55

11 ANÁLISIS DE RESULTADOS 56

12 PROTOCOLO METODOLOGÍA BIM..... 59

13 CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN 60

14 BIBLIOGRAFIA 61

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Transformación Digital del Sector de la Construcción	10
Ilustración 2 BIM y la productividad en la industria de la construcción	13
Ilustración 3 Implementación BIM en Latinoamérica	17
Ilustración 4 Uso de Estándares por País	18
Ilustración 5 Percepción del Retorno de la Inversión (ROI)	19
Ilustración 6 Proyecto diseñado por GRAPHISOFT Latinoamérica	23
Ilustración 7 Niveles de Implementación BIM,	25
Ilustración 8 Fuente: Allplan System	26
Ilustración 9 Sectores de la Economía Productividad vs Digitalización,	27
Ilustración 10 Plan BIM Perú	29
Ilustración 11 Potencial BIM.....	31
Ilustración 12 Tomado de Estrategia Nacional BIM	32
Ilustración 13 Línea de tiempo – Normativa legal y política Metodología BIM	43
Ilustración 14 Desempeño en políticas clave para la transformación digital en entidades del orden nacional.....	46
Ilustración 15 Barreras y desafíos que enfrentan las empresas para lograr una transformación digital exitosa.....	47
Ilustración 16 Respuestas de las empresas a la pregunta. ¿Por qué motivos no cuenta con un área, dependencia o persona encargada de los temas TIC?	47
Ilustración 17 Porcentaje de empresas que usan herramientas TIC	48
Ilustración 18 Perfilamiento para las MiPymes en Colombia	48
Ilustración 19 Desempeño según el índice detallado por la política en áreas clave para la transformación digital en entidades del orden nacional.	49
Ilustración 20 Inversión de las Empresas Privadas en tecnologías emergentes.	50

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Ilustración 21 Nuevas habilidades requeridas / impacto en áreas TI, por tecnología disruptiva a nivel mundial.	51
Ilustración 22 Índice de preparación para la automatización elaborado por The Economist y ABB.....	52
Ilustración 23 Creación de Valor BIM.	53
Ilustración 29 Percepción de retorno de la inversión en implementación BIM	54
Ilustración 25 Beneficios percibidos en la implementación BIM.	55
Ilustración 26 Porcentaje de índice de digitalización vs. Tsa anual de crecimiento de la productividad CARGR2 Beneficios percibidos en la implementación BIM.	57

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para
proyectos de inversión en infraestructura

TABLA DE FIGURAS

Figura 1 Sector construcción	35
------------------------------------	----

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

1 INTRODUCCIÓN

A través del siguiente documento, se evidencia el análisis y el alcance de la metodología BIM (Building Information Modeling), metodología que busca optimizar procesos e involucrar a todos los actores del proceso. Dicha metodología está en búsqueda de mitigar los sobrecostos ocasionados por reprocesos y ajustes.

Conforme las políticas públicas y legales del país, se encuentra la metodología en la fase de entrada, de allí se imparte la necesidad de preparar a las entidades públicas y privadas en las nuevas tecnologías, así como en la estabilización del sector, en la preparación y actualización documental, que posibilite la implementación.

En el presente trabajo de seminario de investigación se sustenta la necesidad de establecer un protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura, toda vez, que contiene los pasos necesarios para llevar a cabo de forma exitosa el proceso de implementación. El plan de desarrollo nacional 2018 – 2026 se encuentra en trámite y contar con herramientas de apoyo, se convierten en la base del proceso.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

2 PROBLEMA DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta que el sector de la construcción muestra una baja productividad, y aun así representa en el 2019:

5.17% del PIB

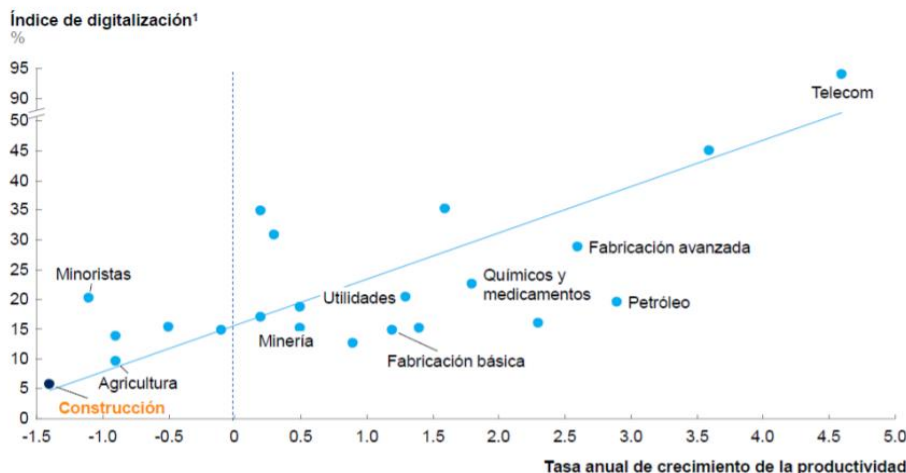
1.5 Millones de empleos

54% representa el sector de la construcción en el aparato productivo del país

Es indispensable generar estrategias contundentes que impulsen su modernización con el aumento la productividad del país y la eficiencia del sector. En este caso y tal como evidencia en la *Ilustración 1 - Transformación Digital del Sector de la Construcción*, la digitalización del sector debe ser una prioridad a nivel estado como se está planteando, en este sentido se muestra la productividad de los sectores en comparación al sector de la construcción, así:

1

Adopción tecnológica: Clave para mejorar la productividad



Existe una relación demostrada entre **productividad y digitalización**. La clave radica en información, coordinación, predictibilidad de los procesos.

La evidencia muestra (McKinsey-Camacol 2017) que el mayor rezago del sector es la baja adopción tecnológica, 1/3 en comparación con el promedio mundial y 14% de las mejores prácticas internacionales.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Ilustración 1 Transformación Digital del Sector de la Construcción

Tomado de: (Camacol, 2018)

Actualmente en Colombia las entidades públicas que desarrollan proyectos de infraestructura reflejan una baja capacidad de eficiencia y eficacia en el cumplimiento de las metas establecidas frente a los compromisos de obra pública descritos en los instrumentos de planeación (planes de desarrollo, planes de ordenamiento territorial, bancos de proyectos, etc.) y que se requieren para cubrir las necesidades de los colombianos en términos de calidad de vida y niveles de productividad del estado.

En este sentido, el Departamento Nacional de Planeación con el objeto mejorar la gestión de proyectos de sus entidades, generó en noviembre del 2020 una estrategia nacional para la modernización del sector de la construcción implantando a seis años (2026) la metodología BIM (Building Information Modeling) como un mandato obligatorio su implementación, lo cual genera un impacto en la mayoría de entidades que requieren una inversión interna y recursos en sus procesos de selección de obras de infraestructura para su desarrollo y aprovechamiento.

El sector de la construcción necesita un sistema de estandarización a nivel nacional para ayudar con la clara fragmentación que enfrenta Colombia, dicha fragmentación se debe a que actualmente no se cuenta con la integración ni el procedimiento claro para llevar a cabo la implementación de la metodología BIM en las empresas de construcción en el país.

Actualmente no se está siendo eficiente y productivo en la articulación con los distintos actores de la cadena de valor de construcción. Dentro de las situaciones actuales se encuentran aumentos de los costos de los proyectos de infraestructura que no permiten la gestión de un mayor número de proyectos, en los cuales no se cuenta con los recursos disponibles. Así mismo

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura el aumento de la variabilidad en costos y tiempos de proyectos, como la disminución de la proactividad de la infraestructura y construcción.

Debido a la importancia que representa la metodología BIM y la necesaria implementación que se requiere llevar a cabo. En el país se han determinado diversas causas para tomar esta decisión, dentro de las cuales se encuentra:

1. **Falta de integración en los proyectos de construcción:** Representa reprocesos administrativos e incremento en los tiempos de gestión.
2. **Desarrollo del proyecto de forma desarticulada entre los actores:** Este inconveniente representa para los proyectos de construcción no contar con los insumos completos y eso genera inconvenientes en la versión final sobre la cual se va a trabajar dado que no se conoce el desarrollo que genera otro actor del proyecto.
3. **Falta de sistematización y automatización de los proyectos:** Actualmente los proyectos se realizan a través de herramientas como AutoCAD que, aunque representa una sistematización no integra todas las actualizaciones en vivo ni se integra correctamente con herramientas de desarrollo de proyectos como por ejemplo la estimación de los costos. Así mismo, al no tener una automatización se genera un exceso de versiones finales de trabajo.
4. **Inexistencia de los activos de la Ciudad:** Un problema muy importante es la falta de sistematización del plano de la ciudad lo cual dificulta poder trabajar bajo la realidad del diseño de la misma, generando constantes retrasos y ajustes al diseño de trabajo.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Si los diseños de construcción en país continúan igual, a corto y mediano plazo se podrá evidenciar un retraso en la forma como se desarrollan los proyectos. Así mismo, a mediano y largo plazo no se podrá contar con la herramienta vigente que limitará la integración con proyectos internacionales.

De otro lado, continuará generando sobrecostos y reprocesos en su implementación, también es muy importante mencionar que se seguirá frenando el crecimiento del país en cuanto al desarrollo de infraestructura.

En materia ambiental se seguirá viendo un impacto negativo en el proceso de disminución de la huella de carbono, toda vez, que al desarrollar estos proyectos se generan actualmente los planos de forma física, lo cual ocasiona que con cada cambio deba generarse un nuevo plano.

Finalmente, si no se genera un protocolo de implementación de la metodología BIM continuará sin visualizarse la integración de los actores de los proyectos.

Descripción del Problema: La capacidad y respuesta inmediata a la aplicación de la estrategia nacional BIM emitida en el último bimestre del 2020, para la gestión de proyectos de inversión en infraestructura por parte de las entidades públicas requiere desarrollar estrategias que el sector público históricamente ha mostrado un desempeño deficiente con la entrega de proyectos dentro de los costos y tiempos estimados Descripción del Problema: La capacidad y respuesta inmediata a la aplicación de la estrategia nacional BIM emitida en el último bimestre del 2020, para la gestión de proyectos de inversión en infraestructura por parte de las entidades públicas requiere desarrollar estrategias que mejoren el comportamiento histórico de desempeño deficiente con la entrega de proyectos dentro de los costos y tiempos estimados.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

De la misma forma, la mayoría de las entidades territoriales históricamente no han invertido recursos en las etapas de reinversión o planeación de los proyectos, sumado a la falta de recursos de manera general para su gestión o aquella que impulse los proyectos de inversión pública.

Como respuesta a la aplicación de la estrategia las entidades requieren una capacidad, mientras se logra se puede incorporar un protocolo que tercerice esa obligación de manera sencilla mientras se estructura cada entidad para manejar la metodología por falta de recursos, y capacitación.

2

BIM y la productividad en la industria de la construcción.

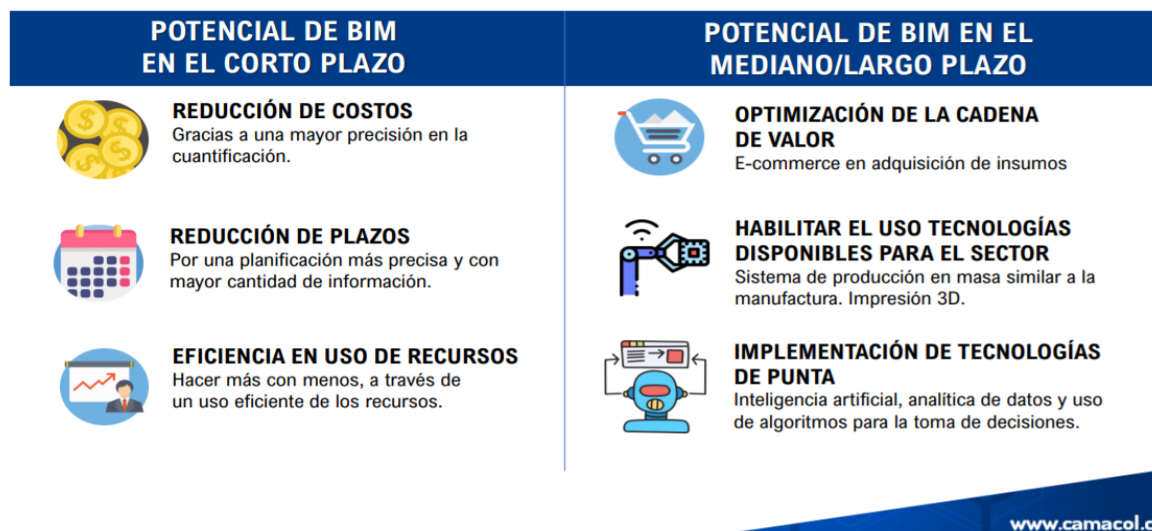


Ilustración 2 BIM y la productividad en la industria de la construcción

Tomado de: (Camacol, 2018)

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Descripción del Problema: La capacidad y respuesta inmediata a la aplicación de la estrategia nacional BIM emitida en el último bimestre del 2020, para la gestión de proyectos de inversión en infraestructura por parte de las entidades públicas requiere desarrollar estrategias que el sector público históricamente ha mostrado un desempeño deficiente con la entrega de proyectos dentro de los costos y tiempos estimados

Descripción del Problema: La capacidad y respuesta inmediata a la aplicación de la estrategia nacional BIM emitida en el último bimestre del 2020, para la gestión de proyectos de inversión en infraestructura por parte de las entidades públicas requiere desarrollar estrategias que mejoren el comportamiento histórico de desempeño deficiente con la entrega de proyectos dentro de los costos y tiempos estimados como se observa en la *Ilustración 2 - BIM y la productividad en la industria de la construcción.*

De la misma forma, la mayoría de las entidades territoriales históricamente no han invertido recursos en las etapas de reinversión o planeación de los proyectos, sumado a la falta de recursos de manera general para su gestión o aquella que impulse los proyectos de inversión pública

Como respuesta a la aplicación de la estrategia las entidades requieren una capacidad, mientras se logra se puede incorporar un protocolo que tercerice esa obligación de manera sencilla mientras se estructura cada entidad para manejar la metodología por falta de recursos, y capacitación.

Actualmente se presenta un atraso en cuanto a la implementación de nuevas tecnologías en el sector construcción, y más en el sector privado, llegando al punto que solo el 28% de las empresas de ingeniería en el país han adoptado la metodología BIM y, como se expresó en el punto anterior, los esfuerzos del gobierno van encaminados al 100% de implementación de la metodología para el año 2026.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Uno de los mayores inconvenientes en la implementación de la tecnología BIM es la inversión necesaria para la adquisición de los equipos de cómputo y los softwares especializados, en entidades estatales que cuentan con los recursos justos, no es viable la adquisición de equipos, software y personal especializado para llevar el control de las obras mediante la metodología y poder aprovechar los beneficios que da la implementación de las nuevas tecnologías para el sector construcción.

Es por esto que se vuelve crucial responder a la pregunta ¿Cómo adoptar la metodología BIM en los proyectos estatales, sin incurrir en costos tan elevados de la implementación y, aun así, aprovechar los beneficios de la metodología?

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Diseñar un protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en proyectos de infraestructura públicos, con el fin de incorporarlo como obligación en los procesos de selección de contratistas de diseño y construcción, incorporando de manera planificada los beneficios de la metodología y con el menor impacto en costo para la Entidad Pública.

3.2 Objetivo Específico

- Analizar la metodología BIM mediante el análisis de la información existente de organismos representativos del sector como la Cámara Colombiana de Infraestructura y Camacol para el desarrollo del protocolo.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

- Analizar el marco político y legal de la metodología BIM establecido en Colombia, como insumo para el planteamiento de hitos y pasos que deberá tener el protocolo.
- Identificar la necesidad de la aplicabilidad de la metodología BIM en Colombia por medio de la compilación de datos históricos estadísticos de los organismos gubernamentales y representativos del sector.
- Definir lineamientos y procesos que den paso al protocolo e involucre a los ejecutores de proyectos de infraestructura a desarrollar la metodología BIM.

4 JUSTIFICACIÓN

La entrada de la metodología BIM al sector de la construcción en Colombia se está dando a través de las empresas privadas de construcción de edificaciones, principalmente, sin embargo, a nivel global, la Metodología es un hecho y un requisito para la ejecución de proyectos de construcción. Por lo anterior, surge la necesidad de implementar esta metodología a los contratos estatales, no solo por cumplir con los estándares internacionales, sino también para aprovechar los beneficios que esta implementación implica como lo son aumentos en la productividad, reducción de desperdicios, mejoras en los tiempos de ejecución de obras e incremento de la calidad en los productos entregados y la trazabilidad de los procesos.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

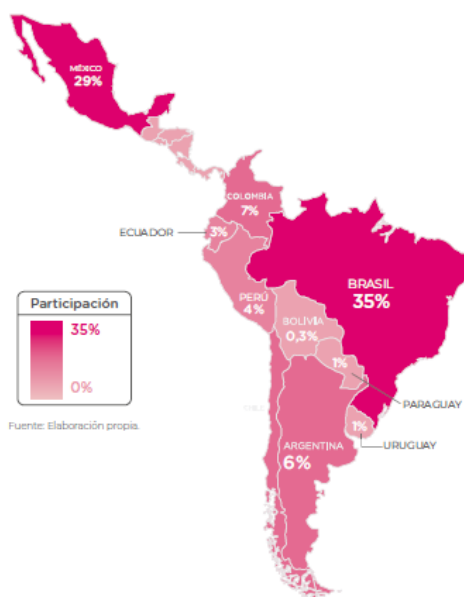


Ilustración 3 Implementación BIM en Latinoamérica

Tomado de: (Banco Interamericano de Desarrollo BID, 2021)

Como se muestra en la *Ilustración 3-Implementación BIM en Latinoamérica*, la implementación de la Metodología en Colombia es del 7%, por lo que el desarrollo en la implementación es una oportunidad que se debe dar en la región. De acuerdo con la Encuesta BIM América Latina y el Caribe, de las empresas que implementan la Metodología, el 60% lo hace con guías o manuales internos y un 26% utiliza estándares comunes desarrollados por instituciones.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

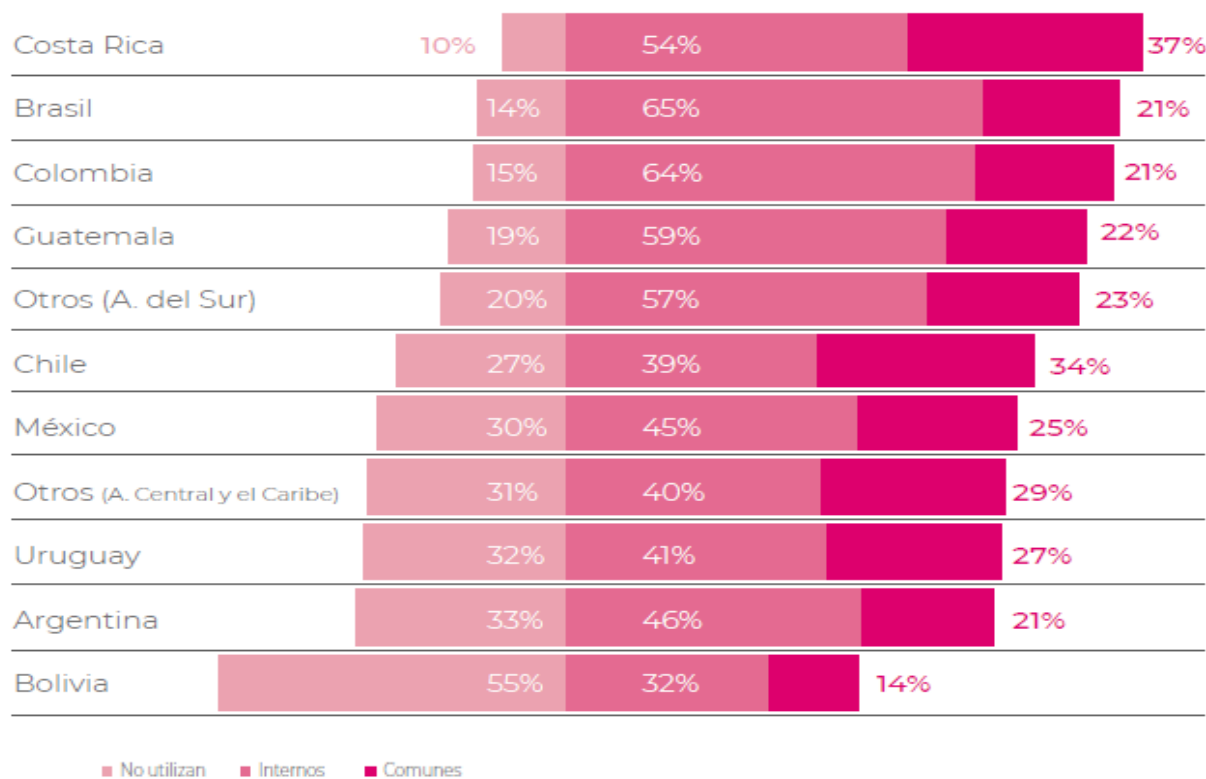


Ilustración 4 Uso de Estándares por País

Tomado de: (Banco Interamericano de Desarrollo BID, 2021)

Como se muestra en la *Ilustración 4 – Uso de Estándares por país*, para el caso de Colombia, se evidencia que el 64% de las empresas que manejan la metodología BIM implementan estándares propios y el 15% de las empresas no implementan estándares, lo que revela que solamente el 21% de las empresas implementan estándares comunes. Es allí donde resalta la necesidad de crear un estándar colombiano para el manejo de proyectos con la implementación de la metodología BIM, aún más para los proyectos públicos que son los que menor porcentaje de implementación manejan.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

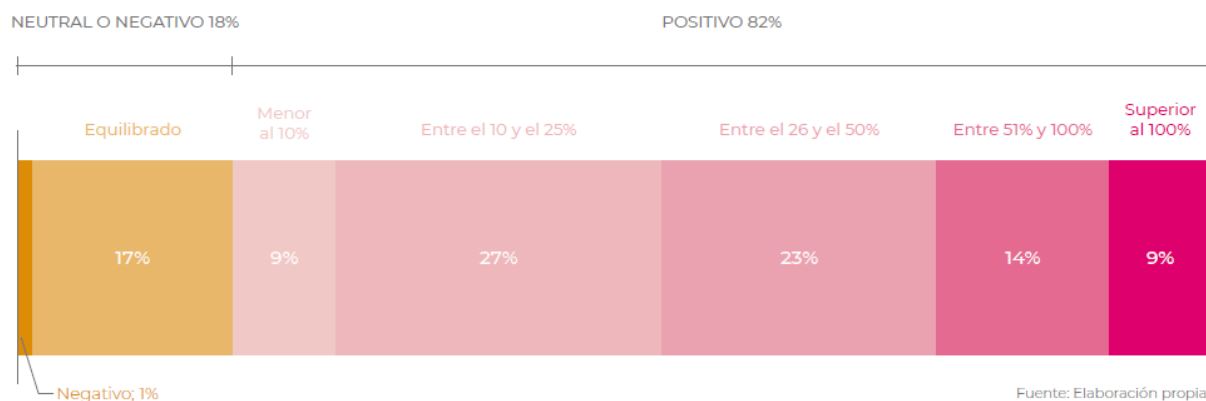


Ilustración 5 Percepción del Retorno de la Inversión (ROI)

Tomado de: (Banco Interamericano de Desarrollo BID, 2021)

Ahora bien, respecto al beneficio financiero, se evidencia en la *Ilustración 5 – percepción del Retorno de la inversión (ROI)* que la percepción de las empresas que han implementado la metodología ha sido, en su mayoría, positiva. Se resalta que únicamente el 1% de las empresas han manifestado una percepción negativa de la metodología BIM, esto es un incentivo adicional para que los contratistas implementen la metodología, que perciban un ROI mayor en la ejecución de los proyectos estatales.

Teniendo en cuenta las justificaciones del caso de estudio, el Campo de Investigación escogido es “Emprendimiento y Gerencia”, el Grupo de Investigación es “Dirección y Gestión de Proyectos” y la Línea de Investigación es la “Gestión de proyectos, estrategias y competitividad, modelos, metodologías y sistemas de gestión para la gerencia de proyectos”.

5 MARCO TEÓRICO

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Desde siempre el hombre ha tenido la necesidad de realizar proyectos que satisfacen sus requerimientos en cualquier campo, sin embargo, en el sector de la construcción de infraestructura los avances no siempre van acompañados de la tecnología o vanguardia digital existente. Sin embargo, esfuerzos individuales y necesidades puntuales están incorporando una eficiencia representada en la metodología BIM (Building Information Modeling), que permitirá mejores resultados en tiempo y costo, relacionando sistemáticamente la geometría de una estructura con atributos y datos que permiten en tiempo real la actualización de modelos y sus datos asociados. Esto en comparación con el método tradicional de desarrollar modelos geométricos no dinámicos que usan la tecnología de manera errática sin mejorar procesos al no estar asociados de manera dinámica a ningún dato, producen información no inmediata y no relacionada con los mayores tiempos que representa la asociación no directa o reprocesos que esto significa y que se “institucionalizo” como la forma de realizar este tipo de trabajos.

La Historia de BIM y los programas que dieron origen a su metodología

El inicio de programas o los primeros pasos de lo que se convertiría en las bases o cimientos de la metodología BIM, se remonta a las décadas de los 50s y 60s en desarrollos universitarios en los Estados Unidos, luego más concretamente el arquitecto Douglas C. Englebart muestra en un sistema computacional con ingreso de datos que se representarían en una pantalla como imagen de una estructura de muros y losas (objetos parametrizados y bases de datos que representan estructuras), de igual forma Nicolas Negroponte, Herbert Simón e Ian McHarg desarrollaban sistemas de información geográfica (SIG) en ese mismo momento.

De la misma forma, Ivan E. Sutherland desarrollo en el MIT (Massachusetts Institute of Technology) el software SKETCHPAD para rastrear formas geométricas en una pantalla con lo que se podría presentar como un ratón en la actualidad.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

A partir de las décadas de los 70s y 80s se presentaron los dos métodos más importantes de visualización y registros de geometría en 3D con la geometría solida constructiva (CSG) y la representación de limites (BREP), el primero usando formas básicas solidas o vacías, mostraba como estas formas se combinaban o mezclaban para crear formas más complejas y que presento un reto entre la comunicación persona-computadora (HCI) y la complejidad de esa relación.

Estas complejidades fueron evolucionando en construir modelos como la suma de sus componentes representados en bases de datos y que se materializo con el Sistema de Descripción de Edificios (BDS), software con elementos de fuente en bibliotecas individuales que se pueden manipular en un modelo tridimensional. El proyecto lo diseño Charles Eastman, arquitecto de Berkeley y trabajó en informática en la Universidad de Carnegie Melon. Eastman continúa como experto en tecnología BIM y profesor en la Georgia Tech School of Architecture.

Con este antecedente en los 70, Eastman ya visualizaba que *“los dibujos para la construcción son ineficientes y causan redundancias de un objeto que se representa en varias escalas. También critica los dibujos en papel por su tendencia a deteriorarse con el tiempo y no representan el edificio, ya que se realizan renovaciones y los dibujos no se actualizan. En un momento de profecía, la noción de revisión automatizada de modelos surge para “verificar la regularidad del diseño””* (Estman, 1999) y en 1977 creo GLIDE que mostraba la mayoría de las características de una plataforma BIM moderna.

A principios de la década de 1980 se presentaban ya avances en Inglaterra que se aplicaron a proyectos construidos. *“Estos incluyen GDS, EdCAAD, Cedar, RUCAPS, Sonata y Réflex. El sistema de software RUCAPS desarrollado por GMW Computers en 1986 fue el primer programa que utilizó el concepto de fases temporales de los procesos de construcción y se utilizó para ayudar en la construcción en fases de la Terminal tres del aeropuerto de Heathrow (Laiserin -*

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Historia de BIM). La fundación del Centro de Ingeniería de Instalaciones Integradas (CIFE) en Stanford en 1988 por Paul Teicholz marca otro hito en el desarrollo de BIM, ya que creó una fuente de estudiantes y colaboraciones de la industria para promover el desarrollo de modelos de construcción "cuatridimensionales" con Atributos de tiempo para la construcción. Esto marca un punto importante en el que dos tendencias en el desarrollo de la tecnología BIM se dividirán y desarrollarán en las próximas dos décadas. Por un lado, el desarrollo de herramientas especializadas para múltiples disciplinas para servir a la industria de la construcción y mejorar la eficiencia en la construcción. En el otro lado está el tratamiento del modelo BIM como un prototipo que podría probarse y simularse con criterios de rendimiento.” (Architectural Designschool, 2021)

Entrando en la década de los 80s y 90s dos mentes brillantes en programación europeos Leonid Raiz y Gabor Bojar fundadores y cofundadores de los programas Revit y ArchiCAD respectivamente, trabajaban también en herramientas que antecedieron a lo que hoy en día se ajusta a la metodología BIM y hacen parte de su presente. Corresponden a dos programas que se usan para el modelado de información de proyectos de ingeniería o arquitectura con modelación de diseño y construcción, perspectivas, modelación integrada, modelación de terreno y exteriores en un ambiente de trabajo multidisciplinario que visualiza y presenta las imágenes del modelo y todas sus características de manera excepcional. Tanto que el primero fue adquirido por Autodesk (AutoCAD) gigante americano en programas de este tipo y el segundo se desarrolló a través de la compañía GRAPHISOFT cuya historia data de 1982 y hoy en día continua vigente.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura



*Ilustración 6 Proyecto diseñado por GRAPHISOFT Latinoamérica
Tomado de: (Graphisoft, 2017)*

Tal como se muestra en la *Ilustración 6 - proyecto diseñado por GRAPHISOFT Latinoamérica*, las herramientas se encuentran en un solo espacio digital o nube, por medio del cual contiene en carpetas organizadas la información del proyecto creando de manera obligatoria una forma de trabajar en equipo, reduce en un alto porcentaje el tiempo de diseño, y la coordinación entre los participantes sea cual sea su papel en la línea de producción de los resultados que se buscan o en las modificaciones que se realicen, ya que estas modificaciones actualizan automáticamente todo el modelo y sus datos asociados con el cumplimiento de protocolos previamente determinados, generando el adjetivo de “inteligente” a estos modelos.

6 ¿QUE ES BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)?

Building Information Modeling, Modelo de la información para la Construcción, es una metodología de trabajo colaborativo para la creación y concepción de proyectos de edificaciones y obra civil. Es una simulación inteligente de arquitectura, que permite centralizar toda la

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura información de un proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes involucrados. Supone la evolución de los sistemas de diseño tradicionales basados en el plano, ya que incorpora información geométrica (3D), de tiempos (4D), de costos (5D), sostenibilidad(6D), gestión de operaciones (7D), seguridad y salud en el trabajo (8D), lean (9D) y construcción industrializada (10D) extendiéndose por todo el ciclo de vida del proyecto de construcción, permitiendo la gestión de este y reduciendo los costos de operación.

“En esencia es la creación de valor a través de la colaboración en todo el ciclo de vida de un activo apoyado en la creación, recopilación y el intercambio de modelos 3D y los datos compartidos, inteligentes, estructurados, y vinculados a ellos” (UK BIM Task Group, 2014).

El Instituto Nacional de la Ciencias explica el modelo BIM como “una representación digital de la características físicas y funcionales de una edificación que sirve como una fuente compartida de información que genera una base confiable para la toma de decisiones durante el ciclo de vida de la edificación desde el principio en adelante.” (Gomez, 2013)

Building Information Model (BIM) se define en las normas internacionales como “una representación digital compartida de las características físicas y funcionales de cualquier objeto construido [...] que constituye una base fiable para la toma de decisiones” (ISO org, 2010). Es una nueva forma de realizar un proyecto, reuniendo toda la información necesaria para su desarrollo, en sistemas, geometría, instalaciones, constructivos, mediciones, estructuras, presupuesto, información ambiental, pliegos, simulaciones, entre otros. La mayoría de los autores coinciden en que se trata principalmente de un proceso (Eastman, Teicholz, Sacks, & Liston, 2011).

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Esta metodología ha tenido niveles de evolución y desarrollo, los cuales han sido ampliamente discutidos por distintos autores (Kassem y otros 2014; Succar 2009) El BewRichards BIM Maturity Model (ver *Ilustración 7-Niveles de implementación BIM*) (Bew & Richards, 2008), es el modelo más utilizado en la industria o en las organizaciones, donde en el “Nivel 1” comienza con la introducción de prácticas para la gestión de la producción, la distribución y la calidad de la información de la construcción, incluyendo los generados por sistemas CAD, usando un proceso normalizado para la colaboración. El “Nivel 2” supone la gestión con herramientas BIM de entornos 3D de las distintas disciplinas del proyecto y los datos asociados. Por último, el “Nivel 3” supone la integración de los datos en servicios web que permitan la colaboración y la interoperabilidad.

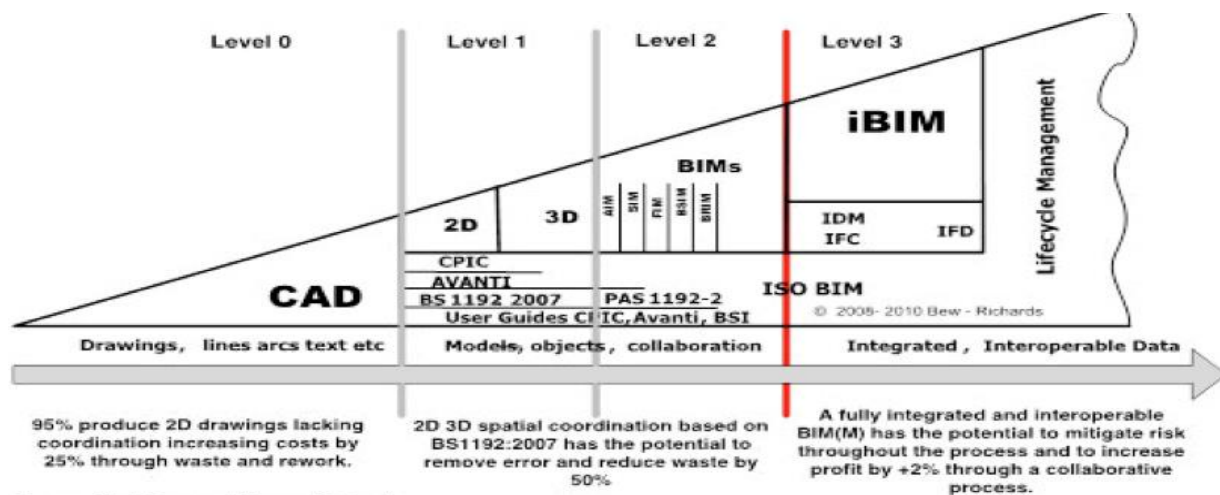
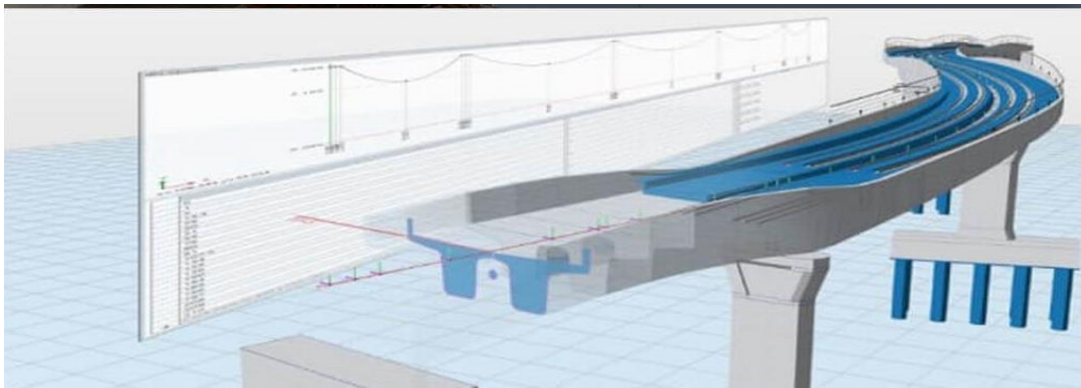


Ilustración 7 Niveles de Implementación BIM,

Tomado de: (Leanbimconstruction, 2015)

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura



*Ilustración 8 Fuente: Allplan System
Tomado de: (Allplan Bridge, 2019)*

Como se evidencia en la *Ilustración 8 – Allplan system*, este modelo virtual no solamente es visual (métodos convencionales), lo cual es una cualidad muy importante para el entendimiento de un proyecto de infraestructura, también contiene toda la información relacionada en términos de materiales, ubicación, dimensionamiento, costos, tiempo, coordinación, responsables, proveedores, modificaciones y en general se podría asociar con la totalidad de la información de los elementos y participantes relacionados directa o indirectamente en el proyecto.

La metodología BIM con base en el planteamiento realizado (Simon, S.F) permite obtener diversas ventajas, entre ellas:

- Coordinar la información dentro del desarrollo del modelo
- Eliminar la redundancia de la información que se presenta por el volumen de información que se maneja
- Evitar reprocesos cuando los cambios que se presentan se deben socializar con las demás disciplinas
- Proyección más adecuada de costos y tiempo

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

- Incorporar una comunicación directa entre los distintos actores
- Impulsar la eficiencia del proyecto modernizando sus procedimientos

BIM hoy

La Metodología BIM hoy en día se constituye en una forma de trabajo colaborativo que le aplica una eficiencia y calidad al sector de la construcción revolucionario, y aunque como se ha descrito, es una metodología que inicio desde los años cincuenta-sesenta, implica un cambio de concepción total en un sector que en términos de modernización y digitalización esta entre los más atrasados de la economía (ver *Ilustración 9 – Sectores de la Economía, productividad vs digitalización*).

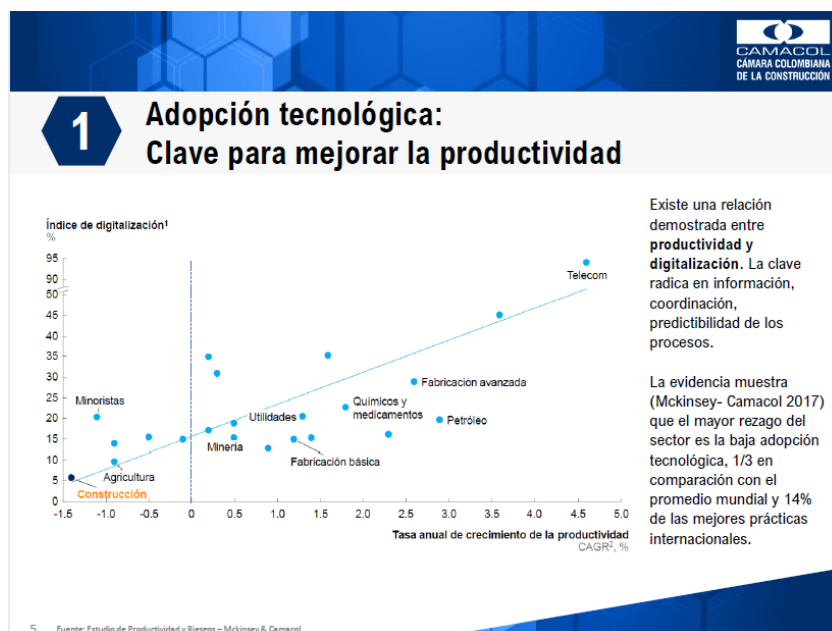


Ilustración 9 Sectores de la Economía Productividad vs Digitalización,

Tomado de: (Ramirez, 2018)

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Mundialmente el BIM es reconocido como una herramienta para impulsar la economía global y la digitalización del sector de AIC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción), a continuación, se presentan comentarios sobre su desarrollo en algunos países, así:

En Norteamérica y en particular en Estados Unidos de América, surgen los antecedentes del BIM y ha sido ejemplo de su implementación con mandatos y políticas nacionales específicas al igual en menor medida que su desarrollo en Canadá que también cuenta con políticas establecidas y que de forma gradual implementa su uso (SEYS, 2018). (Biblus, S.F)

En Europa y en el Reino Unido, se ha emprendido desde siempre la eficiencia del sector AIC, impulsando al mínimo el desperdicio en términos de tiempo y costo redirigiendo sus procesos a la digitalización de su sector, convirtiéndolo en el continente con el mayor número de políticas y mejores prácticas sobre el BIM. (Biblus, S.F)

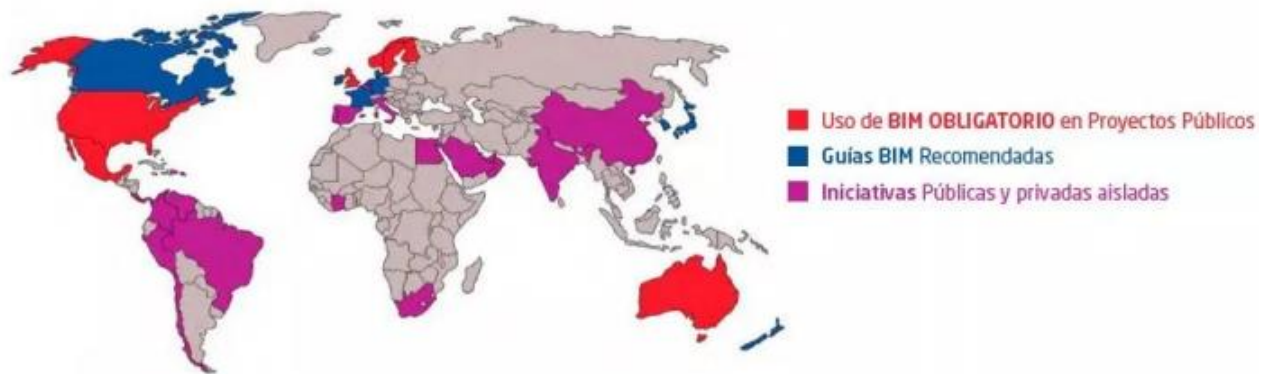
Como ejemplo en el Reino Unido se encuentran mandatos de uso de la metodología o modelos BIK desde 2011, en Francia tiene como meta el 2022 Para incorporar la metodología en diseño/gestión de obras públicas, Alemania que inicio en 2015, también tiene como meta su uso obligatorio en el 2020. (Biblus, S.F)

En el continente asiático pinta de desarrollo con sus economías también va a la vanguardia en la incorporación de la metodología BIM, por dar un ejemplo China que inicio en 2016 ha incrementado su uso en 89% y llegando al 100% de sus empresas y Rusia apunta también a ser líder en el uso de la metodología. (Biblus, S.F)

Sudamérica y sus procesos de digitalización del sector de AIC tiene un rezago frente a los demás continentes, sin embargo, se observa una gran propagación en los países que lo componen,

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Brasil desde 2017 estableció el Comité estratégico, Perú (ver *Ilustración 10 – Plan BIM Perú*) y Argentina desde 2019, y Colombia en 2020 generó la política que llevara al mandato BIM en el año 2026. (Biblus, S.F)



Fuente: Dossier de la Comisión BIM, del Ministerio de Fomento - Estudio McGraw Hill

Ilustración 10 Plan BIM Perú

Tomado de: (Ministerio de Economía y Finanzas de Perú, 2021)

La industria de construcción cumple un papel fundamental en la economía de un país en Latinoamérica, Colombia actualmente enfrenta desafíos en las inversiones de esta industria, en la que está entrando a estas dinámicas para permitir el trabajo colaborativo de los diferentes agentes implicados dentro del proceso de construcción a través de una sola plataforma en la que los diferentes agentes implicados en el proceso constructivo pueden trabajar con la misma herramienta, integrando y compartiendo información en tiempo real. En 2010 y 2011 diferentes constructoras en el país implementaron la metodología BIM para estar a la par de países de la región como Brasil Perú y Chile (Architecture, IAC, 2021).

En el año 2018 la cámara de comercio de la construcción CAMACOL (Camacol, 2019) lanzo BIM Fórum Colombia, una estrategia para articular los actores inmersos en la cadena de

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura valor de la construcción, entorno a la digitalización, la adopción de nuevas tecnologías y productividad

En Colombia, con el objeto de impulsar la economía el gobierno nacional expidió el documento CONPES 3975 de noviembre de 2019 en el cual la tecnología y la digitalización deben entrar en el sector público para mejorar su eficiencia, dentro de este lineamiento se expidió a finales del 2020 la estrategia Nacional BIM, en la cual la modernización del sector de AIC es clave para mejorar la economía del país al aceptar que el desarrollo de la infraestructura pública nacional es ineficiente y muestra una alta variabilidad de costos y tiempos en su desarrollo, es sencillo debemos cerrar la brecha de sobrecostos y sobretiempos que tienen los proyectos de inversión del sector público en materia de infraestructura, y generar con estos ahorros una nueva inversión que permita cubrir más metas con los mismos recursos disponibles.

Por tal razón, y en el marco del documento CONPES 3975 (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2019) la estrategia nacional BIM muestra la necesidad de implementar la metodología y la consecuente modernización del sector AIC, buscando potencializar el valor agregado del sector en aproximadamente en 4 billones de pesos, mejorando las prácticas y aumentando su productividad en un 60% tal como de evidencia en la *Ilustración 10 – Potencial BIM*, proyectándola de la siguiente manera:

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

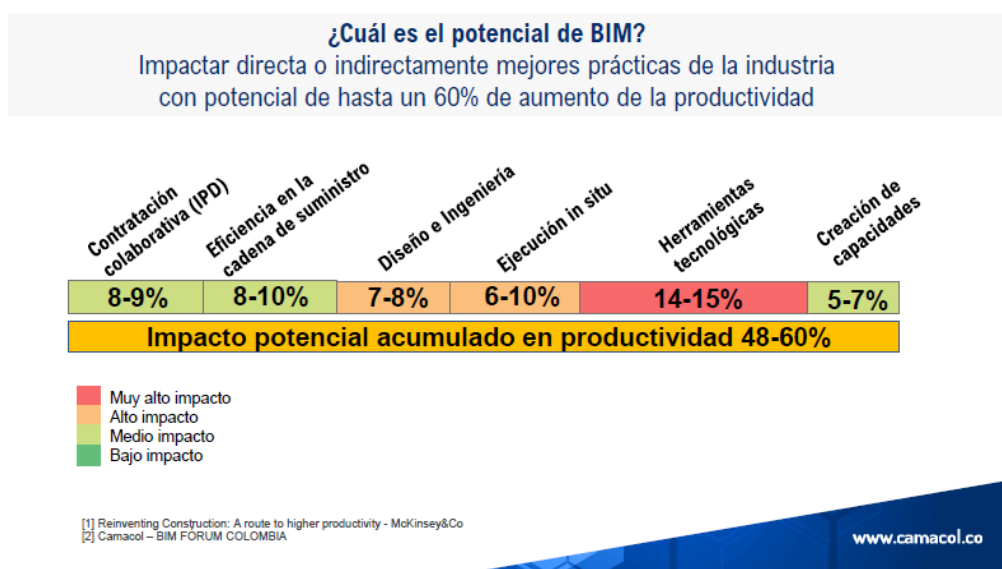


Ilustración 11 Potencial BIM

Tomado de: CAMACOL

En este sentido, el Departamento Nacional de Planeación emite en noviembre de 2020 la Estrategia Nacional BIM (Departamento Nacional de Planeación, 2020) en donde plantea una implementación progresiva de la metodología que arranca en el 2020 con la definición de la estrategia y termina en el 2026, implementación que se evidencia en la *Ilustración 11 - Potencial BIM*, que con un mandato a nivel nacional en el que el 100% de proyectos de inversión pública usaran BIM en su desarrollo y se describe en la siguiente ilustración.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

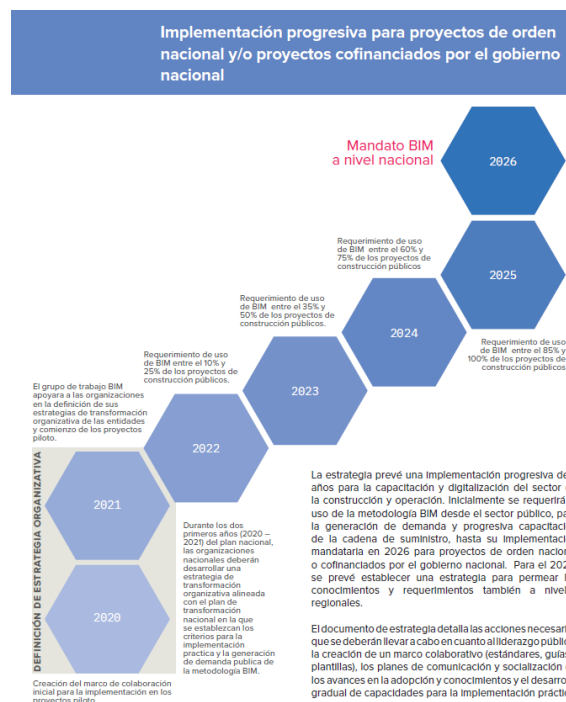


Ilustración 12 Tomado de Estrategia Nacional BIM

Tomado de: (Gobierno Nacional, 2020)

Ahora bien, la estrategia (Ver *Ilustración 12 – Estrategia Nacional BIM*) indica que en los dos primeros años (2020-2021) las organizaciones nacionales deben desarrollar estrategias de transformación digital y modernización (Gobierno Nacional, 2020), sin embargo, la implementación requiere el fortalecimiento de cada Entidad, de reestructurar las oficinas de tecnologías de la información y adaptar la estructura jerárquica y de flujo de la información para que vaya acorde con esta política de comunicación entre los diferentes actores del proceso.

Analizando tal situación y el desconocimiento en el tema, es indispensable crear herramientas que permitan poner en ejecución esta estrategia, teniendo en cuenta que existen ejemplos de exigencia de la metodología sin tener una estructura interna asociada a la herramienta

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura y que esta preparación se puede dar de manera paralela y posteriormente, pudiendo iniciar con la exigencia de BIM en los procesos de selección de manera inmediata, y así, aprovechar de inmediato las ventajas de esta metodología, sin incurrir en costos a la Entidad.

7 MARCO INSTITUCIONAL

El sector público en Colombia hace atribución al compendio de organismos administrativos por medio de los cuales se lleva a cabo el cumplimiento de las políticas del país, así como las leyes. Dentro de la estructura organizativa del país se encuentran dos ramas la rama del poder público y los organismos autónomos e independientes.

Dentro de las actividades del sector público se establece el cumplimiento de la voluntad política, quienes, por medio de sus planes de acción, encaminan el desarrollo del país conforme a la realidad económica, social de su población. Es por ello, que el papel del sector público es determinante y se compone de toda aquello órgano administrativo que no pertenece a una empresa privada, por lo cual es de la ciudadanía.

Dentro de la rama del poder público se encuentra la Rama Legislativa, la Rama Ejecutiva y la Rama Judicial. De igual forma, el sector público está compuesto por todos aquellos organismos que manejan la administración local.

Como sector público se puede identificar que las responsabilidades se delegan funciones estratégicas a los diversos ministerios, dentro de los cuales se encuentra el ministerio de vivienda, el cual tiene como función principal “formular, dirigir y coordinar las políticas, planes, programas y regulaciones en materia de vivienda y financiación de vivienda, desarrollo urbano,

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura ordenamiento territorial y uso del suelo en el marco de sus competencias, agua potable y saneamiento básico, así como los instrumentos normativos para su implementación” (Minvivienda, 2020) derivado de ello, el ministerio de vivienda cuenta con aliados como Camacol, el IDU, Planeación, el EDU, entre otros, que se encargan de ejercer y hacer realizar los propósitos del ministerio.

Así mismo, dentro de las actividades que desarrolla el ministerio de vivienda se encuentra la renovación urbana y el control del uso de los suelos, alineada con el manejo y control de los servicios básicos conforme a las normativas vigentes del país.

Dentro del sector público, está transversalmente el gremio de la construcción, el cual se ha posicionado como uno de los de mayor relevancia para el país después del sector de manufactura, transporte y comercio. (Prestan, 2018). El sector de la construcción ha logrado impulsar el desarrollo del país y el mejoramiento de la calidad de la comunidad de tal forma que su aporte ha permitido construcción de vías, viviendas, instalaciones, perforaciones, entre otras.

Dentro del sector de la construcción se pueden identificar dos ramas de desarrollo las cuales son: Edificaciones y obras civiles, ver *Figura 1 - Sector construcción* ambas con una participación de alrededor el 3% en el PIB a lo largo de los años 2000 en adelante. (Rojas, Arango, & Bastidas, 2006)

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

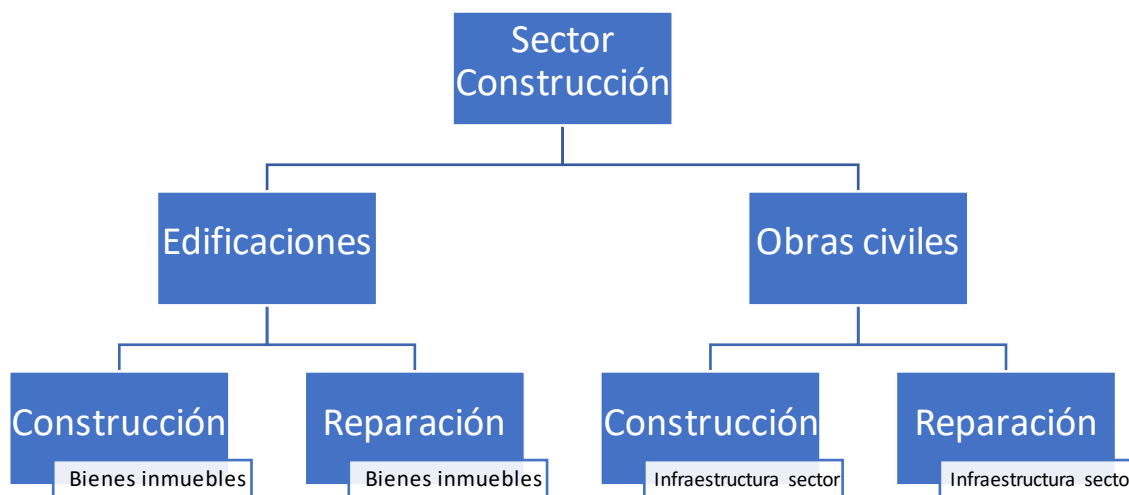


Figura 1 Sector construcción

Fuente: Elaboración propia

Información tomada de: (Rojas, Arango, & Bastidas, 2006)

8 METODOLOGÍA GENERAL O DE PRIMER NIVEL

Por medio del Anexo 1- Mapa de investigación se encuentra la identificación del enfoque, diseño y alcance de la investigación del proyecto respecto al protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en entidades públicas para proyectos de inversión en infraestructura. De igual forma, han sido identificadas las variables, la definición conceptual y operacional.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

9 METODOLOGÍA PARTICULAR O DE SEGUNDO NIVEL

Teniendo en cuenta que el desarrollo investigativo del proyecto no se considera pertinente ni viable desarrollar la identificación de la población y muestra, así mismo, dada la naturaleza de la investigación la medición de las variables se realizó conforme a fichas y datos bibliográficos, por lo cual no se determinan instrumentos de medición. A través del *Anexo 2 - Ficha para revisión bibliográfica* se encuentra el detalle de las fichas bibliográficas.

9.1 Enfoque

De acuerdo con el desarrollo del proyecto de investigación, se identifica que el mismo es de tipo cuantitativo no experimental. Lo anterior, teniendo en cuenta que el proyecto se basa en el método científico debido a que analiza la realidad actual de la implementación de la metodología BIM en proyectos de construcción. A través del *Anexo 2 - Ficha para revisión bibliográfica* se encuentra el detalle de las fichas bibliográficas.

9.2 Diseño

Conforme al análisis desarrollado en el trabajo investigativo, se evidencia que el diseño del proyecto es Transaccional, toda vez que la medición del tiempo de investigación corresponde a 6 meses. Así mismo, es muy importante tener en cuenta que la implementación de la metodología BIM en el país no se ha llevado a cabo. Por medio del *Anexo 2 - Ficha para revisión bibliográfica* se encuentra el detalle de las fichas bibliográficas.

9.3 Alcance

El protocolo básico para la implementación de la metodología BIM se caracteriza por ser una investigación de carácter descriptivo, el análisis de la incidencia de su aplicación en el sector de la construcción permite desarrollar un proyecto por medio del cual se puedan recopilar datos

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura importantes de la metodología en aras de aportar en el proceso de implementación que deberá asumir el país. Por medio del *Anexo 2 - Ficha para revisión bibliográfica* se encuentra el detalle de las fichas bibliográficas.

9.4 Instrumentos de recolección de datos para el “Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en entidades Públicas Para proyectos de inversión de Infraestructura.

Dada la naturaleza de la investigación, para el análisis de los objetivos específicos se utilizaron instrumentos de recolección como matriz analítica en el que se analiza la metodología BIM desde varios puntos de vista, teniendo en cuenta los organismos representativos de Colombia, así como Camacol y cámara de comercio de infraestructura.

Frente al objetivo político y legal, el análisis consta en verificar la trazabilidad de las políticas públicas y marco legal en los últimos años que han estado relacionadas a implementar y dar viabilidad al desarrollo de metodología BIM. Para ello, se han tomado en cuenta fuentes de información relevante como la Estrategia Nacional BIM, el Conpes 3975, entre otros.

En cuanto a los datos estadísticos gubernamentales recopilados, relacionados a la identificación de la necesidad de la implementación de la metodología BIM en el país, se consultó bibliografía referente a los antecedentes del sector, objetivos de la metodología, implementación BIM en otros países, requisitos para la implementación y casos de éxito en proyectos aplicados en el mundo y el Colombia.

10 ANALISIS DE LOS OBJETIVOS ESPECIFICOS

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

10.1 Análisis Objetivo Específico, “Analizar la metodología BIM mediante el análisis de la información existente de organismos representativos del sector como la Cámara Colombiana de Infraestructura y Camacol para el desarrollo del protocolo”.

De acuerdo con el desarrollo de la investigación de la información existente de la metodología BIM y dada la naturaleza de la investigación, se realizó análisis de las dimensiones que componen el objetivo específico. En el *Anexo 3 – Matriz Analítica Ob1* se encuentra el detalle de las inferencias por dimensión del objetivo.

Conforme al desarrollo del análisis del objetivo se puede observar que dadas las problemáticas en el sector de construcción y los avances tecnológicos se hace necesario contar con información confiable y legible, que permita el manejo de gran cantidad de información, generando cálculos y aportando al trabajo colaborativo en el sector.

El concepto de BIM ha sido explorado desde los años 70 en el que a través del tiempo ha surgido y han sido son cada vez más las industrias que acogen esta metodología a nivel mundial, basada en procesos colaborativos a través del cual se crea, comparte y usa información estandarizada en un entorno digital durante todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción. Una de las características más representativas de BIM es la información de modelo 3D, el modelo paramétrico es una representación digital de los objetos que mediante la parametrización determinan la geometría y las propiedades de los mismos y desde el punto de vista de la tecnología de la información, se podría definir como la capacidad de dos sistemas informáticos heterogéneos para trabajar entre sí, facilitando el intercambio de datos entre ambos de forma recíproca (Incorporeidad).

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Durante la última década, la metodología BIM se ha implantado de forma progresiva en diferentes países, siendo para algunos de ellos objetivo prioritario de sus Administraciones Públicas, en Latinoamérica países como Chile y Perú han diseñado un Plan BIM conforme a las metas nacionales en la que promueve e incrementa la productividad social, económica y ambiental, aplicando metodologías de trabajo y nuevas tecnologías como BIM. Así mismo buscan promover el uso de la metodología por parte del sector público. En Colombia la Cámara Colombiana de Construcción (Camacol), con el apoyo de Embajada Británica, en el 2020 lanza Estrategia Nacional BIM en el que busca generar cultura de innovación en el sector de construcción, lo que permite el aumento de la productividad con la implementación de la metodología, generando nuevos canales de comunicación, flujos de trabajo colaborativos, ajustes en los tiempos y costos y también una cultura organizativa a lineada al trabajo conjunto e integral. Un claro ejemplo del uso de la Metodología BIM en Colombia es el Puente de Pumarejo, el puente cuenta con 2.250 metros de longitud y 800 metros de tramo atirantado, lo que lo hace ser el puente más grande de Colombia y uno de los más grandes del mundo.

10.2 Análisis Objetivo Específico, “Analizar el marco político y legal de la metodología BIM establecido en Colombia, como insumo para el planteamiento de hitos y pasos que deberá tener el protocolo”.

La metodología BIM con el paso de los años toma mayor relevancia a nivel mundial y día a día existe más la necesidad de actualizar la forma de gestionar la Ingeniería adoptando estas metodologías que llegan con el fin de optimizar y mejorar procesos. En Colombia, la metodología BIM comenzó a manifestarse en el año 2015, por medio de la creación de BIM FORUM LATAM, esta iniciativa, tuvo el apoyo de alrededor de 18 países entre las cuales se encontraba Colombia (Structuralia, 2020).

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Dada la entrada de la metodología se establecieron procesos que no podían tener aplicación o no se encontraban adaptados a la realidad del sector de la Construcción en el país, debido a estas incidencias el proceso de implementación se ha dilatado hasta la fecha.

La metodología BIM, con el paso de los años ha mostrado gran potencial y ha logrado que diversas entidades del país, tal como lo es CAMACOL, empresas privadas y ahora sumada la EDU y el IDU, muestran un creciente y posible exitoso camino a su implementación.

El Gobierno nacional de la mano con empresas públicas y privadas han establecido propuestas y metas a cumplirse en pro de la implementación de la metodología BIM en el país, con base en ello se han diseñado diversas reglamentaciones a lo largo de los años que se encuentran en implementación y adopción por parte de las entidades públicas y privadas.

A continuación, en la *Ilustración 13 – Línea de tiempo – Normativa legal y política Metodología BIM* se presenta la trazabilidad de la documentación política y legal que cobija la metodología BIM para su correcta implementación en el país:

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura



Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura



Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Ilustración 13 Línea de tiempo – Normativa legal y política Metodología BIM

Tomado de: Elaboración propia – Elaborado en: (Canva, 2021)

Analizada la línea de tiempo de tiempo se puede evidenciar que las políticas públicas a través de los años han estado encaminadas a impulsar la adopción de nuevas prácticas que permitan optimizar los procesos y sean más eficientes. Soportado esto la Ley 80 del 93 establece los requisitos que requieren las entidades públicas en aras de estandarizar y garantizar el cumplimiento del proceso de selección, trayendo consigo miras a la transparencia. Esta normativa fue actualizada en el 2020 y precedida por documentos que dieron contribuyeron a mejorar los procesos allí establecidos.

Dentro de la documentación más relevante en la búsqueda de la implementación de la metodología BIM se encuentra el documento de Fomento y maduración del uso de BIM en Colombia el cual se expidió en el 2018, la estrategia nacional BIM, contempla, el proceso establecido por el Gobierno Nacional, que busca tener implementación en el 2026 de la metodología BIM a nivel nacional. Para ello, se estima lograr la integración de los actores que intervienen en el proceso, la optimización de los tiempos y recursos, así como la reducción de costos y sobrecostos por reprocesos.

Por otro lado, el Conpes 3975, crea la política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial. Este documento reúne el marco de referencia que busca implementar metodologías que den paso a la modernización de los procesos y ayuden a mejorar la productividad del sector. El Conpes busca reducir las barreras actuales que no han permitido la implementación de nuevas tecnologías, preparar al país y al capital humano para aportar a la correcta implementación.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

10.3 Análisis Objetivo Específico, “Compile datos históricos estadísticos de los organismos gubernamentales y representativos del sector para identificar la necesidad de la aplicabilidad de la metodología BIM en Colombia”

Con ocasión de los análisis de los últimos años al sector de la construcción en el país, se evidencian grandes retos para incorporar en materia de infraestructura estrategias que impulsen el sector y contribuyan de manera importante a la competitividad como política de generación de progreso social y desarrollo sostenible.

En el 2018 el Índice Global de Competitividad mostraba a Colombia en el puesto 109 entre 137¹, a partir de este año una variación en la forma en que se calculaba el índice junto, entre otros, a las inversiones en materia de vías de cuarta generación (4G) permitió en 2019 posicionar a Colombia en el puesto 57 de 141 (Presidencia de la República, 2020), ubicándola por primera vez en 14 años, como el cuarto país más competitivo de América Latina, ascendiendo cuatro posiciones. Sin embargo, son muchos los desafíos que se deben superar para continuar con esa política de mejoramiento en materia de productividad esperada.

Siguiendo esta línea de mejora de la competitividad del país, en noviembre de 2019 se emitió el Documento Conpes 3975 “*POLÍTICA NACIONAL PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL*”, en el cual, se establecen condiciones para generar un crecimiento social y económico a través del uso de las tecnologías digitales existentes y en la digitalización del país, en concordancia con los retos establecidos en la 4 revolución industrial (4RI).

¹ Revista Semana, La tarea debe Continuar, Rosario Cordoba Garcés, Consejo Privado de Competitividad, Abril de 2018.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

En el diagnóstico de este documento, se presenta el Ranking Mundial de Competitividad Digital, que corresponde a la capacidad de una economía en adoptar y explotar tecnologías digitales que incorporen mejores prácticas gubernamentales, generando valor agregado, mostrando a Colombia para el año 2019 en el puesto 58 de 68, el cual indica nuestro avance en relación con la transformación digital que evidencia los retos que en este campo se deben iniciar para lograr el crecimiento integral del país.

En este mismo sentido, el documento Conpes presenta otro índice importante, el e-Government Development, que muestra el estado de desarrollo de gobierno electrónico de los miembros de la Organización de las Naciones Unidas ONU, en el cual Colombia se evidencia una involución, pasando de la posición 31 en 2010, a la 61 en 2018. Dentro de los países del continente americano paso de la posición 3 en 2010 a la 9 en 2018, representando un rezago en la implementación de estas políticas de transformación digital.

Estas brechas que se presentan actualmente en Colombia muestran EL estado actual y proyecta el camino a recorrer en el logro de la mejora en la competitividad incorporando la transformación digital e inteligencia artificial como un aspecto importante y esencial de los sectores económicos en términos de eficiencia y productividad, especialmente en el sector de construcción, tema objetivo de la investigación presentada.

Con estos antecedentes, en la *Ilustración 14 - Desempeño en políticas clave para la transformación digital en entidades del orden nacional*, se muestra la estadística a 2018 del desempeño de las políticas claves para la transformación digital en entidades del orden nacional.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

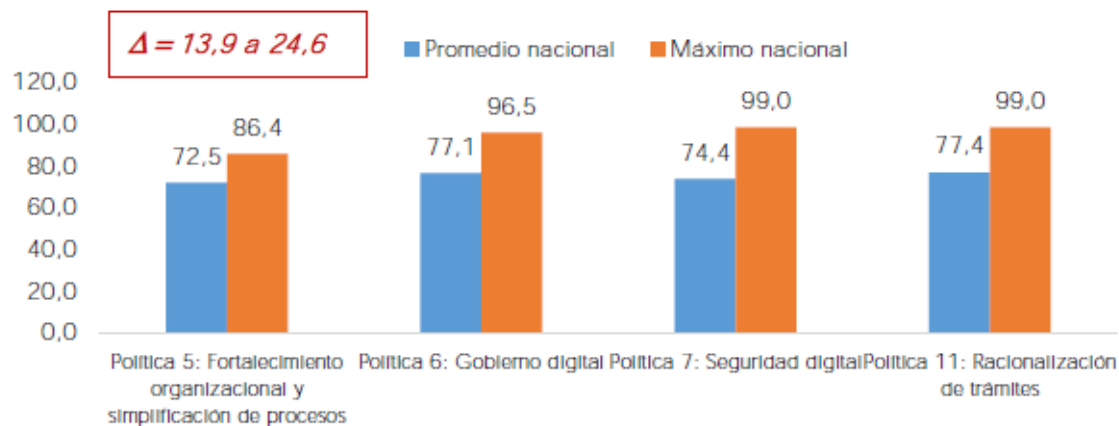


Ilustración 14 Desempeño en políticas clave para la transformación digital en entidades del orden nacional

Fuente: DNP con resultados FURAG-Función Pública, 2018. 2017. (ANDI, 2017)

Dentro de este panorama local se evidencia el rezago en la capacidad de adoptar y explotar metodologías digitales que permitan una mayor eficiencia en los procesos públicos, situación que se concentra en las siguientes cuatro causas:

10.3.1 Barreras para la Adopción de Tecnologías Digitales.

Corresponde a la adopción al interior de las entidades públicas u organizaciones de tecnologías digitales que permitan agilizar los procesos con eficiencia y calidad, en la *Ilustración 15 - Barreras y desafíos que enfrentan las empresas para lograr una transformación digital exitosa.*, *Ilustración 16 - Respuestas de las empresas a la pregunta. ¿Por qué motivos no cuenta con un área, dependencia o persona encargada de los temas TIC?*, *Ilustración 17 - Porcentaje de empresas que usan herramientas TIC*, *Ilustración 18 - Perfilamiento para las MiPymes en Colombia* e *Ilustración 19 - Desempeño según el índice detallado por la política en áreas clave para la transformación digital en entidades del orden nacional*, se presentan las causas más

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura preponderantes tomadas de la encuesta de transformación digital realizada por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia ANDI, así:

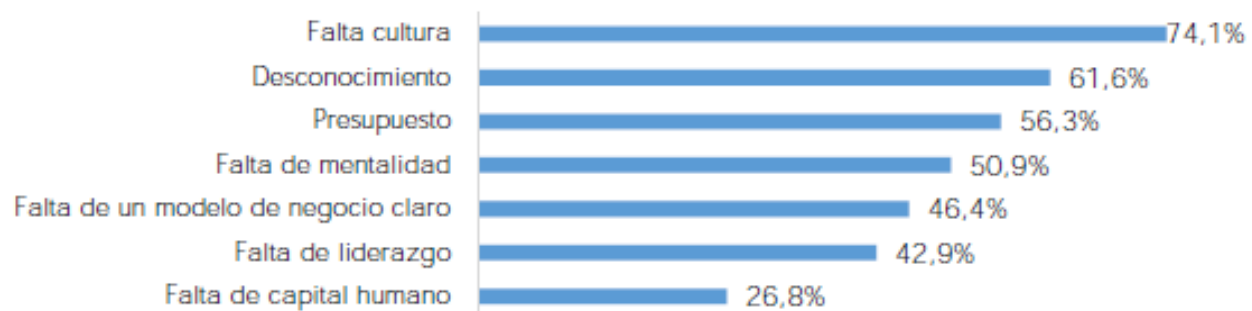


Ilustración 15 Barreras y desafíos que enfrentan las empresas para lograr una transformación digital exitosa.

Fuente: DNP con datos de la encuesta de Transformación Digital 2017-ANDI, 2017. (ANDI, 2017)

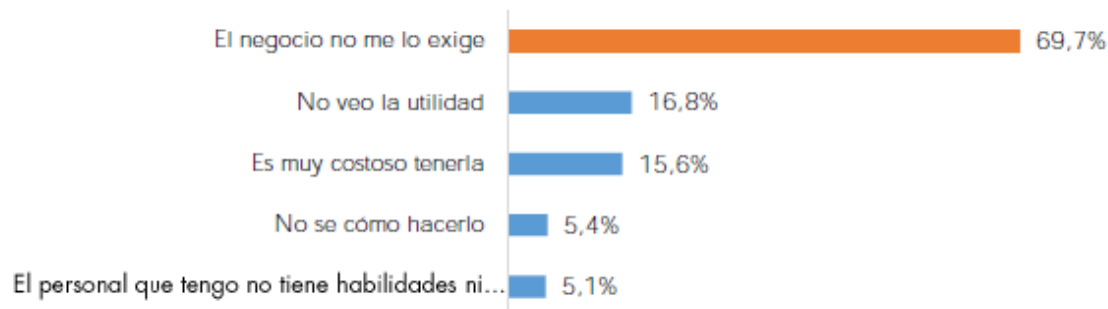


Ilustración 16 Respuestas de las empresas a la pregunta. ¿Por qué motivos no cuenta con un área, dependencia o persona encargada de los temas TIC?

Fuente: Elaboración propia, datos de la primera gran encuesta TIC – 2017, ministerio de Tecnologías de la información y las comunicaciones 2017- (Primera gran encuesta TIC 2017, 2017)

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura



Ilustración 17 Porcentaje de empresas que usan herramientas TIC

Fuente: Elaboración propia, datos de la primera gran encuesta TIC – 2017, ministerio de Tecnologías de la información y las comunicaciones 2017 - (Primera gran encuesta TIC 2017, 2017)

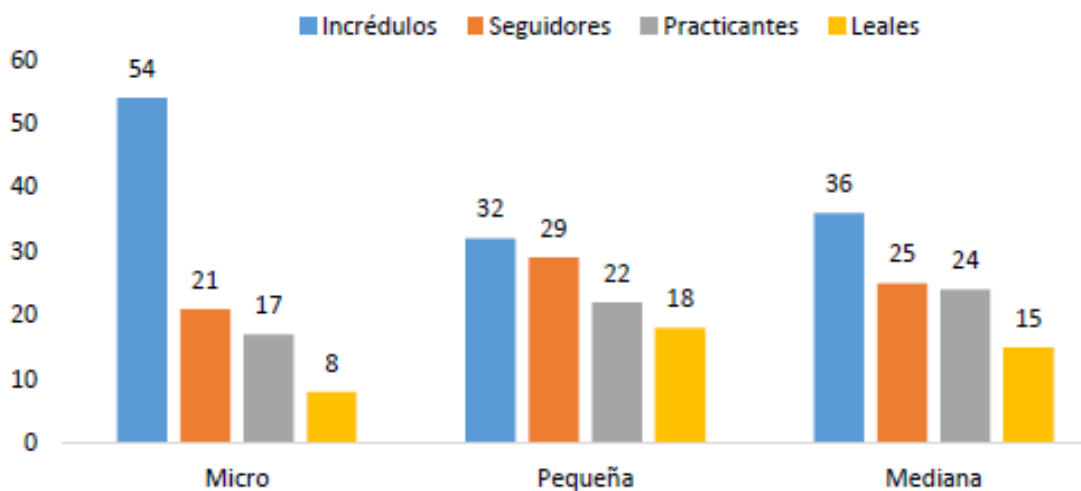


Ilustración 18 Perfilamiento para las MiPymes en Colombia

Fuente: Elaboración DNP - (ANDI, 2017)

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

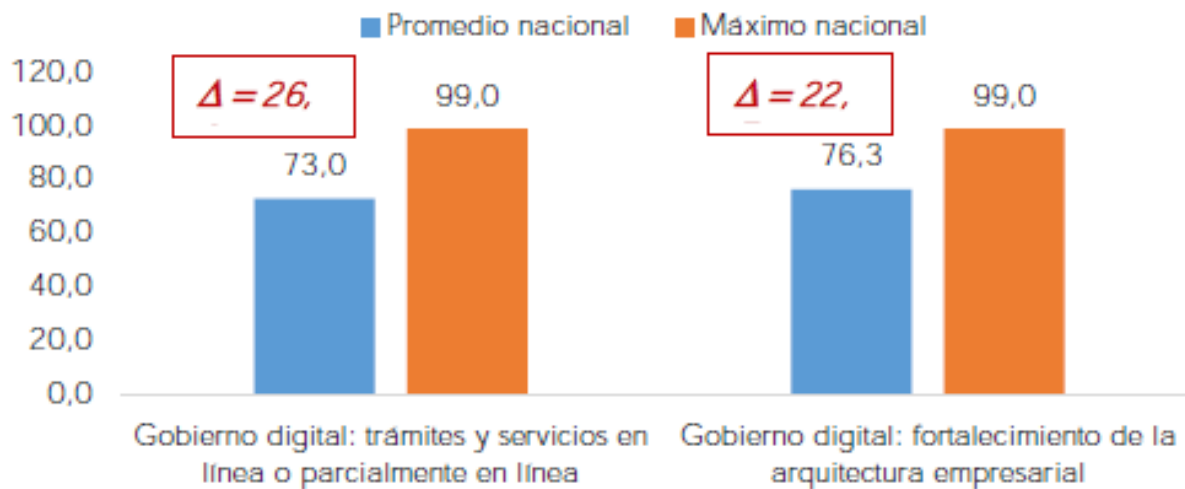


Ilustración 19 Desempeño según el índice detallado por la política en áreas clave para la transformación digital en entidades del orden nacional.

Fuente: Elaboración DNP con resultados FURAG – Función pública - (ANDI, 2017)

10.3.2 Baja promoción y gestión de la innovación basada en el uso de tecnologías digitales.

Las tecnologías digitales, valoradas como un factor determinante de innovación empresarial, se incorporan a la cadena de valor de cada sector mejorando productos o procesos dando como resultado una mayor productividad y en consecuencia mejoras de los indicadores económicos y sociales como determinantes de desarrollo. En efecto con una actualidad basada en su mayoría en datos, se evidencia que en el país no se está promoviendo lo suficiente el uso de tecnologías digitales que le inyecten un impulso a la productividad de manera que se alcance un mayor nivel de desarrollo.

Como ejemplo, y de conformidad con el Readness for the future of production report 2018, índice que muestra la capacidad de los países de capitalizar las oportunidades de la

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura producción futura, Colombia indica un nivel bajo en comparación con los países líderes en esta materia, para ello se muestra la *Ilustración 20 - Inversión de las Empresas Privadas en tecnologías emergentes*, así:

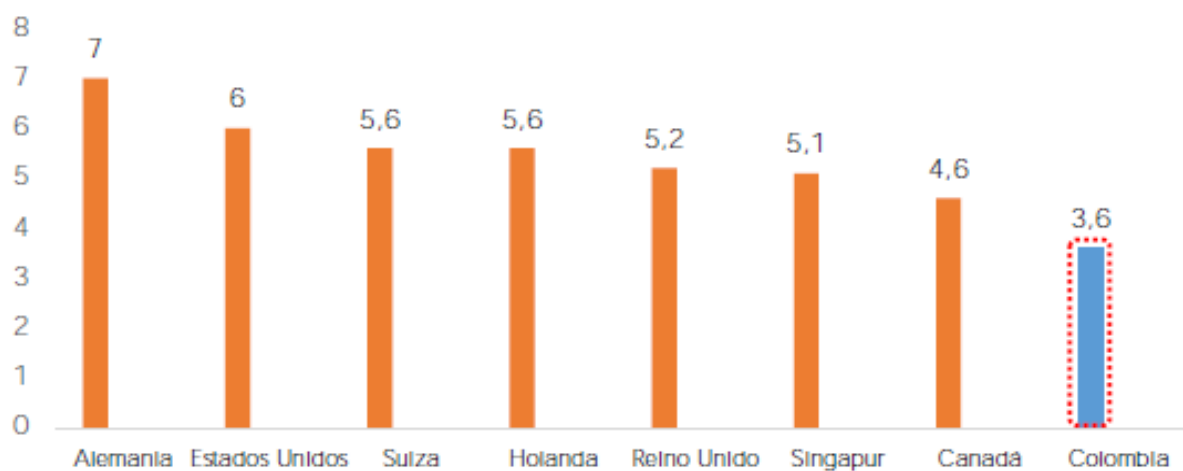


Ilustración 20 Inversión de las Empresas Privadas en tecnologías emergentes.

Fuente: Readiness for the future production report 2018, Foro Económico Mundial, 2018 - (In collaboration with A.T. Kearney, 2018) - (Conpes 3975, 2019)

10.3.3 Baja disponibilidad de capital humano idóneo para los retos de la 4RI

En Colombia se puede observar que la mayoría de bienes y servicios se pueden adaptar fácilmente a las plataformas digitales, situación que se pronunció a pasos agigantados por causa de la pandemia, sin embargo, esto genera la necesidad de contar con personal calificado en conductas, conocimientos especializados, experiencia, hábitos de trabajo, rasgos de carácter, disposición y mentalidad de cambio para mejorar sus habilidades convencionales y transformarlas a habilidades de transformación digital.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

En esta búsqueda de habilidades, se realizó una encuesta a 3160 CIOs de 98 países, que muestra los siguientes resultados:

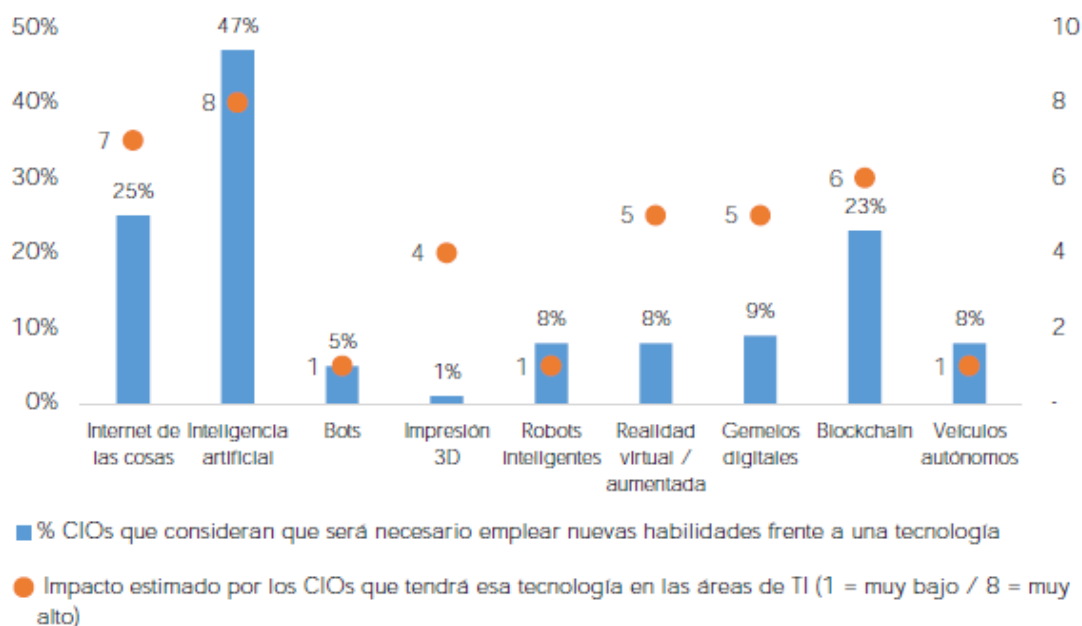


Ilustración 21 Nuevas habilidades requeridas / impacto en áreas TI, por tecnología disruptiva a nivel mundial.

Fuente: DNP con datos tomados del 2018 CIO Agenda Report – Gartner, 2017. (Conpes 3975, 2019)

El panorama que se evidencia en la *Ilustración 21 - Nuevas habilidades requeridas / impacto en áreas TI, por tecnología disruptiva a nivel mundial*, muestra la necesidad de incorporar las competencias necesarias al recurso humano para satisfacer los requerimientos que en materia de transformación digital requiere el país en todos sus niveles.

Lo anterior muestra que en esta materia se requiere un gran esfuerzo que permita incorporar inteligencia artificial en todos los sectores de la economía dada su importancia en el futuro para definir la productividad del país. Sin embargo, es un tema sensible que afecta la preparación y estabilidad de muchas de las personas vinculadas a la cadena de valor de cualquier

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura proceso productivo, a continuación, en la *Ilustración 22 Índice de preparación para la automatización*, se presenta un índice de preparación de este tema, en el que se observa el índice del país en comparación con el promedio de los países analizados.

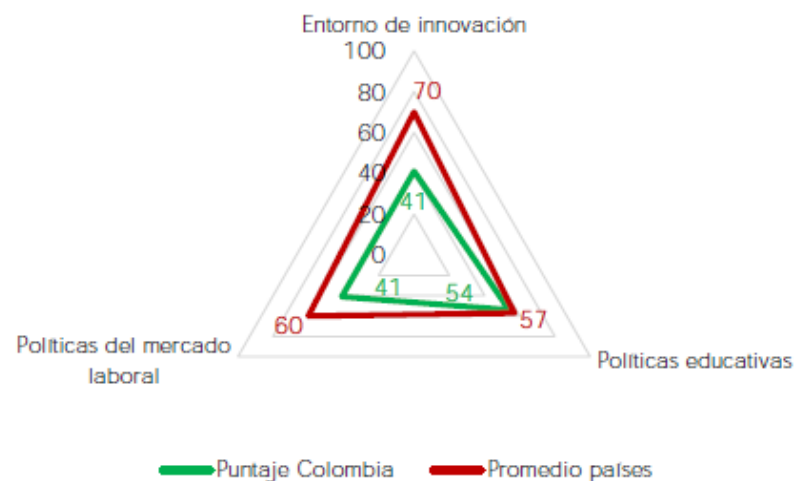


Ilustración 22 Índice de preparación para la automatización elaborado por The Economist y ABB

Fuente: DNP con datos de the Economist y ABB 2017. (Conpes 3975, 2019)

Ahora bien, teniendo en cuenta todos los antecedentes, y como uno de los puntos fundamentales en la prosperidad del país, el sector de infraestructura se debe modernizar incorporando a su esencia la 4RI mediante la adopción de las políticas de transformación digital e inteligencia artificial que le permitan una mayor productividad en sus actividades, impulsando los indicadores de competitividad del país, del cual partimos con el siguiente panorama a 2019².

Colombia: 4 economía de Latinoamérica en 2019.

² Datos extraídos de la Estrategia Nacional BIM 2020-2026, Noviembre de 2020, Departamento Nacional de Planeación.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

El Sector de la Construcción representa el **54%** del aparato productivo del país.

El sector de la construcción representa el **5.17%** del PIB.

En agosto de 2019, el sector de la construcción empleo a más de **1.5Millones** de personas, lo que representa el **6.8%** del empleo en todo el país.

Como se muestra en la *Ilustración 23 – Creación de valor BIM*, de acuerdo a lo manifestado por diferentes empresas del sector construcción de Latinoamérica, las cuales fueron encuestadas por el BID, se evidencia que más del 60% de las empresas que implementan la metodología BIM percibieron una gran creación de valor y solamente el 0.5% manifiesta no haber percibido beneficio alguno.

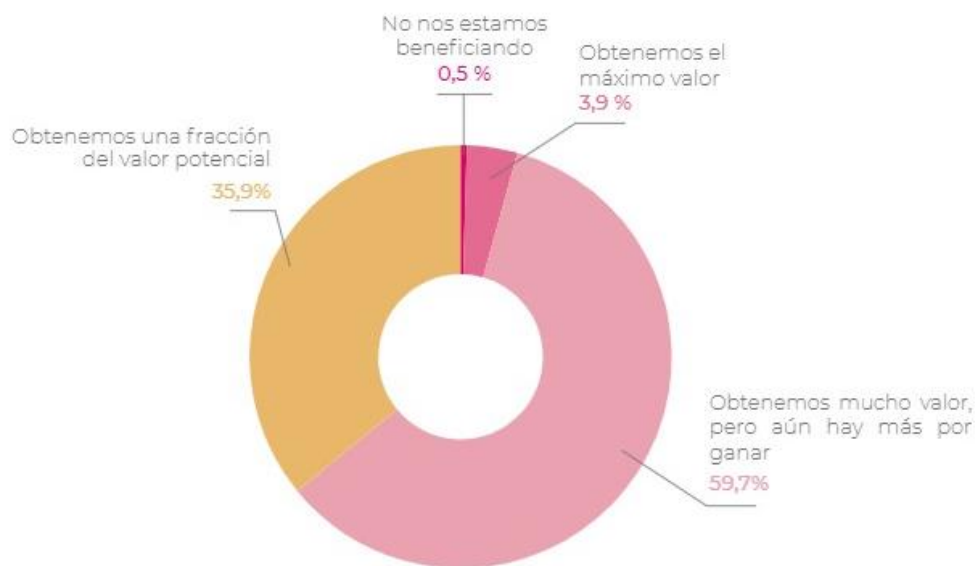


Ilustración 23 Creación de Valor BIM.

Tomado de (Banco Interamericano de Desarrollo BID, 2021)

A las empresas encuestadas en Latinoamérica, también se les preguntó acerca del retorno de la inversión que recibieron al implementar la metodología BIM. La percepción fue que el

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura 81.9% evidenció un retorno positivo y solamente el 1.3% tuvo una percepción negativa. También es necesario resaltar que, como se muestra en la *Ilustración 24 – Percepción de retorno de la inversión en implementación BIM*, el 46% de las empresas encuestadas percibieron un retorno de la inversión superior al 50%.



Ilustración 24 Percepción de retorno de la inversión en implementación BIM

Tomado de (Banco Interamericano de Desarrollo BID, 2021)

En cuanto a los beneficios percibidos, como se muestra en la *Ilustración 25 – Beneficios percibidos en la implementación BIM*, aproximadamente el 90% de las empresas notaron una contribución a la calidad del servicio y a la innovación al implementar la metodología BIM, aspectos que puede ver el cliente como un valor agregado de nuestro producto. Entre el 84% y el 85% de las empresas evidenciaron una contribución en plazos, costos y rentabilidad en los proyectos de construcción al implementar la metodología, estos aspectos se traducen en mayores beneficios económicos a favor de la empresa.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura



Ilustración 25 Beneficios percibidos en la implementación BIM.

Tomado de (Banco Interamericano de Desarrollo BID, 2021)

10.4 Análisis Objetivo Específico, “Definir lineamientos y procesos que den paso al protocolo e involucre a los ejecutores de proyectos de infraestructura a desarrollar la metodología BIM”

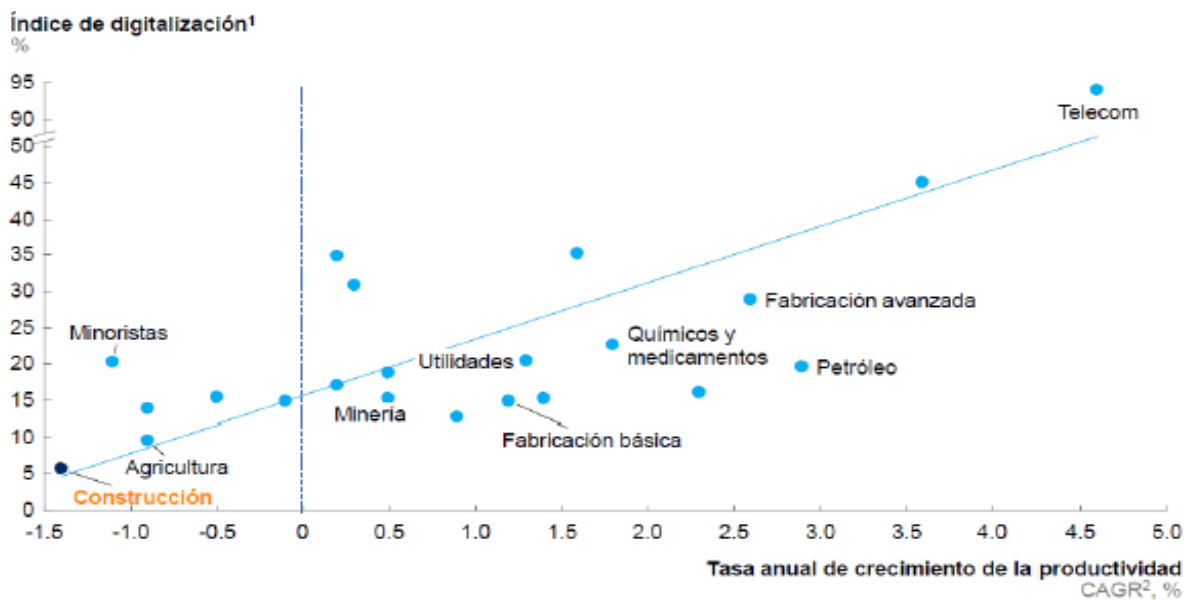
Conforme al desarrollo de los objetivos alrededor de la metodología BIM, se brinda en el Capítulo 12. Anexo 4 – Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura, por medio del cual se establecen las condiciones necesarias para implementar la metodología BIM de forma exitosa en las empresas públicas.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

11 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Lo descrito a lo largo del documento, muestra la importancia del sector y la necesidad de incorporar herramientas de gestión y buenas prácticas en términos de transformación digital en el sector, aumentando la productividad y eficiencia de los procesos en el ciclo de vida de los proyectos, reduciendo la variabilidad de riesgos, alcance, costos y tiempo que se presentan en la mayoría de las obras que emprende el sector público y que nos enmarca en una gestión de proyectos baja.

De la misma forma, un estudio realizado por McKinsey-Camacol en el 2017, como se visualiza en la *Ilustración 26 - Porcentaje de índice de digitalización vs. Tsa anual de crecimiento de la productividad CAGR2 Beneficios percibidos en la implementación BIM*, mostro el índice de digitalización por sectores versus la tasa de crecimiento de la productividad, en la cual el sector de la construcción es el más rezagado en los dos aspectos frente a los demás sectores comparados.



Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Ilustración 26 Porcentaje de índice de digitalización vs. Tsa anual de crecimiento de la productividad CARGR2

Beneficios percibidos en la implementación BIM.

Tomado de: Cámara Colombiana de la Construcción – Estudio de Productividad y Riesgos – McKinsey-Camacol, 2017.

Por lo anterior, en noviembre de 2020 se estableció la Estrategia Nacional BIM 2020-2026, en la cual se busca en un periodo de seis años incorporar paulatinamente la implementación de la Metodología BIM en los proyectos de obra pública, con el objeto de fortalecer la planeación y gestión de proyectos, reducir los costos y tiempos en los proyectos, generar una eficiencia de los recursos, optimizar la cadena de valor en los procesos, incorporar herramientas digitales en el sector, implementar inteligencia artificial, analítica de datos y algoritmos para la toma de decisiones vinculando la información del modelo con bases de datos que logre concurrir en mejoras sustanciales y ahorros significativos en la gestión de proyectos públicos a lo largo del territorio Colombiano.

Sin embargo, la estrategia requiere generar un desarrollo estructural e integral a nivel nacional que permita a las entidades públicas iniciar las exigencias contractuales que les permita incorporar contractualmente en los proyectos que tercerice mientras se genera la capacidad interna y el conocimiento de gestión de proyectos con la metodología BIM.

En este sentido, y con el objeto de incorporar de manera inmediata la aplicación de los proyectos con la metodología BIM, se presenta un protocolo para la incorporación en los procesos de selección de cada una de estas entidades, ya que el horizonte de implementación establecido a seis años no ha dado herramientas para que las entidades puedan incorporar esta forma de trabajo, y así les permita vincular en sus proyectos requerimientos básicos de la metodología e iniciar este proceso de productividad en el sector y eficiencia en sus procesos en el año 2021, con el fin de

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura optimizar costos en los proyectos públicos y lograr con estos ahorros una mayor inversión de los recursos en los demás proyectos priorizados.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para
proyectos de inversión en infraestructura

12 PROTOCOLO METODOLOGÍA BIM

Por medio del *Anexo 4 – Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura*, se describen los requerimientos mínimos a ejecutar por parte del contratista, la interventoría/supervisor y la Entidad para llevar a cabo la implementación de la metodología BIM en los proyectos de infraestructura en el marco del ciclo de vida de los proyectos.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

13 CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Dados los diferentes cambios que ha llevado a la sociedad a evolucionar y estar en constante crecimiento y desarrollo, se observa como la metodología BIM se hace necesaria para las exigencias que pide en la actualidad los mercados globalizados en cuanto en construcción se refiere. Dado el desarrollo de las tecnologías de construcción, en Colombia es de vital importancia se apliquen herramientas y metodologías que permitan el trabajo colaborativo, así mismo la aplicabilidad puede llegar a ser costosa por sus componentes e integración de diferentes factores que intervienen en una obra. Por lo que se hace necesario la construcción de un protocolo que le permita a las empresas la facilidad de la implementación de la metodología BIM.

Teniendo en cuenta los resultados que arroja la Encuesta BIM, es evidente que la gran mayoría de empresas que están implementando la Metodología en Latinoamérica han evidenciado rentabilidad, aspecto bastante importante ya que uno de los estigmas que se tienen acerca de la Metodología BIM es el costo de su implementación, aspecto que, como se muestra en el Capítulo 10 ANALISIS DE LOS OBJETIVOS ESPECIFICOS – *Ilustración 24 Percepción de retorno de la inversión en implementación BIM*, esta inversión tiene un retorno significativo que vuelve más atractiva la Metodología para los inversores.

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

14 BIBLIOGRAFIA

- Gobierno Nacional. (Noviembre de 2020). *Estrategia Nacional BIM 2020-2026*. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf>
- Prestan, C. (28 de Febrero de 2018). *Gestiopolis*. Obtenido de Análisis del Sector de la Construcción en Colombia: <https://www.gestiopolis.com/analisis-del-sector-la-construccion-colombia/>
- Rojas, M., Arango, C., & Bastidas, L. (2 de Mayo de 2006). *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*. Obtenido de Modelamiento del ciclo de la construcción en Colombia mediante dinámica de sistemas: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v15n29/1692-3324-rium-15-29-00043.pdf>
- Minvivienda. (1 de Septiembre de 2020). *Ministerio de vivienda*. Obtenido de Funciones: <https://minvivienda.gov.co/ministerio>
- Banrepcultural. (S.f). *Red cultural del Banco de la República*. Obtenido de Sectores de la actividad económica: https://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php/Sectores_econ%C3%B3micos
- Universidad Ean. (2017). *Guía de citación y referenciación de la Universidad EAN bajo el estándar APA*. Obtenido de <https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/9035/Gui%cc%81aAPAUniversidadEAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Biblus. (S.f). *BIM España, el desarrollo de la estrategia nacional*. Obtenido de <https://biblus.accasoftware.com/es/bim-espana-el-desarrollo-de-la-estrategia-nacional/>
- SEYS. (1 de marzo de 2018). *SEYS*. Obtenido de SEYS: <https://seystic.com/bim-la-historia-del-building-information-modelling/>

- Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura
Ministerio de Economía y Finanzas de Perú. (nd de nd de 2021). *Ministerio de Economía y Finanzas*. Obtenido de <https://www.mef.gob.pe/>:
https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=102594&lang=es-ES&view=article&id=5897
- IAC- Ingeniería Asistida por Computador. (25 de Enero de 2021). *Metodología BIM en Colombia*. Obtenido de <https://www.iac.com.co/metodologia-bim-en-colombia/>
- Building Smart Spain. (S.f). *¿Qué es BIM?* Obtenido de <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- Peters, C. (20 de Marzo de 2018). *Construcción Latinoamericana CLA*. Obtenido de BIM en Colombia: <https://www.construccionlatinoamericana.com/news/BIM-en-Colombia/4132120.article>
- Esarte, A. (16 de Enero de 2020). *Espacio BIM*. Obtenido de BIM o Metodología BIM (Qué es) más que Tecnología: <https://www.construccionlatinoamericana.com/news/BIM-en-Colombia/4132120.article>
- Simon, J. (S.F). *IngeoExpert*. Obtenido de *¿Qué es la metodología BIM y qué beneficios aporta?*: <https://ingeoexpert.com/articulo/que-es-el-bim-y-a-que-se-debe-su-importancia/>
- Architecture, IAC. (25 de Enero de 2021). *Metodología BIM en Colombia*. Obtenido de <https://www.iac.com.co/metodologia-bim-en-colombia/>
- Departamento Nacional de Planeación. (1 de 11 de 2020). *CAMACOL COLOMBIA*. Obtenido de CAMACOL: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Estrategia-Nacional-BIM-2020-2026.pdf>
- Aec (UK) Initiative. (Septiembre de 2012). *AEC (UK) BIM Protocol V. 2*. Obtenido de London, AEC (UK) Initiative: <https://aecuk.files.wordpress.com/2012/09/aecukbimprotocol-v2-0.pdf>
- Aenor - Dirección de Desarrollo. (S.f). *Norma UNE-ISO 21500:2013*. Obtenido de Dirección y Gestión de Proyectos: http://www.iso-21500.es/sites/default/files/ficheros_adjuntos/iso_21500._certificacion.pdf

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Allplan Bridge. (ND de ND de 2019). *ALLPLAN*. Obtenido de allplan:

<https://www.allplan.com/es/productos/novedades-a-allplan-bridge-2019/>

Banco Interamericano de Desarrollo BID. (2021). *Encuesta BIM*. Washington D.C.: BID.

Obtenido de <https://publications.iadb.org/es/encuesta-bim-america-latina-y-el-caribe-2020>

Camacol. (2018). *Transformación digital del sector de la construcción*. Obtenido de Memorias

BIM: <https://www.camacol.co/file/2774/download?token=ExWjwnXP>

Estman, C. M. (1999). *Building Product Models*. Boston.

Graphisoft. (27 de enero de 2017). *GRAPHISOFT Latinoamérica*. Obtenido de GRAPHISOFT

Latinoamérica: <http://blog.graphisoft.lat/conceptos-fundamentales-de-archicad/#:~:text=ARCHICAD%20es%20desarrollado%20por%20la,Paks%2C%20en%20una%20herramienta%20que>

Leanbimconstruction. (24 de julio de 2015). <http://leanbimconstruction.com/>. Obtenido de

<http://leanbimconstruction.com/>: <http://leanbimconstruction.com/aseguramiento-de-la-calidad-del-modelo-bim>

Planbim. (S.f). *Documentos Estándar BIM Para Proyectos Públicos*. Obtenido de

<https://planbim.cl/estandar-bim-para-proyectos-publicos/>

Ramirez, S. F. (9 de NOVIEMBRE de 2018). *CAMACOL.CO*. Obtenido de CAMACOL.CO:

<https://camacol.co/documentos-bim-forum-colombia>

SEED. (7 de Abril de 2017). *Planeta BIM en el mundo*. Obtenido de

<https://www.studioseed.net/blog/planeta-bim-en-el-mundo/>

Trejo, N. (2018). *Estudio de impacto del uso de la metodología BIM en la planificación y control de proyectos de ingeniería y construcción*. Obtenido de Memoria para optar al título de

Ingeniero Civil: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168599/Estudio-de-impacto-del-uso-de-la-metodolog%C3%ADa-BIM-en-la-planificaci%C3%B3n-y-control-de-proyectos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

Architectural Designschool. (ND de ND de 2021). *Architectural Designschool*. Obtenido de

https://spa.architecturaldesignschool.com/brief-history-bim-54202?__cf_chl_jschl_tk__=882eed2998914e2aaf13580f7a31734ccf66a0ae-1615061619-0-AU-sh76ksrCXqHfAGmUJOEjy1EuHlwBunAHTuGJSaPHQmlT1HPx7Ev5g33-m0A82zACSPsLjZWotAJXoM6xD0z5MaMx-zESDeAPHMdl0QJr4TC5awVP

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (8 de Noviembre de 2019). *Conpes 3975*.

Obtenido de Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia artificial:
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>

Camacol. (2019). *Camacol BIM forum*. Obtenido de <https://camacol.co/bim-forum>

Bew, M., & Richards, M. (2008). *The UK maturity Model*. Obtenido de

https://www.researchgate.net/figure/The-UK-maturity-Model-Bew-Richards-2008_fig3_279293516

Gomez, I. (21 de Junio de 2013). *Interacción de proyectos BIM sobre una vivienda en movimiento*. Obtenido de

https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/10117/GomezFernandez_Ivan_TFG_2013.pdf?sequence=2&isAllowed=y

ISO org. (2010). *ISO 29481-1: 2010*. Obtenido de Modelado de información de construcción - Manual de entrega de información - Parte 1: Metodología y formato:

<https://www.iso.org/standard/45501.html>

UK BIM Task Group. (30 de Julio de 2014). *BIM Academy*.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *IM Handbook: A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*. Obtenido de Canadá: John Wiley & Sons. Inc.:

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjM3OeTjc3vAhU7SDABHVG0A-](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjM3OeTjc3vAhU7SDABHVG0A-kQFjAAegQIBRAD&url=https%3A%2F%2Fwww.buildingsmart.es%2Fapp%2Fdownloa)

[kQFjAAegQIBRAD&url=https%3A%2F%2Fwww.buildingsmart.es%2Fapp%2Fdownloa](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjM3OeTjc3vAhU7SDABHVG0A-kQFjAAegQIBRAD&url=https%3A%2F%2Fwww.buildingsmart.es%2Fapp%2Fdownloa)

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura
[d%2F11783687926%2Fsjbim%2Bn1401.pdf%3Ft%3D1575535489&usg=AOvVaw1VBc4offureaN6cSZGR3ZU](#)

Gestor Energético. (1 de 6 de 2018). *GESTOR ENERGETICO*. Obtenido de GESTOR ENERGETICO: <https://www.gestor-energetico.com/mejor-proyecto-bim-del-mundo/>

Rodriguez, J. (2019). *UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA*. Obtenido de <https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5569/Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Biblus. (S.F de S.F de S.F). *Biblus*. Obtenido de https://teams.microsoft.com/_#/calling/19:2444e5aec9bf45149bd6a061f87c3d01@thread.v2/

LEYTON, S. (2020). *UNIVERSIDAD AMERICA*. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7936/1/46231-2020-II-GEC.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (1 de Septiembre de 2020). *Resolución 0441*. Obtenido de <http://curaduria2bogota.com.co/1/formatos/RESOLUCION-441-2020.pdf>

Structuralia. (28 de Agosto de 2020). *El panorama BIM en Colombia*. Obtenido de Transformación Digital e Ingeniería 4.0: <https://blog.structuralia.com/bim-colombia#:~:text=El%20BIM%20en%20Latinoam%C3%A9rica%20se,entre%20los%20pa%C3%ADses%20de%20Europa.>

Canva. (2021). *Línea de tiempo normativa legal y política*. Obtenido de Metodología BIM: https://www.canva.com/design/DAEdMvl0kVE/SEyGLHBX4rd4_vpk2K9e5Q/view?utm_content=DAEdMvl0kVE&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

Presidencia de la República. (2020). *Resultados del Índice de Competitividad Global 2019*. Obtenido de <http://www.colombiacompetitiva.gov.co/snc/i/indicadores-internacionales/indice-competitividad-global>

Protocolo básico para la implementación de la metodología BIM en Entidades Públicas para proyectos de inversión en infraestructura

ANDI. (2017). *Barreras y desafíos que enfrentan las empresas para lograr una transformación digital exitosa Encuesta de TD 2017*. Obtenido de Encuesta de Transformación Digital 2017:

[http://www.andi.com.co/Uploads/Encuesta% 20Transformaci% C3% B3n% 20Digita l% 20A NDI.pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/Encuesta%20Transformaci%C3%B3n%20Digital%20ANDI.pdf)

Primera gran encuesta TIC 2017. (2017). Obtenido de Estudio de acceso, uso y retos de las TIC en Colombia: https://es.slideshare.net/Ministerio_TIC/gran-encuesta-del-sector-tic-2017

In collaboration with A.T. Kearney. (2018). *Readiness for the Future of Production Report 2018*. Obtenido de http://www3.weforum.org/docs/FOP_Readiness_Report_2018.pdf

Conpes 3975. (8 de Noviembre de 2019). *Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial*. Obtenido de [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ% C3% B3micos/3975.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf)